

*Resúmenes de Tesis de Doctorado*

**MESOZOIC OCEANIC TERRANES OF SOUTHERN CENTRAL AMERICA-GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GEODYNAMICS**

Kennet E. Flores (2009)

The Northwestern edge of the modern Caribbean Plate, located in central Middle America (S-Guatemala to N-Costa Rica), is characterized by a puzzle of oceanic and continental terranes that belonged originally to the Pacific façade of North America. South of the Motagua Fault Zone, the actual northern strike slip boundary of the Caribbean Plate, three continental slivers (Copán, Chortis s. str. and Patuca) are sandwiched between two complex suture zones that contain HP/LT mafic and ultramafic oceanic rocks: The Motagua Mélanges to the North, extensively studied in the last ten years and the newly defined Mesquito Composite Oceanic Terrane (MCOT) to the South. No modern geological data were available for the oceanic terrane located in the southern part of the so called continental “Chortis Block”. Classically, the southern limit of this block with the Caribbean Large Igneous Province (CLIP) was placed at a hypothetical fault line connecting the main E-W fault in the Santa Elena Peninsula (N-Costa Rica) with the Hess Escarpment. However, our study in eastern Nicaragua and northwestern Costa Rica evidences an extensive assemblage of oceanic upper mantle and crustal rocks outcropping between the Chortis/Patuca continental blocks and the CLIP. They comprise collided and accreted exotic terranes of Pacific origin recording a polyphased tectonic history.

We distinguish: 1- The MCOT that comprises a Late Triassic to Early Cretaceous puzzle of oceanic crust and arc-derived rocks set in a serpentinite matrix, and 2- The Manzanillo and Nicoya Terranes that are made of Cretaceous plateau-like rocks associated with oceanic sediments older than the CLIP. This study has been focused on the rocks of the MCOT. The MCOT comprises the southern half of the former “Chortis Block” and is defined by 4 corner localities characterized by ultramafic and mafic oceanic rocks of Late Triassic, Jurassic and Early Cretaceous age: 1 - The Siuna Serpentinite Mélange (NE-Nicaragua), 2- The El Castillo Mélange (Nicaragua-Costa Rica border), 3- DSDP Legs 67 and 84 (Guatemala fore-arc basin), and 4- The Santa Elena Peridotite (NW-Costa Rica).

The Siuna Serpentinite Mélange (SSM) is a HP/LT subduction zone mélange set in a serpentinite matrix that contains Oceanic crust and arc-related greenschist to blueschist/eclogite facies metamafic and metasedimentary blocks. Middle Jurassic (Rajocian-Bathonian) radiolarites are found in original sedimentary contact with arc-derived greenstones. Late Jurassic black detrital chert possibly 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. The El Castillo Melange

(F.CM) is composed of serpentinite matrix with OIB metabasalts and Late Triassic (Rhaetian) red and green radiolarite blocks. Recent studies of the DSDP Legs 67/84 show that the Guatemala/Nicaragua fore-arc basin is composed of a pile of ultramafic, mafic (OIB-like) and arc related rocks with ages ranging from Late Triassic to Campanian. Finally, the Santa Elena peridotites that mark the limit of the MCOT with the Manzanillo/Nicoya Terranes and correspond to an association of ultramafic rocks that comprise peridotites, dunites and chromites of abyssal and fore-arc origin.

The SSM is the result of a collision between a Middle Jurassic island arc and the Patuca Terrane, a fragment of the Western N-American active continental margin. The Siuna Mélange

(SSM) and the South Montagua Mélange share common characteristics with the Pacific N- American suture zone (E-Franciscan and Vizcaino mélanges), in particular, the Mesozoic ages of HP/LT metamorphic and the arc-derived blocks. For us, these mélanges imply an originally continuous, but slightly diachronous suture that affected the entire W-American active margin. It may imply the arrival and collision of an exotic intraoceanic arc (Guerrero-Phoenix) related to the origin of the Pacific Plate that initiated as a back arc basin of this arc. The present disposition of the fragments of this suture zone is the result of a northward shift of the active left-lateral strike slip motion between the N-American and the Caribbean Plates.

# LÍMITE HIPOTÉTICO, DEFORMACIÓN Y SISMOTECTÓNICA DEL SECTOR CENTRAL DE COSTA RICA ENTRE EL GOLFO DE NICOYA Y LIMÓN

Mario Fernández (2010)

Se realizó un estudio sismotectónico en un área rectangular de 50 km de ancho del centro de Costa Rica que se extiende desde el Golfo de Nicoya hasta Limón en sentido Este - Oeste y desde el flanco Norte del Volcán Barva hasta la localidad de la Lucha en sentido Norte - Sur. Para facilitar el análisis, la zona se dividió en tres sectores, a saber: Tárcoles - Atenas, Atenas - Volcán Turrialba y Volcán Turrialba - Limón. Se ha sugerido que en esta zona existe la Falla Transcurrente de Costa Rica, un sistema de fallas transcurrentes subparalelas, un cinturón deformado, la traza del hipotético límite tectónico transcurrente entre la Placa Caribe y la hipotética Microplaca Panamá y el borde Oeste de dicha microplaca. Este estudio examina la historia del hipotético límite tectónico transcurrente del centro de Costa Rica propuesto, la deformación causada por la subducción de la Cordillera del Coco y el fallamiento y la sismicidad del centro de Costa Rica, en un esfuerzo por investigar la existencia de un límite tectónico transcurrente en el centro de Costa Rica, que se extendería desde el Pacífico hasta el Caribe.

Lo primero que se hizo fue una investigación bibliográfica sobre el historial del hipotético límite tectónico transcurrente propuesto para el centro de Costa Rica con el fin de conocer la estabilidad de la propuesta original, el consenso entre los autores sobre dicha hipótesis y la uniformidad de la misma. A lo anterior siguió otra investigación bibliográfica sobre la deformación causada por la Cordillera del Coco al territorio costarricense, con el fin de evaluar la validez del propuesto

Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica. Posteriormente, se analizó el fallamiento con el propósito de buscar minuciosamente el fallamiento transcurrente NE y EO que ha sido sugerido como elemento esencial del hipotético límite transcurrente propuesto. Y finalmente, se estudió la sismicidad superficial considerando tanto sismos históricos como recientes de las bases de la Red Sismológica Nacional (RSN: ICE - UCR). Temblores de magnitud superior a 2 grados fueron procesados con el programa SEISAN, que incluye la rutina de localización Hypocenter, y localizados con los más adecuados modelos de corteza de las zonas analizadas, incluyendo un modelo de corteza tridimensional para verificar la precisión de las ubicaciones con los modelos unidimensionales. De los temblores de mayor magnitud y registrados en 9 o más estaciones sísmicas se trató de obtener el mecanismo focal con el programa FOCMEC del SEISAN. Con el análisis sísmico se pretendía conocer la continuidad de la sismicidad de la zona de estudiada desde el Pacífico hasta el Caribe, la dirección de las fallas que han estado generando la sismicidad y el tipo de movimiento de las mismas.

La propuesta original del hipotético límite transcurrente del centro de Costa Rica no ha sido estable ni uniforme a través del tiempo y no hay consenso sobre las características del mismo entre los autores que han apoyado esta propuesta. La subducción de la Cordillera del Coco ha deformado todo el espacio comprendido entre la Fosa Mesoamericana del Centro-Sur de Costa

Rica hasta el área trasarco por lo que no hay razón para proponer un cinturón deformado en el centro del país. No se encontró la Falla Transcurrente del Costa Rica, ni el sistema de fallas transcurrentes subparalelas ni la traza del hipotético límite tectónico transcurrente en el Valle Central de Costa Rica. La sismicidad es — sumamente baja en el sector Tárcoles - Atenas, muy alta en el sector Atenas - Volcán Turrialba y baja en el sector Volcán Turrialba - Limón por lo que no es continua ni uniforme a través del supuesto límite. La sismicidad superficial se compone de enjambres y secuencias sísmicas que se correlacionan muy bien con las fallas mapeadas. En términos generales, los mayores temblores del área están

relacionados con fallas de rumbo Noroeste Y los mecanismos focales evidencian diversidad de movimiento en las fallas sin predominio del movimiento transcurrente.

El fallamiento, la sismicidad histórica y los mecanismos focales no aportan evidencia crucial sobre una zona de cizalla de orientación Este-Oeste en el área de estudio. El fallamiento y la alta sismicidad de la parte central de Costa Rica está estrechamente relacionada con la subducción del cinturón de montes marinos del Pacífico Central. La sismicidad, el fallamiento y la deformación cortical no son consistentes con interpretaciones previas de un límite tectónico transcurrente de orientación Noreste dentro de la zona.

*Resúmenes de Tesis Maestría***LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA ACTIVIDAD MINERA  
NO METÁLICA EN COSTA RICA. UN ANÁLISIS DE LA  
FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE GESTIÓN AMBIENTA**

Xinia Zeledón (2010)

El presente trabajo de graduación para optar al grado de Maestría profesional, tiene como objetivo analizar los Planes de Gestión Ambiental presentados ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, para solicitar la viabilidad ambiental, se analizaron 32 proyectos de minería no metálica, con el fin de identificar la idoneidad de los Planes de Gestión Ambiental de acuerdo con la normativa ambiental vigente en el país. Se valoraron además, las propuestas de mitigación, recuperación y compensación presentados por estos proyectos para verificar que tales propuestas se estén realizando conforme a lo esperado, ya que se pretende con ello que prive los intereses ambientales por sobre los económicos.

Se realizó un análisis exhaustivo de cada uno de los expedientes seleccionados para determinar su cumplimiento con la legislación ambiental respectiva. Se analizaron los resultados, se efectuaron visitas para verificar en el campo el cumplimiento de las medidas de mitigación, recuperación y compensación propuestas y se elaboró una propuesta de PGA modelo que incluyera

todos los aspectos necesarios para garantizar que la actividad se realice conforme a la ley y en armonía con el ambiente y las comunidades.

El análisis realizado a estos 32 proyectos mostró que efectivamente se incurre en incumplimiento de la normativa ambiental. Los resultados obtenidos señalan que tanto el desarrollador como el o los profesionales que realizan tales estudios, no tienen claro que la actividad requiere un abordaje integral, protegiendo efectivamente el ambiente, tanto como los beneficios económicos producto de la actividad deben ser prioridad. Es por ello que este estudio brinda una propuesta de Plan de Gestión Ambiental que incorpora todos los aspectos recomendados para que prive una real y efectiva protección del ambiente en el sitio donde se desarrolle el proyecto y en su entorno.

La revisión de la información documental, dio sustento para concluir diciendo que la minería es capaz de producir impactos sociales, sobre la salud, económicos, y ambientales, de no desarrollarse un PGA adecuado, de ahí la importancia de esta propuesta.

## **EL IMAGINARIO COLECTIVO DE LAS AMENAZAS NATURALES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO LA VIEJA PROVINCIA DE ALAJUELA, COSTA RICA**

Allan Andrés Báez (2009)

El presente trabajo busca acortar las distancias entre el conocimiento científico-técnico y el conocimiento local o social, los cuales son frecuentemente considerados irreconciliables. El tema tratado en este proyecto final de graduación fue la relación de estos conocimientos en torno a las amenazas naturales en los poblados localizadas en la cuenca alta del río La Vieja.

Los conocimientos en torno a las amenazas naturales, se sistematizaron a partir de una serie de indicadores denominados como “indicadores de reconocimiento” para el presente estudio. Cada indicador se desarrolló según la información técnica recopilada o la información local recolectada. El conocimiento local fue procesado y analizado por medio del estudio de los imaginarios colectivos.

Entre los resultados de esta “confrontación de conocimientos” realizada en el presente trabajo, se pueden mencionar el cómo intervenir en estas comunidades con el propósito de reducir los riesgos por eventos naturales, sin ignorar el conocimiento generado localmente, también permitió detectar vulnerabilidades ideológicas en torno a las amenazas naturales definidas en los estudios técnicos, de igual forma se definió lo que los poblados consideran sus amenazas naturales prioritarias para sus actividades cotidianas y por último pero tal vez las más importante, fue colocar un precedente en la generación de conocimientos compartidos en las comunidades bajo estudio, aspecto fundamental para gestionar la reducción de riesgos a un nivel local.

## **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A PARTIR DE MÉTODOS GEOFÍSICOS Y DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO EN EL ACUÍFERO ALUVIAL NARANJITO, QUEPOS, PUNTARENAS**

Laura Castro (2010)

La zona de estudio se localiza en la cuenca baja del río Naranjo, en el sector de Quepos en la provincia de Puntarenas y cubre un área de 41,45 km<sup>2</sup>. Por tratarse de una región costera, los acuíferos de mayor producción quedan restringidos principalmente en las formaciones aluviales. El acuífero aluvial Naranjito representa actualmente una de las tres fuentes de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quepos y otras comunidades cercanas, por lo que se ha planteado como objetivo principal, caracterizar los parámetros hidrogeológicos e hidrogeoquímicos, para delimitarlo y cuantificar el potencial hídrico, así como evaluar mediante el método DRASTIC la vulnerabilidad.

La geología está compuesta por rocas ígneas y sedimentarias del Terciario Inferior y por depósitos aluviales Cuaternarios. El basamento regional lo constituye el Sub - Complejo Basáltico del Promontorio de Quepos, el cual es sobreyacido por la Fm. Caótica Punta Quepos, posteriormente se tienen los conglomerados y areniscas calcáreas de la Fm. Calcarenita Punta Serrucho y las lutitas y areniscas calcáreas de la Fm. Térraba, completando la secuencia estratigráfica con los depósitos Cuaternarios, los cuales han sido subdivididos como antiguos y recientes, reconociéndose en

este última unidad tres terrazas no cíclicas denominadas Londres, Paso Indios y La Managua. Estructuralmente, el área está dominada por fallas inversas como la Falla Longitudinal de Costa Rica, a la cual se asocian fallas normales con componente de desplazamiento de rumbo.

Con el fin de elaborar el modelo hidrogeológico conceptual del acuífero principal, se complementó el cartografiado geológico con exploración geofísica, utilizando los métodos de resistividad eléctrica tipo sondeo eléctrico vertical y el método electromagnético en el dominio frecuencial. Como resultado, se muestra que el acuífero se encuentra entre capas geoelectricas con resistividades que van de 220 a 998 Ωm, con un espesor variable entre 1 y 36 m. Se determinaron los sitios de influencia y efluencia del río Naranjo y quebradas mediante aforos diferenciales, se establecieron las líneas equipotenciales y la dirección de flujo, la cual predomina hacia el SW, se calculó un volumen de recarga potencial para toda el área de estudio de 77 166 500 m<sup>3</sup>/año que equivale al 51% del valor total de precipitación. Para la determinación de la recarga se consideran parámetros meteorológicos, capacidad de infiltración y propiedades físicas y uso actual de los suelos.

Con la caracterización hidrogeoquímica se demuestra la existencia de dos niveles de agua, uno en la Unidad de Depósitos Aluviales Antiguos,

de composición bicarbonatada clorurada sódica magnésica y el otro en la Unidad de Depósitos Aluviales Recientes, de tipo bicarbonatada cálcica. Ambos niveles son de tipo libre, aunque en los depósitos recientes existen capas de arcillas y lutitas que lo semi confinan. El Acuífero Naranjito presenta un valor de transmisividad de 781 m<sup>2</sup>/d, un coeficiente de almacenamiento de 0,1 y una conductividad hidráulica de hasta 22 m/d.

La vulnerabilidad intrínseca de la cuenca baja del río Naranjo, específicamente en el análisis del Acuífero Naranjito, es de alta a muy alta,

a causa de la poca profundidad de los niveles del agua subterránea, la alta recarga, la composición del acuífero, el poco espesor de la zona no saturada, la baja pendiente y la alta conductividad hidráulica. Dadas las características de la cuenca y la vulnerabilidad, se espera que esta investigación sirva de herramienta en la toma de decisiones para controlar el crecimiento urbano, agrícola, industrial y turístico de la zona, monitorear las posibles fuentes de contaminación y asesorar en la conservación de los bosques, el manejo de los desechos sólidos y la contaminación del recurso hídrico.

## **ANÁLISIS SOBRE LA INFLUENCIA DE LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DESARROLLO DE LOS PLANES INSTITUCIONALES DE GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO: EL CASO DEL CANTÓN DE NICOYA Y EL CANTÓN CENTRAL DE PUNTARENAS**

Alexander Solís Delgado (2009)

Con base en las investigaciones sobre amenaza sísmica en el segmento de la Península de Nicoya, se estudió la percepción del riesgo por parte de los representantes institucionales vinculados a la organización local del riesgo en el cantón de Nicoya y cantón Central de Puntarenas.

El estudio incluye la relación entre lo que manifiestan los y las representantes de las organizaciones responsables de la gestión para la redacción del riesgo a desastres en los cantones de referencia y la realidad de la preparación de las instituciones en términos de disponibilidad de presupuesto, participación en las estructuras de coordinación, disponibilidad y pertinencia de los planes de preparativos y respuesta.

La revisión e integración de información técnica sobre la amenaza sísmica, relacionada con los abordajes periodísticos y la divulgación realizada por las instituciones, permitió identificar las brechas que originan la inadecuada preparación para enfrentar los efectos de un evento sísmico.

La propuesta de organización para la reducción del riesgo acorde con la legislación nacional y los enfoques propuestos para la comunicación del riesgo, permitirán a la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) abordar en forma coordinada y eficiente los planes para la reducción del riesgo por sismo en el cantón de Nicoya y cantón Central de Puntarenas.

## ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS INTEGRANDO UN ENFOQUE SOCIAL, EN LA CUENCA DEL RÍO VIEJO, PURISCAL

Angela Marcela Suárez (2010)

En Costa Rica, los deslizamientos al igual que las inundaciones, son los eventos que más afectan a la población debido a su recurrencia e impacto a nivel local; sin embargo la mayoría de los lugares solo cuentan con una zonificación de deslizamientos a gran escala. La cuenca del río Viejo en Puriscal es uno de los lugares más afectados por deslizamientos. En esta investigación se propone una zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos para esta cuenca como producto de un diálogo de saberes de los “expertos” y de representantes de esta comunidad.

La zonificación se inicia con la elaboración de mapas de factores que de acuerdo con la opinión técnica y de la comunidad, condicionan la ocurrencia de deslizamientos; estos son: geología, geomorfología, usos de la tierra, pendiente, disparo por sismos, humedad, disparo por lluvias, distancia a partir de alineamientos tectónicos, distancia a partir de corrientes de agua, distancia a partir de vías.

También se realizó un mapa de inventario de deslizamientos con el fin de conocer su distribución

y densidad, el cual sirvió para la determinación de los pesos de cada uno de los mapas de factores a partir del método estadístico denominado “Pesos de evidencia”; asimismo, se hizo la ponderación de estos mapas a partir de métodos heurísticos (basados principalmente en la opinión de la comunidad y de los “expertos”).

Luego, se plantearon diferentes escenarios de acuerdo a la inclusión y ponderación de cada una de las variables a partir de los dos métodos, y se escogió uno que representa de la mejor forma la susceptibilidad por deslizamiento de acuerdo con el mapa de inventario y las observaciones de campo.

Teniendo en cuenta que el trabajo se desarrolló de forma conjunta con la comunidad, el mapa es un producto del cual la comunidad se siente partícipe, aumentando la probabilidad de que sea una herramienta útil para procesos de ordenamiento territorial y de gestión del riesgo que se desarrollen a futuro.

Se confirmó principalmente la importancia del estudio geomorfológico dentro de la evaluación de la susceptibilidad a deslizamiento en él.

## **PROPUESTA DE ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

Grace García & Mónica Jara (2010)

Se elaboró un diagnóstico de la incorporación e implementación de la política de Gestión del Riesgo en el Ministerio de Salud, Instituto Costarricense de Electricidad, Refinadora Costarricense de Petróleo e Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo así mismo; se valoró el papel rector de la Comisión Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo (CNE) establecido en la Ley N° 8488.

Se presenta una estructura organizativa para la Dirección de Gestión del Riesgo en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), que le permita a partir de la definición de la misión, visión, objetivos y políticas accionar una organización interna compuesta por tres departamentos a saber: a) Análisis y valoración del riesgo, b) Preparativos y respuesta, c) Transferencia del riesgo.

El diseño de la propuesta de estructura organizativa se elaboró mediante el análisis interpretativo de los resultados de entrevistas y encuestas realizadas a funcionarios de varias dependencias del AyA, así como actores externos relacionados con la Gestión del Riesgo a nivel institucional, otro elemento utilizado para el diseño de esta

propuesta fue el análisis de las competencias institucionales dictadas por Ley N° 8488 para la implementación de la Gestión del Riesgo en el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (SNGR).

La estructura organizativa propuesta, permite articular la Dirección de Gestión del Riesgo del AyA, con la finalidad de conducir los procesos de implementación, fortalecimiento y reducción de los efectos de riesgo en los proyectos de inversión pública de esta institución, contribuyendo a su vez al fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (SNGR) en cumplimiento con lo descrito en la Ley N° 8488. El papel rector de la Comisión Nacional de Prevención del Riesgo y Atención de Emergencias, es articular y fiscalizar que el SNGR cuente con la consolidación de las estructuras organizativas a nivel institucional, incorporando los criterios de Gestión del Riesgo transversal en todo su quehacer institucional, rol que no se cumple a cabalidad, tal y como ha quedado evidenciado en esta investigación, por lo que es necesario, entre otras cosas que: la CNE recupere su papel rector, realice un proceso de divulgación del Plan Nacional de Gestión de Riesgos, cuente con una unidad que planifique, articule y consolide las instancias de coordinación institucional de la Gestión del Riesgo.

## **EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD, FUNCIONAMIENTO Y CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL SAN RAFAEL DE ALAJUELA; ANTE UN FENÓMENO DESTRUCTIVO DE ORIGEN NATURAL O ANTRÓPICO**

Flory Arias & Luis Efrén García (2010)

Históricamente Costa Rica ha sido afectada por eventos de origen natural y antrópico, cuyo impacto recae directamente en la población y en la infraestructura vial y física, entre estas últimas se consideran los establecimientos de salud que son propiedad de la Caja Costarricense de Seguro Social. Un ejemplo es el Hospital San Rafael de Alajuela, en términos constructivos la penúltima obra hospitalaria más reciente de la década. En esta investigación se sometió a una evaluación a este hospital, para determinar su accesibilidad, funcionamiento y capacidad estructural para enfrentar un fenómeno destructivo de origen natural o antrópico.

El estudio contempla tres objetivos básicos referidos a primeramente determinar el Índice de Seguridad Hospitalaria del Hospital de Alajuela, según la política “Hospitales Seguros frente a los Desastres” aplicando la metodología elaborada por la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. Seguidamente verificar el grado de cumplimiento de la política de “Hospital Seguro”, relacionadas con reducción de la vulnerabilidad y preparativos para emergencias y desastres; por último someter a evaluación al mismo hospital por medio de una guía para el cumplimiento de la normativa internacional Código de Seguridad Humana.

Se realizó la evaluación aplicando los dos formularios diseñados por la OPS & OMS, para determinar el Índice de Seguridad Hospitalaria; asimismo, se hizo las consultas al Programa Institucional de Emergencias de la CCSS para el seguimiento de dos lineamientos de la Política Nacional de “Hospital Seguro” y se concluyó con la aplicación de la guía diseñada por el equipo investigador para medir la Seguridad Humana del recinto hospitalario.

Se obtuvo como resultado la clasificación del Hospital San Rafael de Alajuela como de clasificación B, para lo cual se propone aplicar las medidas correctivas o de intervención con el fin de aumentar el índice de seguridad en cada uno de los tres componentes que forman el ISH.

En cuanto a la reducción de la vulnerabilidad y los preparativos para emergencias y desastres, se encuentra en proceso por lo que su resultado es parcial.

Para la Seguridad humana se concluye que este recinto hospitalario no cumple con los temas de: medios de egreso, sistema de detección, alarmas y comunicación y plan de evacuación por lo que se recomienda un plan de acción para su intervención y que se mejore en los temas indicados.

# PELIGROSIDAD VOLCÁNICA DEL POAS (COSTA RICA) BASADO EN LAS PRINCIPALES ERUPCIONES HISTÓRICAS DE 1834,1910 Y 1953-1955

Raúl Alberto Mora (2010)

El volcán Poás es un estratovolcán complejo con una altitud de 2708 ms.n.m ubicado en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. Las tres últimas erupciones históricas más importantes sucedieron el 7 de febrero de 1834, entre enero y mayo de 1910 y en el periodo 1953-1955.

Existe muy poca información bibliográfica de la erupción de 1834. Las únicas referencias indican que fue un evento importante, y que la ceniza logró llegar a Esparza, además que provocó daños en los pastos de los alrededores del volcán. Los depósitos asociados a dicha erupción muestran una actividad de tipo freatomagmática, que lanzó bombas y bloques. Además hay evidencias de oleadas piroclásticas en las cercanías del cráter.

La erupción de 1910 está mejor documentada. Aunque los reportes de la caída de ceniza se circunscriben muy cerca del volcán, se estima un volumen de  $1,6 \times 10^7 \text{ m}^3$ . Las columnas tefraestratigráficas muestran depósitos de color blanco (fácil de reconocer en el campo), con muchos fragmentos hidrotermalizados, con casuales fragmentos juveniles (lapilli vesicular). La erupción se clasifica como vulcaniana, y los depósitos evidencian material de caída y oleadas piroclásticas cercanas al área del cráter. Se estima un Índice de Explosividad de 2. Provocó daños a la agricultura.

La erupción de 1953-1955, fue la que tuvo una mayor duración. Los reportes de caída de ceniza son mayores y de más diversos sitios. Los depósitos asociados a esta erupción se reconocen fácilmente en el campo, todos con tonos negros,

lapilli escoriácea, bombas con texturas corteza de pan y en ocasiones fusiformes. En el lado este del cráter hay una concentración de bombas hasta de tamaño métrico, que indica una inclinación del conducto.

En el interior del cráter se emplazó un domo con 40 metros de altura, y una colada de lava. Hacia el este de la orilla de la actual Laguna Caliente, se observa vestigios de una piscina de lava con un espesor de 8,5 m. Durante todo este proceso, la laguna ácida desapareció. La erupción se cataloga de tipo mixto: estromboliano, freatomagmático, vulcaniano y domeano. Tomando en cuenta las características de la erupción, la altura de la columna, y el volumen eyectado ( $2,1 \times 10^7 \text{ m}^3$ ), y su duración, se estima un Índice de explosividad de 3. Provocó daños en la agricultura y ganadería, además migración de algunas personas.

Los peligros volcánicos asociados a las últimas tres erupciones históricas estudiadas son: oleadas piroclásticas (al menos a 1 km del centro de emisión, inclusive sector mirador), proyección balística (hasta 2 km de distancia del centro de emisión en el caso de bombas), dispersión y caída de piroclastos (decenas de km), gases volcánicos y lluvia ácida influenciados por la dirección de los vientos WSW y lahares en la mayoría de los ríos ubicados al suroeste del volcán.

Una erupción, puede generar problemas por caída de ceniza a 14 cantones en menor o mayor proporción. Los cantones de Alajuela, Grecia y San Pedro de Poás, con una población cercana a los 400 000 personas, son los más propensos a verse afectados por esta actividad.

## **SUSCEPTIBILIDAD A LA CONTAMINACIÓN SALINA DEL ACUÍFERO CONFINADO COSTERO DEL EJE BANANERO DE URABÁ CON TÉCNICAS HIDROGEOQUÍMICAS E ISOTÓPICAS, ANTIOQUIA, COLOMBIA**

Vanessa Paredes (2010)

Este proyecto abarca un área de estudio de 8 916 km<sup>2</sup>, está localizado en la zona noroccidental del Departamento de Antioquia, Colombia conocida como el Golfo de Urabá. Geológicamente la zona de interés se encuentra constituida por rocas sedimentarias terciarias (T1 y T2) y depósitos aluviales (Cuaternario). Las unidades hidrogeológicas de mejor potencial para el aprovechamiento de aguas subterráneas lo constituyen la unidad T2 (acuífero confinado) y los depósitos cuaternarios. La precipitación promedio de esta área es 2600 mm/año a 3600 mm/año. El objetivo de este estudio consistió en determinar la susceptibilidad a la contaminación salina del acuífero costero del eje bananero de Urabá, con la utilización de hidrogeoquímica e información geológica, geofísica, hidrogeoquímica e hidráulica para mejorar modelo hidrogeológico conceptual existente y realizar una caracterización hidrogeoquímica para evaluar los procesos de salinidad en el acuífero confinado.

La metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación, fue la integración de la

información geológica, geofísica e hidrogeológica para validar las características hidráulicas del acuífero, su geometría y funcionamiento para actualizar el modelo hidrogeológico conceptual; y a partir de allí, con el uso de herramientas complementarias determinar e identificar procesos que pueden afectar las características físico-químicas naturales del agua subterránea.

Con los resultados obtenidos, se evidencia que los procesos de salinización presentes en el acuífero costero del Eje Bananero de Urabá podrían estar ligados a la interacción agua - roca, a mezclas con aguas que se salinizaron como resultado de procesos de transgresión-regresión antiguos en la zona de estudio. Las técnicas hidrogeoquímicas constituyen una herramienta complementaria a la hidrogeología dado que permiten responder los interrogantes que se presentan en sistemas complejos, como es el caso de los acuíferos costeros, donde la salinidad normalmente asociada a procesos de intrusión salina, puede obedecer también a la conjunción con otros aspectos hidroclimatológicos e hidrodinámicos.

## **GESTIÓN DEL RIESGO EN CASO DE INCENDIO EN EL HOSPITAL NACIONAL DE NIÑOS, COSTA RICA**

Adriana Flores & Rocío Valverde (2011)

En este trabajo final de investigación aplicada, se elaboró un plan de acción en Gestión del Riesgo en caso de incendio en las instalaciones del Hospital Nacional de Niños, único hospital pediátrico en Costa Rica.

El impacto de la aplicación de este plan, tendrá un efecto a nivel nacional y podría ser utilizado como referencia por otros hospitales del país adaptándolo a su realidad. Máxime que a nivel nacional aun no se ha publicado un estudio similar, en el cuál el riesgo de incendio sea abordado desde una perspectiva integral, tomando en cuenta la opinión de los directivos del centro hospitalario.

Se utilizó una metodología cualitativa y se aplicó el análisis de vulnerabilidades y capacidades (ACV) que utiliza la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y Media Luna Roja, la cual se complementó con la fórmula de la Universidad de Wisconsin-Madison para la evaluación de la amenaza. En el proceso de investigación participaron miembros del Consejo de Dirección del hospital a través de entrevistas, para identificar la amenaza de incendio, así como la vulnerabilidad interna. También se realizaron

talleres con el Comité de Emergencias Local y los Coordinadores de Brigada, donde se estimulo la sensibilización de los participantes sobre el riesgo de que ocurra un incendio hasta llegar a generar acciones para fomentar la resiliencia (capacidad para adaptarse o resistir).

A partir del trabajo en equipo se determinaron los elementos y factores que pueden dar origen a un incendio y se identificaron las instalaciones más vulnerables del hospital, así mismo se analizó la capacidad para enfrentar los casos de incendio.

Se concluye que este hospital ha cumplido con la capacitación a los funcionarios para la atención de emergencias por incendio, pero es necesario capacitar a los tomadores de decisión en materia de Gestión de Riesgo para que se involucren en el cambio más proactivo hacia la prevención.

Finalmente, con la información recopilada se propone un Plan de Acción en Gestión de Riesgo en Caso de Incendio que incluye diez proyectos, con actividades, responsables, plazos, financiamiento y forma de divulgación.

## **PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDROGEOLÓGICO CON RELACIÓN AL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL ESPACIO COSTERO DE EL COCO. CARRILLO, GUANACASTE. COSTA RICA**

Lidia Orias (2011)

La presente investigación se realizó en el espacio costero de El Coco, del distrito Sardinal del cantón de Carrillo, de la provincia de Guanacaste.

El área de estudio se asienta en el acuífero El Coco, que presenta un acelerado crecimiento urbano, enfocado en la actividad turística, que ha incrementado la presión por el recurso hídrico, debido a los cambios en el uso de la tierra, por el aumento de actividades económicas, que paralelamente han favorecido la extracción de agua de pozos privados sin regulación. Esta realidad ha provocado una alta vulnerabilidad a la contaminación del acuífero costero El Coco.

No existen investigaciones antecedentes sobre planes de gestión ambiental de la disponibilidad del recurso hidrogeológico, con relación al abastecimiento de agua en el espacio costero de El Coco, ni en otros distritos del cantón de Carrillo, por ello, la presente investigación es de tipo diagnóstica exploratoria.

Se utilizaron fuentes secundarias para realizar un análisis de las características geológicas e hidrogeológicas del área de estudio, asimismo para efectuar un análisis histórico del uso de la tierra, a fin de investigar el proceso de construcción y

transformación del espacio costero de El Coco. Se aplicó la técnica de fotointerpretación de fotografías aéreas de los años: 1947, 1971, 1998 y de teledetección a partir de imágenes satelitales de año 2007, además del levantamiento in situ de coordenadas con GPS del año 2009, para obtener una secuencia de cuatro mapas de Uso de la tierra (1947, 1971, 1998 y 2009), con la utilización de SIG.

Se utilizaron encuestas estructuradas y abiertas como fuentes primarias para obtener información acerca del uso y la gestión del agua en El Coco, dirigida a usuarios del servicio de agua potable y dirigentes locales.

En esta investigación se evaluó el estado del marco legal del recurso hídrico en el espacio costero de El Coco, así como el uso del recurso hídrico. Se identificó y caracterizó las redes de pozos potencialmente vulnerables a la contaminación que abastecen al espacio costero de El Coco.

Finalmente se propuso un modelo de gestión integral en el manejo sostenible, administración y protección del recurso hidrogeológico, considerando las políticas y normativas nacionales, la legislación municipal y las directrices de los actores locales.

*Resúmenes de Tesis de Licenciatura***EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO PARRITA,  
PACIFICO CENTRAL DE COSTA RICA**

Rafael Matamoros (2010)

Se realizó una evaluación hidrogeológica del acuífero en el sector de Parrita, provincia de Puntarenas, con el fin de generar herramientas técnicas para la planificación y toma de decisiones. La zona de Parrita corresponde con una de las regiones costeras con mayor crecimiento demográfico y económico del país, lo que podría provocar que la demanda del recurso hídrico se vea en aumento, debido a la necesidad de satisfacer las necesidades de su población.

Para el estudio, se llevó a cabo consulta bibliográfica y recolección de datos en campo, mediante pruebas de infiltración, pruebas de bombeo y monitoreo de niveles en pozos, sondeos eléctricos verticales, inventario de pozos y nacientes sin concesión, muestreo de suelos y aguas para análisis físico-químicos e isótopos de deuterio y oxígeno-18. Con los datos recolectados, se construyó perfiles hidrogeológicos y geoelectrónicos, balances hídricos de suelos para el cálculo de recarga potencial, se utilizó el método de balance de aguas subterráneas para obtener un aproximado del volumen disponible de agua, diagramas hidrogeoquímicos para la caracterización del agua, análisis de isotopía en relación al sistema hídrico, y se generó mapas temáticos

para diferentes componentes del modelo conceptual hidrogeológico y mapas productos de recarga potencial y vulnerabilidad intrínseca.

El acuífero presenta una extensión de 133,49 km<sup>2</sup>, está constituido de limos, arcillas, arenas y gravas, su espesor varía entre 5 a 25 m aproximadamente, los niveles de agua subterránea presentan profundidades entre 0 y 10 m aproximadamente, la dirección del flujo subterráneo es hacia el sur y presenta alta influencia de la tectónica. El techo del acuífero se compone de limos y arcillas, con espesores entre 2-21 m, otras áreas se componen de finos hasta gravas, los cambios de granulometría del techo del acuífero crean variaciones en el grado de confinamiento hidráulico. La recarga potencial es de 6292,85 mm/año. El acuífero se encuentra subexplotado, pues el volumen de la recarga potencial (4229,88 l/s) es mucho mayor que el volumen de las descargas (657,60 l/s). Desde el punto de vista hidrogeoquímico e isotópico, las aguas son bicarbonatadas-cálcicas, con una recarga inmediata, tanto directa como lateral hacia el acuífero. El acuífero presenta cuatro zonas de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación: Baja, Media, Alta y Extrema.