

# **Colección de mapas geológicos**



## GEOLOGÍA DE LA HOJA GENERAL, COSTA RICA

Guillermo E. Alvarado<sup>1,2\*</sup>, Rafael Barquero<sup>1</sup>, Waldo Taylor<sup>1</sup>, Allan López<sup>1</sup>,  
Alexis Cerdas<sup>1</sup> & Jerry Murillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Costarricense de Electricidad, Apdo. 10032-1000, San José, Costa Rica

<sup>2</sup>Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica

\*Autor para contacto: galvaradoi@ice.go.cr

(Recibido: 12/02/08; aceptado: 20/07/09)

### INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la hoja General (Fig. 1) cubre lo que es la Fila Costeña, que consiste en una cadena montañosa compuesta en su mayoría de rocas sedimentarias detríticas, basculadas hacia el noreste. La zona de estudio presenta elevaciones que varían entre 164 y 620 m s.n.m. Las crestas de los cerros y colinas de la Fila Costeña son generalmente redondeadas y tienen en superficie suelos lateríticos y bauxíticos con no más de 10 m de espesor. El colector principal es el río General y los ríos Pejibaye, Platanares, Ceibo, Águila, y quebrada Bolivia, son colectores secundarios, los cuales a su vez drenan una gran cantidad de quebradas y ríos menores, formándose ángulos más o menos fuertes entre los colectores importantes

y sus afluentes con un patrón de drenaje de tipo subparalelo. Esto indica un control estructural sobre la red de drenaje, hecho que se evidencia muy bien en la región, al observarse que los cursos se ajustan a la estratificación o a fracturas. En cañón del río General es de tipo antecedente (Bergoeing & Brenes, 1979; Mora, 1979), con meandros encajados y algunos rápidos.

Se diferencian varias grandes unidades geomorfológicas (para detalles, ver Mora, 1979):

a) La Fila Costeña, representada por laderas con una inclinación constante hacia noreste, es decir hacia el río General, constituidas por rocas sedimentarias (areniscas, brechas, conglomerados) y por rocas volcániclasticas (brechas y conglomerados volcánicos), con una superficie laterítica. Presenta sectores escarpados (cascadas

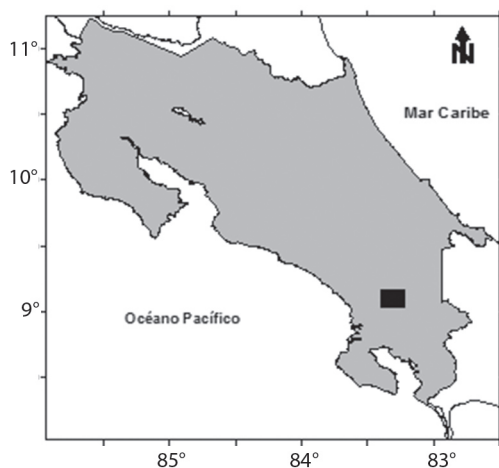


Fig. 1: Mapa de ubicación de la hoja General

afluentes, valles encañonados, rápidos, acantilados) y rellenos aluviales planos.

b) Los paleo-abanicos del Valle de El General, representados por antiguos conos de deyección, con diferentes grados de disección y conservación, con sectores escarpados hacia el Valle del General producto de un frente de deslizamientos activos.

c) Llanos interfluviales, con rellenos aluviales de tributarios del General.

Las fuertes pendientes, la deforestación, el sobrepastoreo y la presencia de suelos lateríticos han favorecido la acción erosiva, los deslizamientos y la remoción del escaso suelo.

El presente trabajo engloba una compilación geológica de la hoja topográfica 1: 50 000 llamada General, realizada para diversos proyectos hidroeléctricos estudiados por el ICE (Huacas, Boruca, Kamancragua, Diquís), en diferentes años e incluido en informes internos y tesis (Mora, 1979; Estrada & Alvarado, 1993; Alvarado et al., 1997; Cerdas et al., 2004, 2008). De igual modo, es una contribución al proyecto: “Estratigrafía y tectónica de áreas claves de Costa Rica”, número 830-A5-047, de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

## FORMACIÓN TÉRRABA

**Antecedentes:** Descrita por Dengo (1962) y Mora (1979), entre muchos otros.

**Descripción:** Consiste en una serie de lutitas negras, areniscas calcáreas y volcarenitas así como conglomerados finos. Presenta estratos bien definidos y se interpreta como una secuencia turbidítica, pudiéndose reconocer las facies Lagarto y Zapote.

**Localidades:** Afloramientos dentro del área de estudio se pueden observar en Alto La Escuadra, La Bolsa, Bajo Maíz y Ojo de Agua, entre otros.

**Edad geológica:** La asociación faunística reportada en la literatura nos indica una edad Oligocena Superior a Miocena Inferior (Fisher, en Mora, 1979). Aunque no se realizaron dataciones adicionales para el presente estudio, la edad de esta formación ha de ser más antigua que 11-17,5 Ma (edad de las intrusiones de Puerto Nuevo; ver detalles abajo), debido que las rocas sedimentarias presentan evidencias de haber sido intruidas cuando ya estaban litificadas. Por eso la edad paleontológica Oligocena Superior hasta Miocena Inferior está acorde con los datos isotópicos.

## FORMACIÓN CURRÉ

**Antecedentes:** La litoestratigrafía de la Formación Curré aparentemente es similar a la de la Formación Gatún del Occidente de Panamá, del Mioceno Medio. Rocas de características similares han sido reconocidas en el litoral pacífico de Costa Rica y han sido asignadas al Mioceno Medio y Superior (ver Mora, 1979 y referencias allí citadas).

**Descripción:** Consiste en una serie de areniscas tobáceas con intercalaciones de conglomerados, limonitas y ocasionalmente lutitas, que presentan en superficie fresca, un color verde oscuro, a veces parduzco en condiciones alteradas. Mora (1979) y Cerdas et al. (2008) distinguen tres subunidades:

a) *Subunidad de Conglomerados:* Predominan conglomerados y areniscas fosilíferas cuyos componentes son, en su mayoría, de origen volcánico, de color verde grisáceo, con granulometrías de hasta 0,5 con, y generalmente cementados en una matriz autigénica y clorítica.

b) *Subunidad Lutitas:* Está formada por lutitas de color negro, intercaladas esporádicamente con estratos de areniscas y conglomerados finos.

Generalmente, se presentan muy cloritizadas, compuestas básicamente, de productos volcánicos.

c) *Subunidad Lutitas-arenisca gruesas fosilíferas*: Se ubica en la desembocadura de la Quebrada Fresca con el Río Las Pilas (Fig. 2). Presenta un espesor mínimo medido en el campo de 6 m. Solo en este afloramiento se observaron macrofósiles. Litológicamente, la subunidad, comprende una serie de intercalaciones de lutitas y areniscas gruesas gris-verdosas, que tienen cemento calcáreo y están mal seleccionadas. Poseen litoclastos que van desde subangulares hasta subredondeados, de detrito de areniscas y lutitas grises (3 cm x 1 cm, como tamaño de clasto máximo), predominando 0,5-1cm de diámetro, con anfíboles observables a simple vista y restos de materia orgánica. Los microfósiles consisten principalmente de bivalvos (pectínicos) y gasterópodos (turritelas) (Figs. 3 y 4). Microscópicamente, la fracción fosilífera representa más de 60% de la composición detrítica de

la roca. La estratificación es paralela planar, con espesores promedio y máximo de 28,5 cm y 60 cm, respectivamente para las areniscas gruesas, mientras que los espesores de areniscas finas son mayores, en promedio presentan 1 m. El espesor mínimo medido en el campo de la subunidad es de 6 m. Estratigráficamente, se encuentra hacia el tope de la secuencia sedimentaria observada en la localidad (Cerdas et al., 2008).

**Localidades:** Afloramientos dentro del área de estudio se presentan de Las Pilas (o Bajo Las Pilas) y Alto Guacal del Chiricano.

**Edad geológica:** La mayoría de los fósiles de la subunidad de Lutitas es característica del Mioceno Medio, aunque se presentan especies tanto más antiguas como más recientes (Fischer, en Mora, 1979). Para el presente estudio no se realizaron dataciones adicionales y los hallazgos de fósiles de moluscos son casuales en los bloques de los ríos pero no evidentes en afloramientos, con excepción del afloramiento en la confluencia



Fig. 2: Localidad de la subunidad fosilífera



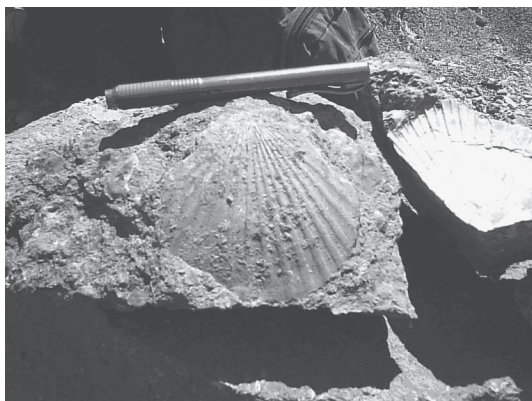


Fig. 3: Fósil de bivalvo en estratos de arenisca gruesa

entre la quebrada Fresca y el Río Las Pilas. Sin embargo, dicha formación no está cortada o no presenta cuerpos hipoabisales de la Formación Puerto Nuevo (mayoritariamente entre 11 y 15 Ma) del Mioceno Medio, pero sí por cuerpos hipoabisales asociables a la Formación Grifo Alto (6,1-6,4) del Mioceno Superior Tardío, por lo que podría pensarse en una edad restringida del Mioceno Superior (entre 11 y 6,5 Ma). La presencia de fósiles más antiguos como más recientes del Mioceno Medio según Fisher (en Mora, 1979) nos hace pensar en un posible retrabajo y por ello una edad Miocena Superior parece plausible. Todo lo anterior deberá demostrarse mediante estudios micropaleontológicos más detallados.

### FORMACIÓN PUERTO NUEVO

**Descripción:** Se trata de cuerpos hipoabisales pequeños, con forma de diques (3,4-4,8 km de extensión por 0,2-0,4 km de ancho) y rumbos WNW-ESE, que intruyen a las rocas de la Formación Térraba. Petrográficamente, son gabros y gabros cuarcíferos de textura granular en el centro y textura más fina en sus bordes, al grado que emulan andesitas.

**Localidades:** En el área de estudio afloran en las cercanías de Bajo Maíz, en las nacientes de las Quebradas Café y Esperanza, y entre Jalisco y Las Nubes.

**Aspectos regionales:** Cuerpos petrográfica y cronológicamente similares se han reconocido a lo largo de toda la Fila Costeña, y muchos de ellos

aún merecen cartografía de detalle (ver Denyer y Alvarado, 2007).

**Edad:** Las primeras dataciones radiométricas de este sector (Woodward-Clyde, 1980; Heywood, 1984, ambas en de Boer et al., 1995), relacionadas con las rocas intrusivas que allí afloran, permanecieron en su mayor parte desconocidas para la comunidad científica por años, hasta que de Boer y colaboradores la dieron nuevamente a conocer. Dichas rocas provenientes del sitio de presa de Boruca y de la Fila Costeña consistentemente suministraron edades entre 14,8 y 11,1 Ma. Otras dataciones realizadas por McMillan et al. (2004), aportaron edades con rangos mayores: 17,50 Ma cerca de Dominical pero 11,67 y 12,80 Ma cerca de Palmar, acordes con los rangos de edades compiladas por de Boer y colegas.

### FORMACIÓN GRIFO ALTO

**Antecedentes:** El nombre de esta Formación Paso Real fue propuesto por Dengo (1962) para referirse a un conjunto de sedimentos piroclásticos depositados en un ambiente subacuático, asociados a aglomerados con lavas. Henningsen (1966) expone que a lo que Dengo denominó como Formación Paso Real, se compone de conglomerados de guijarros y bloques ígneos (lavas y rocas plutónicas), ocasionalmente areniscas, lutitas y cornubianitas, dentro de una matriz arenosa. Claramente, los depósitos volcánico-clásticos (andesitas con anfíbol) aflorantes por San Vito



Fig.4 3: Gasterópodos (turritelas), en estratos de arenisca gruesa

de Java, también fueron incluidos dentro de la Formación Paso Real, incrementándose la confusión. Mora (1979) subdivide la Formación Paso Real en el área de estudio en dos unidades. En la primera y más antigua, predominan productos volcánicos denominados Unidad Mano de Tigre y la segunda unidad está constituida predominantemente por un grupo de conglomerados (algunos de tipo fanglomerados), areniscas, depósitos aluviales volcánicos y arcillas lacustres, a la cual Mora (1979) denominó Unidad El Brujo (ver detalles de esta complicada historia en Fig. 5).

En el trabajo de campo de detalle para el presente estudio y con base en dataciones radiométricas (MacMillan et al., 2004) se logró diferenciar una unidad lávica y más antigua (andesitas hasta doleritas hipoabisales y quizás efusivas) y una unidad volcániclastica, prácticamente monomítica, de composición basáltica, con diques casuales, de edad más reciente, que difiere significativamente en origen y composición a las brechas y lavas ricas en anfíbol aflorante en los alrededores de San Vito de Java. Por ello, es que hemos preferido utilizar el término Grifo Alto (Denyer y Arias, 1991) en lugar del confuso término de Paso Real.

### Unidades Lávicas

Representadas por un cuerpo lávico, predominantemente hipoabisales, tal y como el que encontramos representado en el posible sill diabásico del cerro Bolas (6,4-6,2 Ma), que forma geomorfológicamente una cuesta, y en un dique andesítico rico en plagioclasas con marcada estructura fluidal (6,1 Ma), presente en la quebrada La Danta (MacMillan et al., 2004), y que forma cierto relieve positivo.

### Unidades volcániclasticas

Brechas y conglomerados volcánicos: Brechas monomíticas (monolitológicas) formadas por fragmentos de lavas angulares hasta subangulares, con fortuitos fragmentos subredondeados, de diversos tamaños (normalmente entre 2 y 30 cm, unos pocos de hasta 2 m de diámetro) y en contacto puntual. Afloran en el cauce del río General (539,0-337,2). Aunque son monolitológicas, algunas presentan diferencias petrográficas, tales como lavas masivas o vesiculares, grises y con muchos o pocos megafenocristales de clinopiroxenos.

*Facies de conglomerados brechoides:* Consiste en un conglomerado groseramente estratificado, constituido por paquetes de bloques redondeados a subangulares de lavas, predominando los subredondeados, de 1 cm hasta 1,5 m de diámetro, pero en su mayoría son angulares a redondeados y de menor tamaño (<35 cm), normalmente en contacto puntual. Los fragmentos son principalmente andesitas hasta basaltos, poco a moderadamente porfiríticas, sobresaliendo los basaltos con megacristales de clinopiroxenos de hasta 1,5 cm de diámetro, algunos con forma octaédrica bien definida. La matriz (10-25%) es volcániclastica y suele estar constituida por arenas volcánicas gris café. No suelen observarse estructuras sedimentarias evidentes. Su grado de compactación es alto y es la facies más abundante. Afloran en el río General (539,4-337,1), puente sobre el río General (543,2-338,2), quebrada Potrero (539,8-336,6), y entre la población de Terraba y el río Veraguas.

*Facies de conglomerados:* Están constituidos por fragmentos de lava bien redondeados (cantos), de 1 cm hasta 2 m de diámetro, normalmente entre 8 y 25 cm, en contacto puntual. Se

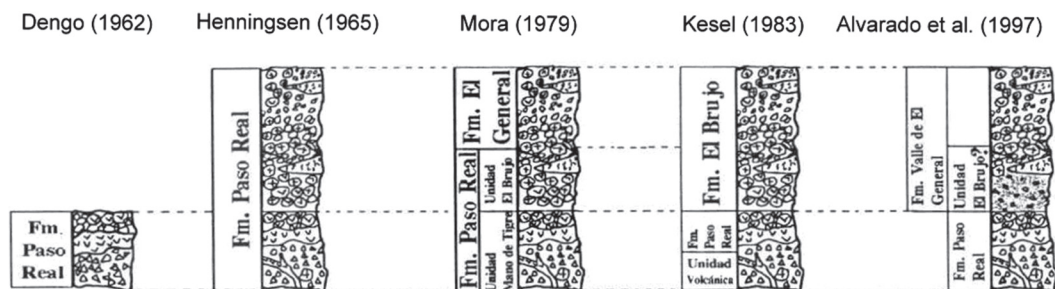


Fig. 5: Propuestas de columnas estratigráficas de la hoja General, notándose el problema de las definiciones de las unidades.

presenta internamente pobremente estratificados y su grado de compactación es alto. Su litología está constituida predominantemente por lavas de diversa petrografía (pórfidos andesíticos ricos en plagioclasas, andesitas negras afaníticas, andesitas piroxénicas) y <1% de rocas intrusivas. La matriz arenosa (normalmente 20-30%) rellena los intersticios de los cantos. Constituye la facies que le sigue en abundancia a la de conglomerados brechoides. Afloran en el río Veraguas (539,3-334,75).

*Facies de tobas:* Depósitos de cenizas volcánicas consolidados (tobas) que afloran localmente interestratificados entre las facies volcanoclásticas gruesas. Sus espesores son métricos y se encuentran interestratificados con las facies anteriores. Poseen laminación cruzada, paralela o sin laminación alguna (masiva) y presentan tonalidades café y gris claro. Afloran localmente en la quebrada Potrero (541,0-336,4), puente sobre el río Veraguas (539,3-334,75).

*Facies de tobas conglomerádicas y tobas brechoides:* Depósitos subordinados constituidos por fragmentos subredondeados a subangulares de lavas piroxénicas de hasta 1 m de diámetro, flotando en una matriz volcanoclástica tamaño arena y de clastos centimétricos (55-90%). Afloran localmente en la quebrada Potrero y en el río Veraguas (541,0-336,4). Se presenta en esta zona una alternancia de conglomerados gruesos y areniscas gruesas y medias macizas, de estratificación métrica. Esta unidad aparece especialmente a partir de la cota 275 m s.n.m.

**Localidades:** Estos materiales afloran en el río General (de la cota 275 a la 150 m s.n.m.). Otros afloramientos se localizan en el río Veraguas, localidad de Kamankrawa y cerca de la confluencia de los ríos General y Coto Brus, en la unión de la quebrada Cuán y el río Grande de Térraba, hasta la quebrada La Escuadra sobre el mismo río, así como desde San Andrés hasta la quebrada Clavera. Algunos de los mejores afloramientos están presentes en Paso Real, pero Dengo (1962) no encontró ninguna sección completa. Recientes estimaciones indican que su espesor total extrapolado ha de ser superior a los 350 m e inferior a los 600 m.

**Aspectos regionales:** Alvarado & Pérez (1998) consideran que la Unidad Mano de Tigre puede ser un equivalente lateral de la Formación Doán.

**Relaciones estratigráficas:** Sobreyace discordantemente a la Formación Curré.

**Edad geológica:** Un bloque basáltico dentro de los debris flows monomícticos cerca del puente del Brujo y lugares vecinos, y bajo los conglomerados polimícticos, arrojaron edades de 3,87-3,6 Ma (MacMillan et al., 2004). La edad del bloque basáltico datado por Kesel (1983) en  $5,0 \pm 0,4$  Ma, así como las edades de de Boer et al. (1995) de 4,31-3,37 Ma se ubicarían en una posición intermedia, entre el vulcanismo hipoabisal (6,4-6,1 Ma) y los debris flows monomícticos o bimícticos previamente descritos. En tal caso, está claro que existió un vulcanismo, que en términos generales estuvo comprendido entre 6,4 y 6,1 (evento subvolcánico) y entre 4,6 y 3,4 Ma (evento volcánico y epiclástico), que aunque de reducida extensión, merece estudiarse con más detalle.

**Aspectos específicos:** El origen es indudablemente dual: volcánico primario (diques, sills, y autobrechas) hasta volcánico retrabajado. La presencia de brechas y tobas, así como diques casuales son, sin lugar a dudas, indicio de la existencia de varios focos volcánicos en las vecindades en un lapso de 2 millones de años. Las brechas volcánicas observadas se parecen a las autobrechas de progresión (brechas basales y superiores) de las coladas de lava, evidencias de lo cual sería su elevado grado de angulosidad, similar petrografía, poca matriz, fragmentos oxidados, posibles paleosuelos oxidados (contactos quemados) y su cercanía con coladas conocidas. En otros casos, se podrían asociar con flujos de escombros volcánicos (avalanchas de bloques), tal y como parece indicarlo su elevado grado de angulosidad, petrografía similar, granulometría polimodal, así como la coexistencia de fragmentos vesiculados y masivos. Finalmente, en algunos casos se han llegado a observar clastos subredondeados que hacen pensar en un cierto retrabajamiento y, por ende, sugieren que algunos de estos depósitos pueden tener localmente un origen epiclástico (retrabajo sedimentario) más que volcánico puro. Por otro



lado, estos depósitos están subordinados (<5% vol.) con respecto a las facies de conglomerados y brechas conglomerádicas, que más bien nos indican un régimen fluvial torrencial, representando mayoritariamente flujos de escombros pseudoplásticos (*seudoplastic debris flows*) hasta depósitos de barra fluvial; algunos depósitos se asemejan mucho a lahares. Su geometría se puede visualizar como canales en forma de cuchara y de relleno asimétrico hasta mantos y barras de gravas.

## FORMACIÓN VALLE DE EL GENERAL

**Antecedentes:** Dóndoli (1943) la define como “Terrazas compuestas por materiales aluviales en su mayoría de origen volcánico”. Henningsen (1965) hace también mención de la presencia de abanicos aluviales en el flanco pacífico de la cordillera de Talamanca. Castillo (1978) la define por primera vez como Formación Valle de El General y estudia estas áreas desde el punto de vista económico para la explotación de sus depósitos bauxíticos. Henningsen (1966) expone que a lo que Dengo (1962) denominó como Formación Paso Real, se compone de conglomerados de guijarros y bloques ígneos (lavas y rocas plutónicas), ocasionalmente areniscas, lutitas y cornubianitas, dentro de una matriz arenosa. Mora (1979) subdivide la Formación Paso Real en dos unidades. En la primera y más antigua, predominan productos volcánicos previamente descritos, a la cual Mora (1979) denominó Unidad Mano de Tigre. La segunda unidad está constituida predominantemente por un grupo de conglomerados (algunos de tipo fanglomerados), areniscas, depósitos aluviales volcánicos y arcillas lacustres, a la cual Mora (1979) denominó Unidad El Brujo. Kesel (1983) denominó dentro de la Formación el Brujo a la Unidad El Brujo de Mora (1979) y a la Formación El General de Mora (1979), también conocida como Formación Valle del General (Castillo, 1978; Alán, 1983). Ver detalles en Fig. 5.

El mayor problema radica en que la definición original de Mora (1979) es más del tipo estructural (sedimentos fuertemente basculados) que

litológica. Sin embargo, detalle de campo dentro y fuera del área de estudio, evidenciaron que:

a) Existe una diferencia substancial entre la Unidad Mano de Tigre (= Fm. Paso Real sensu Dengo, 1962), la cual está constituida predominantemente por clastos volcánicos, y la Unidad El Brujo, constituida por clastos de diversos orígenes: intrusivo, sedimentario y volcánico.

b) El grado de basculamiento de la Unidad El Brujo es mayor conforme nos acercamos a las fallas inversas cartografiadas por Mora (1979), decreciendo conforme nos alejamos de las mismas, es decir el tectonismo no es un criterio diagnóstico.

c) La Formación Valle de El General es litológicamente similar -si no idéntica- a la Unidad El Brujo, y de igual manera está tectonizada (basculada). El grado de lateritización no es un criterio alguno para diferenciarlas, dado que va a depender del grado de pasividad tectónica y de profundidad erosiva a que hayan estado sometidos los depósitos.

Por ello, en el presente estudio se adosan en una sola unidad ambas secuencias de conglomerados polimícticos: a la Unidad El Brujo y a la Formación Valle del General. Esta agrupación está acorde con a lo que Kesel (1983) llamó Formación Brujo, pero que en nuestro caso se prefirió utilizar el término más antiguo de Formación Valle del General procedente de Castillo (1978).

**Descripción:** En la localidad tipo (sensu Mora, 1979), ubicada inmediatamente después del puente sobre el río General (543,3 - 338,3), se observa un depósito conglomerádico constituido por grandes bloques de hasta 2 m de diámetro, por lo general entre 20 y 50 cm, constituido predominantemente por lavas y rocas plutónicas casuales, algunos con alteración esferoidal, con una matriz de guijarros y arenas; algunos cantos oblongos presentan cierta imbricación. Se presenta groseramente estratificado, con gradaciones normales e inversas, con paleosuelos intercalados poco desarrollados. Su grado de compactación es moderado. En su parte superior se presenta un suelo laterítico. Su espesor es de unos 12 m.

Esta unidad está representada por abanicos de deyección aluvial formados por fanglomerados

de guijarros y bloques de rocas ígneas de hasta 4 m de diámetro, flotantes hasta en contacto puntual en una matriz de arcilla y arena (Mora, 1979; Alán, 1983). El alto grado de laterización bauxítica que muestra en algunos sectores ha ocasionado el interés por la explotación de aluminio (Alán, 1983). En cuanto a su contenido de fósiles, Kesel (1983) ha reportado sobretodo materia orgánica (troncos, planton, hojas)

**Localidades:** Se le observa perfectamente a lo largo de la carretera Interamericana y dentro del área de estudio en los alrededores de las poblaciones de Buenos Aires, Santa Marta, Las Ánimas y Florida. Su espesor máximo estimado es de 400 m (Mora, 1979) hasta 600 m (Kesel, 1983).

**Aspectos regionales:** Se trata de abanicos coalescentes que se presentan desde San Isidro de El General hasta por lo menos Buenos Aires. En San Vito de Java y alrededores, también se presentan abanicos similares, pero con características particulares como el predominio de andesitas y dacitas con anfíbol.

**Relaciones estratigráficas:** Según Mora (1979), los abanicos aluviales de la Formación Valle de El General sobreyacen parcialmente en forma posiblemente discordante a la Formación Paso Real y no posee unidad litoestratigráfica sobreyacente, además de los depósitos superficiales del Cuaternario. Kesel (1983), asigna una edad Plio-Pleistocena a esta formación, dado que incluye a los depósitos de la Formación Valle del General.

**Edad geológica:** Su edad Cuaternaria la verificó Kesel (1983) con base en dataciones de carbono 14.

**Aspectos específicos:** Los abanicos están yuxtapuestos y son coalescentes. Su origen es el producto de la destrucción erosiva de la cordillera de Talamanca durante su emplazamiento y por el deshielo de glaciares pleistocénicos. A causa de ello, es posible distinguir varias generaciones de abanicos y se nota que por lo general su tamaño disminuye con la juventud relativa.

## ALUVIONES Y COLUVIOS

**Descripción:** Se trata especialmente bloques decimétricos a métricos y gran cantidad de

aluviones de medios a gruesos, así como limos y sedimentos finos transportados por los ríos principales, provenientes de las estribaciones de la Cordillera de Talamanca.

**Localidades:** Se aprecian, especialmente en los ríos General y Ceibo

**Relaciones estratigráficas:** Sobreyacen a todas las unidades pues son los materiales más recientes.

**Edad geológica:** Cuaternario (Pleistoceno Superior a Holoceno).

## ESTRUCTURAS

La Fila Costeña consiste en una cordillera solevantada constituida principalmente por rocas sedimentarias basculadas a causa de un sistema de esfuerzos compresivos. Este monoclin buza al noreste y está interrumpido por fallas y pliegues locales. Las fallas de mayor importancia son de tipo inverso y con un rumbo general WNW-ESE (Mora, 1979), aunque, localmente se pueden observar algunos alineamientos NNW-SSE que podrían corresponder con fallas o zonas de debilidad estructural de cierta importancia.

Morfológicamente, el área estudiada, sobre todo la conducción, se manifiesta como una meseta bastante irregular en la que predominan una serie de vallecitos y crestas, controladas por la litología aflorante y la tectónica imperante, por lo que se disponen paralelamente a la estratificación. En las depresiones se encuentran por lo general los sedimentos más finos y débiles como lutitas y areniscas finas, mientras que las crestas manifiestan la presencia de materiales más consolidados y más resistentes como areniscas gruesas y masivas.

El Valle de El General, por su parte, es una depresión (cuenca intra-arco) situada entre la cordillera de Talamanca y la Fila Costeña, rellena de sedimentos continentales del Cuaternario (Mora, 1979). La escasa información sugiere la probable existencia de un pliegue sinclinal a lo largo del Valle de El General (Dóndoli et al., 1968).

En la hoja General, diversos autores han propuesto algunos sistemas de fallas principales entre los que destacan fallas inversas de tipo sobrecorrimiento y otras fallas que conforman un sistema conjugado NE-SW y NW-SE. Con el objetivo de

buscar evidencias de estos sistemas de fallas se analizaron fotos aéreas y luego se realizó trabajo de comprobación en el campo. Para esto se recorrieron las quebradas Zapotal, López y Veraguas, y los ríos Ceibo y Platanares, en donde se habían observado alineamientos geomorfológicos que podrían ser fallas, sin embargo, con el trabajo de campo no se encontraron evidencias de fallamiento en dichos ríos y quebradas, por lo que solamente pueden ser considerados como alineamientos geomorfológicos. Debe aclararse, sin embargo, que en las dos campañas de campo se observaron rasgos morfológicos en ambas vertientes del General, más o menos paralelas al curso del mismo (sentido E-W) que sugerían tener un control neotectónico (escarpes aparentes, desplazamiento de divisorias de aguas, alineamientos, etc.), pero que no obstante, no mostraron evidencias ni en el campo ni en el estudio fotogeológico. Sin embargo, las fotografías analizadas, poseen mucha cobertura vegetal dado el año en que fueron tomadas. Por otra parte, la sismicidad superficial registrada por la RSN dentro de esta hoja topográfica es escasa.

Los sedimentos aluviales (terrazas) de la Formación Valle de El General, no muestran indicios fotogeológicos ni en el campo de grandes desplazamiento tectónico, al menos en los recorridos realizados durante la corta investigación de campo (véase además, Alvarado, 1987). Sin embargo, se observó localmente una falla con componente inversa que afecta a los paleoaluviones (localidad el Brujo), lo cual deberá de evaluarse más detenidamente en el futuro.

Dóndoli et al. (1968) sugieren la probable existencia de un pliegue sinclinal a lo largo del Valle de El General. Sin embargo, fue Madrigal (1977) quien describe por primera vez con cierto grado de detalle, que los abanicos aluviales sobre la Fila Costeña presentan cierto plegamiento (basculamiento o inclinación) contrario a su pendiente original de depositación, sugiriendo que algunos de ellos han sido afectados por efectos tectónicos del Cuaternario, a modo de una estructura monoclinial (en realidad él quiso decir homoclinial, es decir una estructura con un buzamiento extendido en un único sentido). No obstante, deberá de evaluarse en futuras investigaciones si se trata de una estructura homoclinial, dado que la contraparte en

los flancos de Talamanca corresponde más bien con el ángulo de depositación original de los abanicos provenientes, o si efectivamente consiste en un pliegue anticlinal, en el cual estos abanicos estarían plegados en ambos flancos. Lo importante es que en el sector de los abanicos, existen dataciones radiométricas que indican edades entre más de 37 000 y unos 8800 años (Kesel, 1983). Por lo menos tres edades comprendidas entre 17 000 y 8000 años, si parecen estar efectivamente afectadas por el basculamiento. De allí surge la pregunta de si este plegamiento es el resultado del arribo e interacción de la cadena de volcanes submarinos del Coco o del efecto de alguna falla regional. Estudios realizados en la península de Osa por Garder y colaboradores, sugieren que para rocas de similar ámbito de edad se encuentran casi horizontales en contraposición a nuestro caso en donde existe una inclinación de los abanicos del General, cerca de la prolongación hacia el Pacífico de un sistema de fallas inversas y transcurrentes. Así, se podría pensar que dicho basculamiento en es resultado de una neotectónica producto de una falla o sistema de fallas activas en la Fila Costeña.

## GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En la parte sur de la hoja General, la arquitectura tectónica local se caracteriza por un régimen contraccional y en menor escala rumbo-deslizante, ambas originadas por la interacción de las placas Cocos y Caribe con una dirección de convergencia al N33°E, perpendicular y oblicua respectivamente a las fallas generadas por estos regímenes.

Aquí las unidades de las formaciones Terraba y Curré se disponen concordantemente, conformando un homoclinial buzante al NE, que está deformado por elementos estructurales orientados preferencialmente al NW, la mayoría sobre-corrimientos intraformacionales, algunos de ellos con componente de rumbo y oblicuos a estos en ciertos casos. También hay una población minoritaria compuesta por fallas con desplazamiento de rumbo y alineamientos indiferenciados. En algunos casos, la evidencia es escasa y se deduce del curso de varios cauces hídricos que cortan el

homoclinal casi a 90°, situación que podría explicarse por el desarrollo de bandas de debilidad tectónica. Las discontinuidades tectónicas mayores se han emplazado sobre todo en las lutitas por su menor resistencia mecánica, lo que ha propiciado y acelerado su meteorización desarrollando así los valles citados, que también han facilitado la implantación de la red hídrica local y regional. En otras localidades dichas bandas de debilidad cortical generadas por los fallamientos inversos han sido utilizadas para emplazar los cuerpos gábricos que presenta un patrón de afloramientos similar a estos.

En afloramientos se han medido indicadores cinemáticos que comprueban que por lo general las fallas de rumbo son más recientes que los corrimientos. El sobrecorrimiento regional Changuena aflora en una de estas depresiones que constituye un verdadero valle de falla con un ancho de por lo menos 300 m en donde varios cursos de agua se han desarrollado aprovechando la debilidad local.

## REFERENCIAS

- ALÁN, M.A., 1983: Geología y estudios de la-teritas en el extremo noroeste del Valle de El General. Costa Rica.- 123 págs. Escuela C.A. de Geología, Univ. Costa Rica [Tesis de Lic.]
- ALVARADO, G.E., 1987: Estudio de reconocimiento geotectónico y evaluación preliminar de la vulnerabilidad geológica del Acueducto de Pejibaye sobre el río General, Pérez Zeledón.- 19 págs. ICE [Inf. interno].
- ALVARADO, G.E. & PÉREZ, W., 1998: The Doán Formation (Pliocene) of Costa Rica: An overview on its description, origin, lateral equivalents, and further implications on the closing of the Central America Seaway. -En: S. NISHIMURA & R. TSUCHI (eds.): Proceedings of the 6th International Congress on the Pacific Neogene Stratigraphy and IGCP-355, San José, Costa Rica, September, 13, 1996; and Kyongju, Korea, October 9-11, 1997: 150-167.
- ALVARADO, G.E., BARQUERO, R. & TAYLOR, W., 1997: Geología del P.H. Kamankrawa para la etapa de estudios preliminares.- 45 págs. + planos. Inf. OSV.97.12 ICE.
- BERGOEING, J.P. & BRENES, L.G., 1978: Geomorfología aérea del cantón de Buenos Aires, provincia de Puntarenas, Costa Rica.- mapa escala 1:200 000. Dpto. de Geografía, Univ. Costa Rica, IGN.
- CASTILLO, R., 1978: Geología regional preliminar de una parte del Valle de El General, Costa Rica.- Departamento de Desarrollo Geológico y Recursos Minerales, CODESA, Bol. Geol., 1: 289-293.
- CERDAS, A., LÓPEZ, A. & MURILLO, J., 2004: P.H. Boruca, Opción Río General, Mapa Geológico Línea de Túnel.- Escala 1: 20 000. ICE, PySA.
- CERDAS, A., JIMÉNEZ, D. & ACOSTA, P., 2008: Informe de avance geológico geotécnico de la toma de aguas del PH El Diquís.- 15 págs. ICE, PySA. [Informe interno].
- DENGO, G., 1962: Tectonic-igneous sequence in Costa Rica.- En: Petrologic Studies. A.F. Buddington volume: 133-161. Geol. Soc. Amer. Spec.: 132-160.
- DE BOER, J.Z., DRUMMOND, M.S., BORDELON, M.J., DEFANT, M.J., BELLON, H. & MAURY, R.C., 1995: Cenozoic magmatic phases of the Costa Rican island arc (Cordillera de Talamanca).- En: P. MANN (ed), Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America. Spec. Pap., Geol. Soc. Amer. Special Paper, 295: 35-55.

- DENYER, P. & ALVARADO, G.E., 2007: Mapa Geológico de Costa Rica 2007.- Escala 1:450 000, Librería Francesa S.A. Meridional.- 90 págs. Edic. especial, Dir. Gener. Geología, Minas y Petróleo, Min. de Industria y Comercio, Costa Rica.
- DÓNDOLI, C., 1943: La Región del General: Condiciones geológicas y geoagronómicas de la zona.- Depto. Nacional de Agricultura, Instituto de Defensa del Café, Tomo XIII, N° 106: 513-528. KESEL, R.H., 1983: Quaternary History of the Río General Valle, Costa Rica.- Nat. Geogr. Res. Rep. 15: 339-358.
- DÓNDOLI, C., DENGÓ, G. & MALAVASSI, E., 1968: Mapa Geológico de Costa Rica.- Escala 1: 700 000. Ministerio de Industria y Comercio, Dirección de Geología, Minas y Petróleo. MACMILLAN, I, GANS, P.B. & ALVARADO, G., 2004: Middle Miocene to present plate tectonic history of the southern Central American Volcanic Arc.- Tectonophysics, 392: 325-348.
- ESTRADA, A. & ALVARADO, G.E., 1993: Estudio geológico de reconocimiento del proyecto Huacas.- 23 págs + mapa [Informe interno ICE]. MADRIGAL, R., 1977: Evidencias geomórficas de movimientos tectónicos recientes en el Valle de El General.- Ciencia y Tecnología, 1 (1): 97-108
- HENNINGSSEN, D., 1966: La Fila Costeña del Pacífico de Costa Rica y su posición dentro del sistema montañoso Centroamericano MORA, S., 1979: Estudio geológico de una parte de la región sureste del Valle de El General, Provincia de Puntarenas, Costa Rica.- 188 págs. Escuela Centroamericana de Geología, Univ. de Costa Rica [Tesis Lic.]



