

ESTRATIGRAFÍA Y TECTÓNICA DE LA PARTE NORESTE DE LA HOJA DOTA (1:50 000), COSTA RICA

STRATIGRAPHY AND TECTONIC OF NORTHEAST PART OF DOTA QUADRANGLE (1:50 000), COSTA RICA

Luis G. Obando

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

(Recibido:11/05/2010 ; aceptado:1/06/2011)

ABSTRACT: The studied area belongs to the Térraba basin. The stratigraphy is represented by the following units: The Tulin Formation is composed by gabbros and pillow lavas with geochemistry similar. The pillow lava has vesicular and microdolerite texture. There are basaltic lavas interbedded with epiclastic sediments. The age of this formation is Upper Cretaceous to Basal Eocene. Descartes Formation was defined by first time in this area. The formation is composed by interbedded sandstones and mudstones. The colors of the rocks are black, red and greenish pink. The strata beds are good with centimetric laminations, but they are massive strata beds; locally the sequence present hydrothermal alterations and the rocks become light green color. The age is Late Paleocene using the *Morozovella velascoensis* foraminifera. Caraigres Formation belongs to the Valle Central Basin. It is composed by interbedded sandstones and mudstones, with black and gray color, the volcanic influence is common. The age of the formation is Oligocene to Basal Miocene. The geologic contact between Caraigres Formation and Descartes formations probably transitional. Curré Formation is composed by fine and coarse black sandstones, mudstones and dark grey volcanoclastic conglomerates. The conglomerates has metric packages with good stratification or interbedded with sandstones. The age is Middle Miocene. Grifo Alto Formation consists of porphyritic andesites with plagioclases, pyroxenes, amphiboles phenocrysts and porphyritic basalts with augite. It is possible to find fine and coarse weathering tuffs, and hydrothermal alteration. The age of this formation is Pliocene to Pleistocene. Altos Chiral Lacustrine Deposits are defined by first time in this study like a new geologic unit. It is composed by orange mudstones. It is not consolidated and it overlays Descartes Formation by angular unconformity. The outcrops are near Altos Chiral and Alto San Juan, to the west of San Marcos de Tarrazú. The age of this new unit probably is Plio-Pleistocene? Alluvial Terraces consist of alluvial deposits, with metric blocks of different kind of volcanic rocks. Some blocks have hydrothermal alteration. The outcrops are near San Marcos, Sta. María, Copey and Londres and Naranjito near Quepos.

The study area presents a strong tectonic influence, the deformation started with reverse faults which were subsequently cut by transcurrent faults. The most important fault is Paquita-Chonetera fault, which expose the Descartes Formation.

Keywords: Dota, Descartes Formation, Curré Formation, Aluviales Terraces, Lacustrine Deposits, Paquita-Chonetera Fault System, Paleocene, Miocene, *Morozovella velascoensis*.

RESUMEN: La zona de estudio muestra la estratigrafía de la Cuenca Térraba, que se describe a continuación:

La Formación Tulín está representada principalmente por gabros y basaltos vesiculares en almohadillas con texturas microdolerítica y geoquímicamente similares. Se observan intercalaciones de coladas basálticas con lentes de sedimentos epiclásticos. Se describen pequeños stocks de gabros de textura dolerítica. Su edad es Cretácico Superior al Eoceno Inferior. La Formación Descartes fue definida por primera vez en esta área. Está compuesta por intercalaciones centimétricas a decimétricas de areniscas y lutitas color negro y rojo a rosado verdoso. La formación se encuentra bien estratificada con buena laminación pero también puede encontrarse estratificación masiva. Localmente poseen una fuerte alteración hidrotermal que le confieren un color verdoso. Es datada como Paleoceno Tardío basado en el microfósil *Morozovella velascoensis*. La Formación Caraigres corresponde a la cuenca del Valle Central, está compuesta por intercalaciones de areniscas y lutitas, color gris a negro con influencia volcánica. Su edad es Oligoceno-Mioceno Inferior Basal. Aunque el contacto inferior no fue observado, las evidencias de campo hacen suponer que el contacto Caraigres y Descartes es de carácter transicional. La Formación Curré está compuesta por areniscas negras finas a gruesas, lutitas y conglomerados grises oscuros volcánicoclásticos intercalados. Estos conglomerados forman paquetes métricos bien estratificados o se presentan como laminaciones intercaladas dentro de areniscas. Su edad corresponde con el Mioceno Medio. La Formación Grifo Alto se compone de andesitas porfíricas con fenocristales de piroxenos, anfíboles y plagioclasas además de basaltos porfíricos con augita. También se han observado tobas finas y gruesas muy meteorizadas. Todos estos depósitos pueden tener alguna alteración hidrotermal ya sea piritizaciones y/o arcillitizaciones. Edad es Plioceno-Pleistoceno. Depósitos Lacustres Altos Chiral se definen por primera vez como una unidad nueva en la estratigrafía nacional. Estos lacustres se componen de depósitos arcillosos, café anaranjados, poco consolidados y sobreyacen en discordancia angular sobre la formación Descartes. Los depósitos lacustres afloran en los Altos Chiral y Alto San Juan al oeste de San Marcos de Tarrazú. Edad probable Plio-Pleistoceno(?). Terrazas aluvionales corresponden con depósitos aluvionales compuestos por fragmentos métricos de composición variada, aunque principalmente volcánicos. Los bloques pueden presentar fuerte alteración hidrotermal. Estos depósitos, se localizan en la zona de San Marcos, Sta. María, Copey y los poblados de Londres y Naranjito en Quepos.

La zona estudiada presenta una fuerte fracturación por fallas inversas y transcurrentes. La deformación se inició con fallas inversas, las que posteriormente fueron cortadas por fallas transcurrentes. La falla transcurrente más importante es la falla Paquita-Chonetera, ésta afecta las secuencias sedimentarias dejando expuesto el Paleoceno.

Palabras clave: Dota, Formación Descartes, Formación Curré, Terrazas aluviales, Depósitos Lacustres Altos Chiral, tectónica, Falla Paquita-Chonetera, sistema de fallas, Paleoceno, Mioceno, *Morozovella velascoensis*.

INTRODUCCIÓN

El mapa geológico se ubica en el extremo NE de la hoja topográfica Dota, pero la cartografía de las fallas regionales se encuentra en parte de las hojas Dota, Vueltas y Quepos (1:50 000, IGNCR, Fig. 1), abarcando los poblados de San Marcos, Santa Marta, San Carlos, San Lorenzo, Rodeo, Naranjito, Cañas y Londres, entre otros. Desde el punto de vista topográfico la zona de estudio comprende alturas que varían entre los 530 hasta los 2000 m.s.n.m. Respecto a la tectónica, esta dominada principalmente por sistemas de fallas transcurrentes de dirección norte, noreste y en menor grado las fallas noroeste asociadas al sistema de fallas inversas.

Se indica que en el presente trabajo, no se estudiaron las formaciones Tulín y Grifo Alto, para mayor detalle consúltese Arias (2000), Arias (2003) y Denyer & Arias (1991), respectivamente.

ESTRATIGRAFÍA

Formación Tulín (Kpe-tu)

En este trabajo, la esquina noroeste del mapa geológico fue completada utilizando la cartografía de Arias (2000).

Descripción litológica: Esta unidad ya fue cartografiada y descrita por Arias (2003), principalmente como basaltos vesiculares en almohadillas y con texturas microdolerítica, así como gabros geoquímicamente similares a los basaltos. Se observan intercalaciones de coladas basálticas con lentes de sedimentos epiclásticos, caracterizados por su alto contenido de fragmentos volcánicos juveniles, fósiles tipo rudistas y macroforaminíferos. Arias (2000), incluye stocks gabroicos, los cuáles son relacionados con los basaltos y cumulos de olivino. Poseen textura porfírica

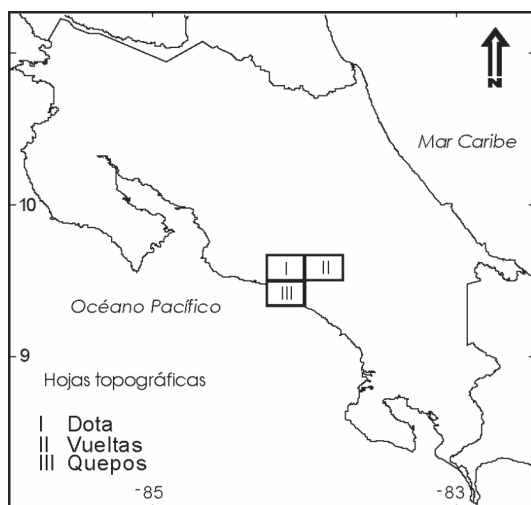


Fig. 1: Ubicación de la hoja Dota, 1:50 000. Para el estudio regional tectónico Vueltas y Quepos, 1:50 000.

dolerítica, con plagioclasa como principal mineral (40-70%), fantasmas de olivino (10-20%), clinopiroxeno (augitas, 20-30%). Como minerales de alteración, se encuentran la sericita y cloritas. La Formación Tulín presenta en su base el Plateau Oceánico Caribe (POC).

Edad: Arias (2003) indica una edad Cretácico Superior al Eoceno Inferior, (Fig. 2).

Formación Descartes (Tpe-d)

Antecedentes: En el área de estudio, Dengo y Escalante (1980) la nombran como Terraba, pero señalan, para las inmediaciones de Santa María de Dota, unos pequeños afloramientos como Brito, además indican la presencia de brechas verdes no datadas.

Baumgartner et. al (1984), describe el Paleoceno Tardío (Formación Lutita-Arenisca Cabo Blanco), en el Promontorio de Quepos como lutitas silíceas de color verde en gran parte, con estratificación fina de 5 a 15 cm de espesor. Interestratificada con areniscas gradadas de grano medio a grueso. Microscópicamente Baumgartner et. al (1984), las describen como areniscas feldespáticas-líticas, con litoclastos y bioclastos, englobados en una matriz silícea, rica en radiolarios. El ambiente de depositación es profundo pelágico silíceo, con turbiditas distales rica en radiolarios.

Descripción Litológica: Para el área estudiada en el presente trabajo, se describe por primera vez la Formación Descartes (Fig. 2 y 3). Está compuesta por intercalaciones centimétricas a decimétricas de areniscas y lutitas color negro y en menor grado color rojo a rosado verdoso. Como estructuras sedimentarias se observan, estructuras centimétricas de carga, en flama, almohadillas, lentes arenosos muy finos, laminaciones gruesas localmente con laminación convoluta. Los microfósiles son escasos o ausentes pero pueden encontrarse macroforaminíferos y fragmentos de conchas no identificados. En sección delgada abundan los globigerinoides. Son rocas laminadas a masivas, que localmente pueden poseer fuerte silicificación de alteración hidrotermal, que le confieren un tono verdoso. Datada como Paleoceno Tardío basado en *Morozovella velascoensis* (determinación por Aguilar T, 2008).

Petrográficamente, la litología es variada, comprenden: lodolitas terrígenas, graywackes, arenitas feldespáticas, arcosas líticas y arenitas cuarzosas. Para la petrografía estudiada los componentes mas comunes son: plagioclasas (máx. aprox. 30%), cuarzo (máx. aprox. 25%), augita (máx. aprox. 10%), opacos (máx. aprox. 23%), carbonatos (máx. aprox. 34%), litoclastos andesíticos (máx. aprox. 66%). Los microfósiles tipo globigerinoides son casi omnipresentes (hasta un máximo aproximado de 55%), sin embargo, algunos escasos horizontes pueden llegar a ser facies de calizas fosilíferas color gris oscuro a negro y rosado verdoso en donde las laminaciones finas verdosas y rojas locamente presentan una mayor cantidad de microfósiles, o bien horizontes lentes decimétricos de calizas con macroforaminíferos, englobados en una matriz arenosa gris oscura.

Otros rasgos observados en petrografía son: laminaciones de bolas de arcillas (tamaños aproximados de 0,3mm x 2,7 mm) y lentes de materia orgánica. Por lo general, el silicoclastico es moderadamente seleccionado con granos subredondeados angulosos y subdiscoidales.

Aspectos regionales: Los mejores afloramientos se localizan en la base de las quebradas y colectores principales. Para el área que comprende el mapa geológico, geomorfológicamente se pueden diferenciar tres patrones:

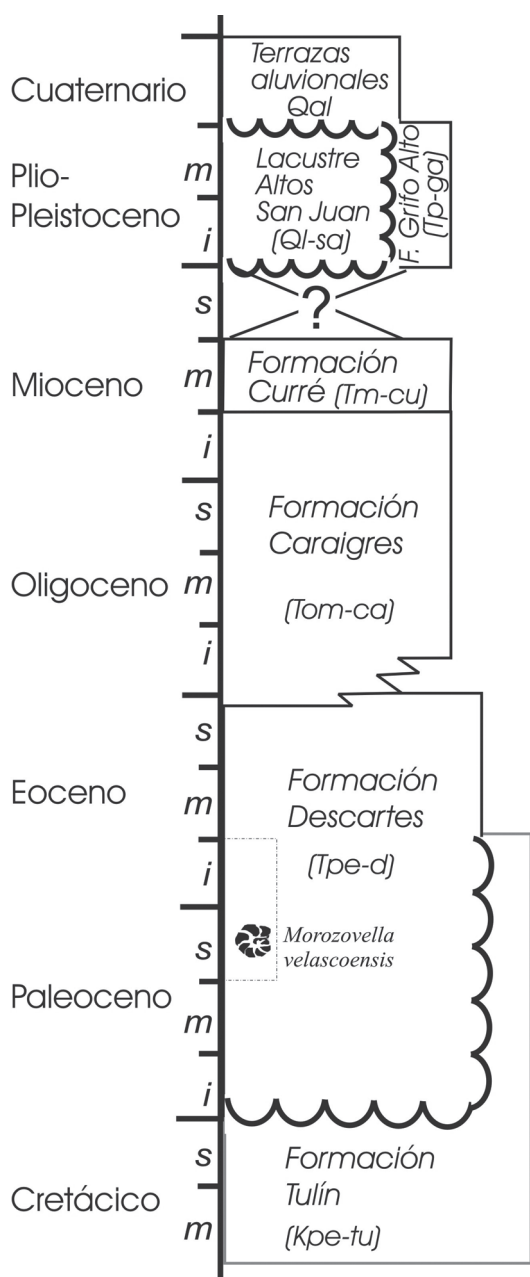


Fig. 2: Columna estratigráfica de la zona de estudio.

Patrón geomorfológico 1: Este patrón se localiza en los alrededores de San Rafael, Trinidad, Llano Bonito, al norte del área de estudio. El patrón de drenaje no es muy desarrollado esto, debido a

las altas pendientes que representan contrabuzamientos. La litología observada son facies de lodolitas negras, areniscas gruesas y finas, brechas finas volcanoclásticas.

Patrón geomorfológico 2: Se localiza en el medio del área mapeada, en los alrededores de Esperanza, Mata de Caña, San Martín, con alta densidad de drenaje, los estudios de campo mostraron facies dominantes de intercalaciones finas de lutitas y areniscas, meteorizadas y oxidadas color café y con fuerte tendencia a la arcillitización. Dado que en la cuenca no se ha encontrado el Eoceno. Quizás este patrón está representado por rocas que comprenden esta edad, lo anterior debe ser comprobado por dataciones.

Patrón geomorfológico 3: Este patrón se localiza al sur del área mapeada, en los alrededores de cerro El Pito, Alto Cotos, cerro Cura. Tiene relativamente baja densidad de drenaje, éstos son casi rectilíneos y de alta longitud. Este rasgo se localiza en el contrabuzamiento regional. Se muestran facies por lo general bien cementadas ya sea diagenéticamente o hidrotermalmente. Son intercalaciones de lutitas y areniscas de finas a gruesas bien estratificadas.

Relaciones estratigráficas: No se observaron contactos. La posición estratigráfica se ubica con respecto a la datación realizada (Fig. 2). Hacia el sur, el contacto con la Formación Curré debe ser definido con detalle, pero en este trabajo se infiere por falla inversa, la cuál fue observada aflorando, en al menos dos sitios (Fig. 3). Hacia el norte el contacto con la Formación Caraigres parece ser transicional, gradando de lodolitas-areniscas negras a areniscas y brechas fuertemente volcanoclásticas; tal transición puede verse en el camino entre San Rafael Arriba y Santa Rosa.

Edad: Paleoceno Tardío basado en *Morozovella velascoensis* (determinación por Aguilar T, 2008, confirmado por Schmidt-Effing, 2008). La datación se realizó en dos sitios, el primero corresponde con cortes de carretera al sur del cacerío Nápoles, al SW de San Marcos, y la segunda datación, se realizó en el cauce del río Pirrís a la altura de la represa de Pirrís del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), (Fig. 4 a y b).

Aspectos Específicos: El origen de las rocas de la Formación Descartes, en esta parte de Costa Rica, es turbidítico con horizontes de pelagitas, depositadas en una cuenca que se mantuvo bajo condiciones de poco oxígeno desde el Paleoceno hasta el Mioceno.

Dado su color negro y su característica lodosa arenosa se confunde fácilmente con la Formación Térraba y la Formación Peña Negra. La Formación Descartes en esta cuenca, se puede reconocer fácilmente si se encuentran láminas finas de lodos y arenas finas color verde oscuro y rojas, las cuales representan la facies del Patrón geomorfológico 3. Sitios de referencia pueden ser Naranjillo, quebrada Pedregosa, fila Chonetera, Chilamate. Si no se observan estas laminaciones se hace difícil la diferenciación entre la Formación Peña Negra y Térraba, por tanto, se deberá recurrir a la petrografía y a las dataciones. La Formación Lutita-Arenisca Cabo Blanco del Paleoceno, indicado por Baumgartner et. al (1984) en el Promontorio de Quesos, son rocas silíceas y contienen radiolarios.

Aunque la Formación Descartes tiene una orientación regional este-oeste, estudios regionales muestran que probablemente se oriente hacia el noreste-suroeste, esto debido a la deformación producida por el fallamiento regional.

Los afloramientos se presentan diaclasados, fallados pero los buzamientos en general se mantienen con tendencias fuertes hacia el norte con inclinaciones mínimas de 15°.

Formación Caraigres (Tom-ca)

Descripción litológica: Aflora al norte del área estudiada, se compone de intercalaciones de lutitas y areniscas medias negras a gris claro, cuando están sin meteorizar; meteorizadas son color café claro hasta gris claras arcillitizadas. Hacia el norte, fuera del área de estudio, en la sección de San Rafael hasta Santa Rosa, la influencia volcanoclástica es evidente, en donde se observan brechas volcanoclásticas gruesas y finas con clastos subredondeados subangulares, similares a las descritas por Denyer & Arias (1991)

Aspectos regionales: Para esta área de estudio, la sección de referencia puede observarse entre San Rafael y Santa Rosa en la hoja Caraigres 1:50 000.

Relaciones estratigráficas: Aunque el contacto no fue observado, los datos de campo hacen suponer que existe una transición entre la Formación Descartes y la Formación Caraigres, iniciándose con lutitas negras (Form. Descartes) variando transicionalmente hasta llegar a observarse una fuerte influencia volcanoclástica brechosa (Form. Caraigres).

Edad: No se hicieron dataciones, la edad reportada en la literatura es Oligoceno-Mioceno Inferior Basal (Denyer & Arias, 1991), Fig. 2.

Formación Curré (Tm-cu)

Descripción litológica: En esta zona, los afloramientos se localizan al sur fila San Isidro, Rodeo, Santa Juana. La formación se compone de intercalaciones de conglomerados y areniscas conglomerádicas. La roca no meteorizada puede llegar a formar cañones estrechos y cataratas de roca muy consolidada. Localmente los paquetes métricos de conglomerados pueden mostrar intercalaciones de lutitas negras, con estratos de hasta 8 cm de espesor.

Los conglomerados gruesos y finos, color gris oscuro, meteorizados son café amarillento a oscuros rojizos. Poseen clastos negros, de composición mayormente andesíticos (alterados con óxidos de hierro), intrusivos, areniscas y lutitas, redondeados, con buena selección. El tamaño de los clastos observados pueden llegar a los 15 cm. Son bien redondeados, elípticos, subdiscoidales englobados en una matriz arenosa gruesa. La matriz se encuentra compuesta principalmente por granos de plagioclasas, augitas, cuarzo, opacos y vidrio, además de minerales de alteración. La estratificación es desde masiva a bien estratificada, puede intercalar areniscas conglomeraditas y lutitas.

Las intercalaciones de areniscas conglomerádicas, son gruesas a medias, con clastos volcánicos y sedimentarios tipo areniscas finas a lodolitas,

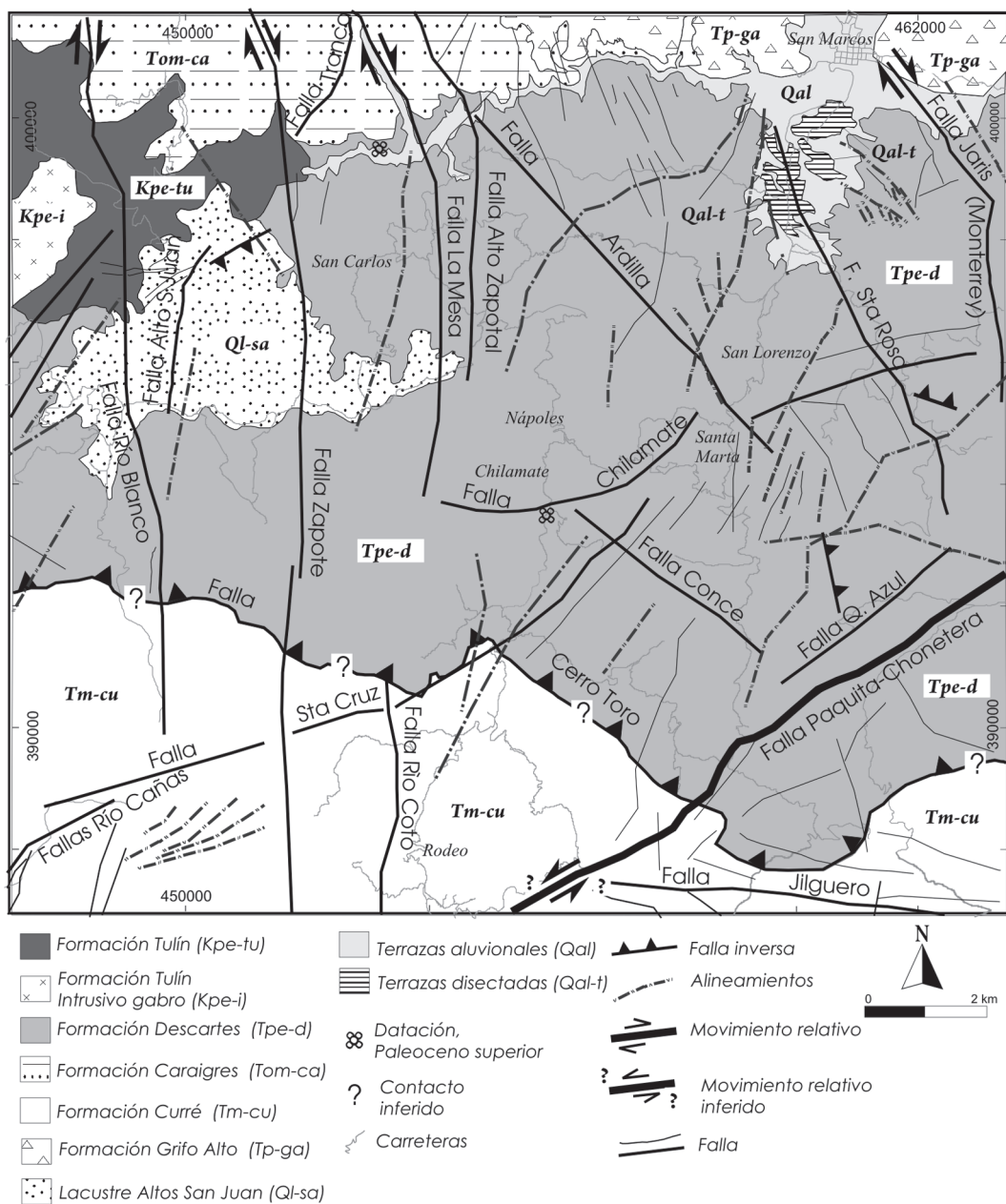


Fig 3: Mapa geológico.

redondeados a subredondeados y elipsoidales con un tamaño máximo observado de 3 cm, mal seleccionados, estratificación masiva, pueden tener una grosera laminación paralela. Meteorizadas dan un aspecto areno lodoso color café.

Aspectos regionales: En la zona de estudio, los afloramientos observados tienen alteración meteórica. Buenos afloramientos se encuentran al sur del área de estudio y en los cañones de los ríos. Los conglomerados afloran en la fila San Isidro y

en la fila Diamante al sur, aquí pueden estar tectonizados con buzamientos locales verticales.

Relaciones estratigráficas: No se observaron contactos; el contacto entre la Formación Descartes y Curré se asume tectónico (Fig. 3) y se infiere a partir de algunos afloramientos observado en Fila San Isidro y en la Fila Diamante en donde se observa la falla inversa.

La posición estratigráfica se infiere por la regionalidad y edad de la formación. Hacia el sur, en la hoja topográfica Quepos, aflora la Formación Térraba.

Edad: No se hicieron dataciones. La edad reportada en la literatura es Mioceno Medio (Fischer, en Mora, 1979), (Fig. 2).

Aspectos Específicos : La tectónica tan activa de la zona, ha dislocado fuertemente esta unidad. Los afloramientos se presentan diaclasados, fallados, sin buzamiento visible, cuando aparecen, pueden tener una dirección de buzamiento hacia el N, NEE, y su inclinación puede llegar a ser vertical.

Consideraciones generales

Dado que las formaciones Descartes, Caraigres y Curré, tienden en esta área a ser de color gris oscuro a negro, su diferenciación litológica en el campo se hace difícil, se considera que las dataciones son requeridas. Sin embargo, la cartografía de campo muestra lo siguiente:

Formación Descartes: es evidenciada, si se observan intercalaciones centimétricas de lutitas con arenas finas a muy finas, color gris a verde oscuro (Figs: 4a y 4b), así como horizontes de calizas que pueden ser lenticulares. Todas estas litologías son consolidadas, densas, con estructuras centimétricas de carga, en flama, almohadillas, lentes arenosos muy finos, laminaciones gruesas locamente con laminación convoluta. Se pueden identificar macrofósiles fragmentados en disposición lenticular.

Formación Caraigres: es evidenciada, si hacia la cima estratigráfica, se puede observar una influencia volcánica cada vez mas importante, dándole colores mas grises blanquecinos de arcillitización.

Formación Curré: es evidenciada, si se observan laminaciones finas de conglomerados guijarroso a conglomerados finos, con clastos bien redondeados, elípticos, discoidales. Pueden intercalar con arenas negras, cuando están sin meteorizar o bien arenas café meteorizadas. Las rocas pueden llegar a ser densas, consolidadas y localmente pueden aparecer brechas negras o gris oscuro.

Formación Grifo Alto (Tp-ga)

En este trabajo, la esquina noreste del mapa geológico fue completado utilizando la cartografía de Denyer & Arias (1991) y control de campo fue realizado por el autor de este trabajo.

Descripción litológica: En la zona de trabajo, se componen de andesitas porfíricas con fenocristales de piriboles y plagioclasas y basaltos porfíricos con augita. Se han observado fobas finas y gruesas muy meteorizados. Todos estos depósitos pueden tener alguna alteración hidrotermal, piritizaciones y arcillitizaciones.

Localmente, se presentan tobas de grano finos a medias, rojo oscuro a moradas. Siempre se encuentran poco consolidadas, deleznales y no tienen una posición estratigráfica clara. Se pueden observar por el cacerío de Cedral, al sur de Santa María de Dota, en los alrededores del cacerío de San Martín, al oeste del poblado de Ardilla y en el camino de Copey a Providencia, fuera del área de estudio.

Edad: De acuerdo a Denyer y Arias (1991), la edad propuesta es Plioceno-Pleistoceno (Fig. 2).

Depósitos lacustres Alto San Juan (Ql-sa) (Nueva Unidad)

Descripción litológica: Definidos por primera vez en este trabajo, siendo una unidad geológica nueva. Son depósitos arcillosos, café anaranjado, poco consolidados, finamente laminados intercalados con areniscas finas en estratificación centimétrica, pueden contener horizontes centimétricos irregulares de manganeso y materia orgánica(?). Afloran en Alto San Juan y Alto Chiral al oeste de San Marcos de Tarrazú (Fig. 3).

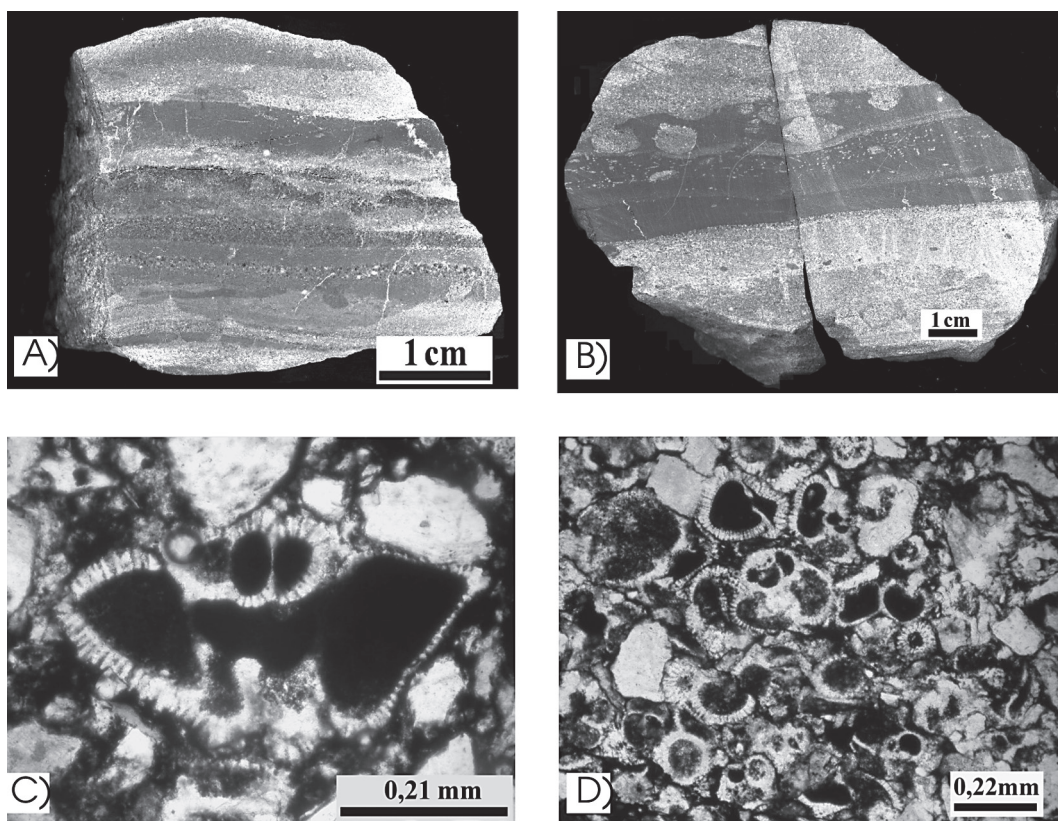


Fig. 4: Formación Descartes: a) facies laminadas finas verde-rosadas, con laminación paralela ondulada planar; b) facies laminadas finas verde-rosadas con estructuras de carga, almohadillas, las bandas oscuras representan barros calcáreos; c) fotografía del microfósil *Morozovella velascoensis*; d) Globigerinoides no determinados, pertenecientes a las facies verdes-rosadas.

Aspectos regionales: El mejor sitio para ver el contacto inferior es el camino hacia el cerro Cura al sur del poblado San Carlos. Dado que esta unidad es fácilmente erosionable y de poco espesor, los depósitos pueden no observarse, este rasgo puede ser evidente si hay alta pendiente. Su influencia puede manifestarse en los deslizamientos de tierra o en el color café amarillento anaranjado del suelo.

Relaciones estratigráficas: Discordancia angular con la Formación Descartes, la cual se puede observar en el camino del cerro Cura. Los depósitos lacustres buzcan hacia el SE con 27° , mientras que Descartes buza hacia el NW con 51° .

Edad: La edad es desconocida pero se presume Plio-Pleistoceno(?), Fig. 2.

Aspectos Específicos: Los depósitos lacustres se encuentran fallados, dos fallas regionales

importantes, Río Blanco y Zapote, de dirección N-S cortan el depósito (Fig. 3).

Cuaternario terrazas aluvionales (Qal y Qal-t)

Depósitos amplios y extendidos que se encuentran en San Marcos, Londres y Naranjito, estos últimos en la planicie costera de Quepos.

1) Terrazas San Marcos: Los poblados de San Marcos, San Lorenzo, Santa Marta entre otros, se localizan sobre depósitos aluvionales, comprendiendo un área total de aproximadamente de $6,5 \text{ km}^2$ (Fig. 3). Litológicamente, se componen de clastos volcánicos dominantes así como sedimentarios de composición variada, bloques redondeados a subredondeados con tamaños mínimos observados de 0,5 cm hasta métricos, mal

seleccionados. Localmente, los clastos pueden estar en contacto de punto englobados en una matriz de arena gruesa. Hacia los poblados de San Lorenzo, Santa Marta, el contenido arcilloso puede aumentar significativamente. Algunos bloques lávicos presentan silicificación intensa, producto de alteración hidrotermal.

Al sur de San Marcos, se pueden observar al menos 5 generaciones de terrazas, con un desnivel de hasta 30 m de altura, hacia el sur en las localidades de San Lorenzo y Santa Marta, estas terrazas están fuertemente disectadas.

Origen: Dada la alta tasa de sedimentación, el área cubierta y la morfología, se infiere que en el pasado reciente, existió un nivel de base local en el cañón del río Pirrís que permitió el relleno de esta cuenca. El aporte de material probablemente proceda del cerro Vueltas y cumbres aledañas (Hoja Vueltas 1:50 000).

Estos eventos de sedimentación posiblemente ocurrieron durante o al final de la glaciación Würm (Wisconsin), la cual terminó hace 12 000 años y afectó el Macizo del Chirripó y el Cerro Buenavista (Kesel, 1983, Orvis & Horn 2000, Lachniet & Seltzer, 2002).

Por otra parte, el origen de los bloques lávicos con alteración hidrotermal probablemente representan la roca caja erosionada de los intrusivos monzogabroicos localizados al este, en Santa María y Copey de Dota, fuera del área estudiada.

Edad: No se hicieron dataciones, se infiere una edad Cuaternaria.

2) Terraza Naranjo: Aunque se localizada en la hoja Quepos 1:50 000, fuera del área de estudio, se menciona en este trabajo ya que se presume contemporánea con las Terrazas San Marcos y el estudio regional mostró que este rasgo tiene una área importante.

Morfología: La morfología de esta terraza es alargada con dirección E-W, su parte más ancha se localiza en la planicie costera (Finca Managua, Pascua), su ápice se localiza aguas arriba en el cauce del Río Naranjo, tiene una área de al menos 16 408 174 m² con más o menos 90 de altura.

Dada su morfología, esta terraza fue un abanico aluvial, cuyos materiales posiblemente proceden del Alto Miramar, y cerros aledaños (hoja

Vueltas 1:50 000). Actualmente, parte de ella, se encuentra erosionada y disectada por el río Naranjo y colectores secundarios.

Edad: No se hicieron dataciones, se infiere contemporánea con las terrazas aluviales de San Marcos. Edad Cuaternaria.

MINERALES DE ALTERACIÓN

Como minerales de alteración se encuentra la arcillitización de plagioclasas y ortosas, clorita verde fibrosa a partir de las augitas, además de ceolitización y una neoformación intensa de cuarzo. La intensa silicificación produce rocas muy duras, color verde claro, producto de las aureolas de metamorfismo de los intrusivos presentes cerca del área de estudio. Sin embargo, los tonos verdosos también pueden ser producto de la diagénesis.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El estudio de campo y fotogeológico regional, muestra dos estilos tectónicos con tres sistemas importantes de fallas, estas pueden ser tanto transcurrentes como inversas (Fig 5). Se ha notado que las fallas transcurrentes son más recientes que el sistema inverso ya que éstas últimas son cortadas por las fallas de rumbo. El objetivo de este trabajo no era de índole tectónico y no fue posible medir desplazamientos tectónicos. Así, estos sistemas de fallas requieren de más estudio.

Fallas transcurrentes

Sistema Norte-Sur

Este sistema, en la zona de estudio, está compuesto por las fallas regionales principalmente de rumbo N-S: Río Blanco, Zopilote, San Rafael y Alto Zapotal, cabe destacar que la falla Jaris y la falla La Mesa, cartografiadas por Denyer y Arias (1991) en la hoja Caraigres, pueden ser continuadas en el área de estudio (Fig 3 y Fig. 5). Fuera del área del mapa geológico, hacia el E, se encuentra el Sistema Santa María (Santa María 1 y Santa María 2) (Fig. 5), un

par de fallas paralelas neotectónicas que han creado una microcuenca, la cual ha sido rellenada por depósitos aluviales.

Sistema Noreste-Suroeste

Formado por las fallas Santa Cruz, Santa Juana, Chilamate, entre otras. Pero la falla más destacada de este sistema es la falla Paquita-Chonetera (Fig 5).

Falla Paquita-Chonetera: Recope (1997) publica el mapa geológico de Costa Rica e indica que en la plataforma marina, cercana a Quepos, se encuentra un sistema de fallas de dirección N-S, sin embargo, dicho mapa no presenta ninguna continuidad tierra adentro. Denyer, et. al, 2003, cartografía una falla tierra adentro y la han nombrado como falla Paquita. En el presente trabajo, se ha comprobado la existencia de esta falla, más allá de la fila Chonetera (Hoja topográfica Dota y Vueltas, Fig 5). Su expresión topográfica es muy marcada, transcurre en parte por el cauce del río Paquita, luego, su traza de falla se puede observar cruzando el cerro Hormiguero y cortando la fila Chonetera. Regionalmente, tiene una dirección NE-SW, pero se dispone de rumbo E-W a la altura del caserío Naranjo, esto fuera del área de estudio en la hoja Vueltas 1:50 000, (Fig 5).

La falla Paquita-Chonetera, hacia la fila Chonetera, tiene asociada otras fallas secundarias transcurrentes paralelas, creando un sistema complejo (Fig 5). Aunque requiere de más estudios, esta falla se infiere sinistral y posiblemente sea neotectónica. La falla puede quedar expuesta cuando se le da mantenimiento al camino del poblado de San Joaquín, desde Santa María de Dota. Aquí aparece un afloramiento de al menos 100 m de largo, el cuál muestra una fuerte deformación continua, exponiendo, cerca del poblado de San Joaquín, la falla Paquita-Chonetera. La presencia de esta falla puede sospecharse debido al alto grado de deslizamientos observados en la fila Chonetera y San Joaquín.

Fallas inversas

La falla inversa más destacada es la de cerro Toro (Fig 5), sin embargo, existen otras fallas inversas menores asociadas a los sistemas transcurrentes.

Falla Inversa Cerro Toro: Afloramientos se han observado en el camino hacia Quepos a la altura de la fila San Isidro, ligeramente al sur del cruce al cerro Toro y Naranjillo y en los cerros Diamante, estos últimos afloramientos son difíciles de observar.

En el camino de la Fila San Isidro, la falla se observa en un afloramiento mal conservado con fracturas en secuencias arenosas-lutíticas muy meteorizadas. Esta fractura se evidencia por múltiples deslizamientos regolíticos en las nacientes del río Paquita.

En los cerros Diamante, la falla se infiere debido a la inclinación casi vertical de conglomerados finos de la Formación Curré y a un afloramiento que muestra la fractura inversa. Geomorfológicamente, la falla tiene una expresión caracterizada por un frente de montaña que comprende fila Las Rejas, corta los cerros Diamante, pasa al pie del cerro Hormiguero, cerro Toro, sitio Jamaica, y fila Chonta.

GEODINÁMICA EXTERNA

Se han cartografiado importantes deslizamientos y flujos de lodo producto de ellos. Los depósitos de los deslizamientos producen arcillas y gravas muy embebidos en agua. Se ha observado que en los cauces de los ríos existen terrazas recientes de gravas gruesas y que los depósitos de arenas y finos (limos y arcillas) son enviados a la costa, causando una sobresedimentación costera. Este fenómeno se ha observado en la desembocadura de los ríos Naranjo, Paquita y Cañas. En estos casos el oleaje ha producido un berma de gravas y de basura (plásticos por ejemplo), así como troncos. Durante la época lluviosa las crecidas o temporales causan inundaciones y destrozos a la infraestructura civil.



Fig. 5: Esquema tectónico, parte de las hojas topográficas Dota, Quepos y Vueltas, 1:50 000.

Los deslizamientos más grandes tienen áreas de entre 3,6 km² (366 hectáreas) y 1,9 km² (193 hectáreas). Por lo general los deslizamientos están asociados a fallas regionales o locales que afectan la región. Por ejemplo, Falla Paquita-Chonetera, Falla Chilamate, Falla Cerro Toro, Falla Ardilla, Falla Río Blanco y Alto Zapotal.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la colega paleontóloga M.Sc. Teresita Aguilar, por las dataciones y sugerencias, a Schmidt-Effing, quien confirmó los preparados paleontológicos. Gracias a Lola Campos, por las discusiones, comentarios sobre las cuencas sedimentarias.

Se agradece a los revisores Guillermo Alvarado y Percy Denyer. A todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en la realización de este trabajo. Por último, a se agradece a la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica, por los fondos aportados al proyecto de investigación 113-A8-020.

REFERENCIAS

ARIAS, O., 2000: Geología y petrología magmática del Bloque Herradura (Cretácico Superior-Eoceno, Costa Rica).- 186 págs. UNIL- Unive. de Lausanne, Lausanne [Tesis Ph.D.].

- ARIAS, O., 2003: Redefinición de la Formación Tulín (Maastrichtiano-Eoceno inferior) del Pacífico Central de Costa Rica.- *Rev. Geol. Amér. Central*, 28: 47-68.
- BAUMGARTNER, P.O., MORA, C., BUTTERLIN, J., SIGAL, J., GLACON, G., AZÉMA, J. & BOURGÓIS, J., 1984: Sedimentación y paleogeografía del Cretácico y Cenozoico del litoral pacífico de Costa Rica.- *Rev. Geol. Amér. Central*, 1: 57-136.
- DENYER, P. & ARIAS, O., 1991: Estratigrafía de la región central de Costa Rica.- *Rev. Geol. Amér. Central*, 12: 1-59.
- DENYER, P., MONTERO, W., & ALVARADO G., 2003: Atlas tectónico de Costa Rica. San José, Costa Rica.- 81 págs. Ed. Universidad de Costa Rica.
- DENGO, G. & ESCALANTE, G., 1980: Mapa preliminar de Reconocimiento geológico y fotogeológico: Zona de influencia de la cuenca del río Savegre.- Escala 1:50 000. San José, Costa Rica, ICE [Inf Interno].
- KESEL, R., 1983: Quaternary history of the Río General Valley, Costa Rica.- *Nat. Geogr. Soc. Res. Report*: 339-358.
- LACHNIET, M., & SELTZER, G., 2002: Late Quaternary glaciation of Costa Rica.- *GSA Bull.* 114(5): 547-558.
- MACMILLAN, I., GANS, P. & ALVARADO, G., 2004: Middle Miocene to present plate tectonic history of the southern Central American Volcanic Arc.- *Tectonophysics*, 392: 325-348.
- ORVIS, K. & HORN, S., 2000: Quaternary Glaciers and Climate on Cerro Chirripó. Costa Rica.- *Quat. Res.* 54(1): 24-37.
- RECOPE, 1997: Mapa geológico de Costa Rica.- Escala 1:500.000. Ministerio del Ambiente y Energía, San José.