

Rev. geol. Amer. Central 5: 73-104; San José, Costa Rica 1986.

ESTRATIGRAFIA DE LA FORMACION VENADO Y ROCAS SOBREVACENTES
(MIOCENO-RECIENTE) PROVINCIA DE ALAJUELA, COSTA RICA

Luis Gmo. Obando Acuña
División de Recursos Carboníferos-Gerencia de Producción Primaria
Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE)
Apdo. 4351, San José, Costa Rica

ABSTRACT

There are four principal units in this area:

-The Venado Formation (Middle Miocene-Later Miocene), composed by limestones, shales, tuffaceous sandstones, conglomerates, breccias and abundant coal seams.

-Buenavista Formation (Plio-Pleistocene?), overlying the Venado Formation, composed by laharic sediments, angular and chaotic rocks, and fine matrix. The Buenavista Formation covers great part of the Venado Formation.

-Igneous Rocks: The igneous rocks found in the area are:

1. Basaltic-Andesite (Later Miocene), forming a volcanic structure. A dike penetrate the limestone of Venado.

2. Hipoabisal Andesite (Pliocene?), intrude the Venado Formation and Buenavista Formation.

3. Andesite (Recent?), with fluidal texture, black and fine grained (aphyric).

-Quaternary: The landslides are very important and had moved great masses of land.

The paleoenvironment of Venado Formation suggest an alluvial plain with marsh and swamps near the sea, between major fluvial systems. Perhaps stables stages depositional setting for the accumulation of peat were important. The volcanic flux were omnipresents in the sediments of Venado Formation, then the presence of young Volcanic Arc in expected.

RESUMEN

La zona de estudio se localiza en la zona norte del país a 44 km al NW de Ciudad Quesada, Cantón de San Carlos.

Se definieron cuatro unidades principales de roca:

-Formación Venado (Mioceno Medio-Mioceno Tardío), compuesta por calizas, lutitas, areniscas tobáceas, brechas, conglomerados y abundantes horizontes de carbón.

-Formación Buenavista (Plio-Pleistoceno ?), sobreyace a la Formación Venado. Son lahares caóticos, brechosos de matriz tobácea con predominio de material fino, los cuales cubren la mayor parte del área.

-Rocas Igneas: son rocas de composición muy parecida:

1. Andesita Basáltica (La Mina, Mioceno Sup.), aflora en el cerro La Mina; en fotos aéreas este cerro tiene aspecto de una estructura volcánica sin resalte topográfico significativo. Un dique de la misma composición penetra las calizas de Venado metamorfizándolas.

2. Andesita Hipoabisal (Plioceno ?), penetra la Formación Venado y Buenavista. Esta intrusión ha causado silicificaciones leves.

3. Andesita (Reciente ?), afloran en el Río Nilo, rocas aférricas de textura fluída.

-Cuaternario: caracterizado por aluviones dominantes hacia el norte del área. Los deslizamientos y reptación, son fenómenos muy comunes en el área y han removido volúmenes importantes de terreno, provocando fuertes trastornos estructurales.

El paleoambiente de la Formación Venado, sugiere llanuras aluviales pantanosas entre grandes ríos que desembocaban al mar, la estabilidad de tales cuencas cercanas al mar (como Tortuguero, por ej.), permitieron la depositación de la turba transformándose lentamente después en carbón bajo un ambiente estancado. El aporte volcánico ha sido omnipresente en los sedimentos de la Formación Venado, por tanto, se asume la presencia de un arco volcánico responsable en un ambiente marino somero bajo corrientes fuertes.

INTRODUCCION

La zona norte de nuestro país, pese a la relativa facilidad de acceso, ha sido poco estudiada e ignorada por la mayoría de los investigadores. Así, existe una carencia fuerte de referencias y material de consulta.

En su mayoría las unidades geológicas que se describen a continuación no figuran en la literatura ni en la estratigrafía del país. Este trabajo, pretende definir y aclarar las relaciones estratigráficas observadas en el área de Venado y alrededores.

El área se encuentra en el Cantón de San Carlos, a 44 km al noroeste de Ciudad Quesada. Está comprendida entre las coordenadas 450 a 465 E y 279 a 290 N, de las hojas Monterrey y Arenal 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica (I.G.N.C.R.). El estudio comprende una área de 165 km² (Fig. 1 y 2).

GEOLOGIA

La geología del área de estudio, muestra una alta complejidad. La fuerte meteorización, la poca continuidad de los afloramientos, la cobertura vegetal y la actividad reciente del Volcán Arenal (piroclastos), han sido un fuerte obstáculo para la cartografía y la obtención de buenos datos geológico-sedimentológicos.

Los estudios geológicos revelaron la presencia de las siguientes unidades litológicas (Figs. 2 y 3):

Formación Venado

Descrita por MALAVASSI & MADRIGAL (1970), como una formación sedimentaria marina, formada en un ambiente de estuario o marisma, constituida por calizas, lutitas, limolitas, areniscas; con una fauna de ostrácodos, pelecípodos y foraminíferos. La formación está sobreyacida por capas de basaltos.

MALAVASSI & MADRIGAL (1970) sitúan la Formación Venado en el Mioceno Medio, y no definen la localidad tipo.

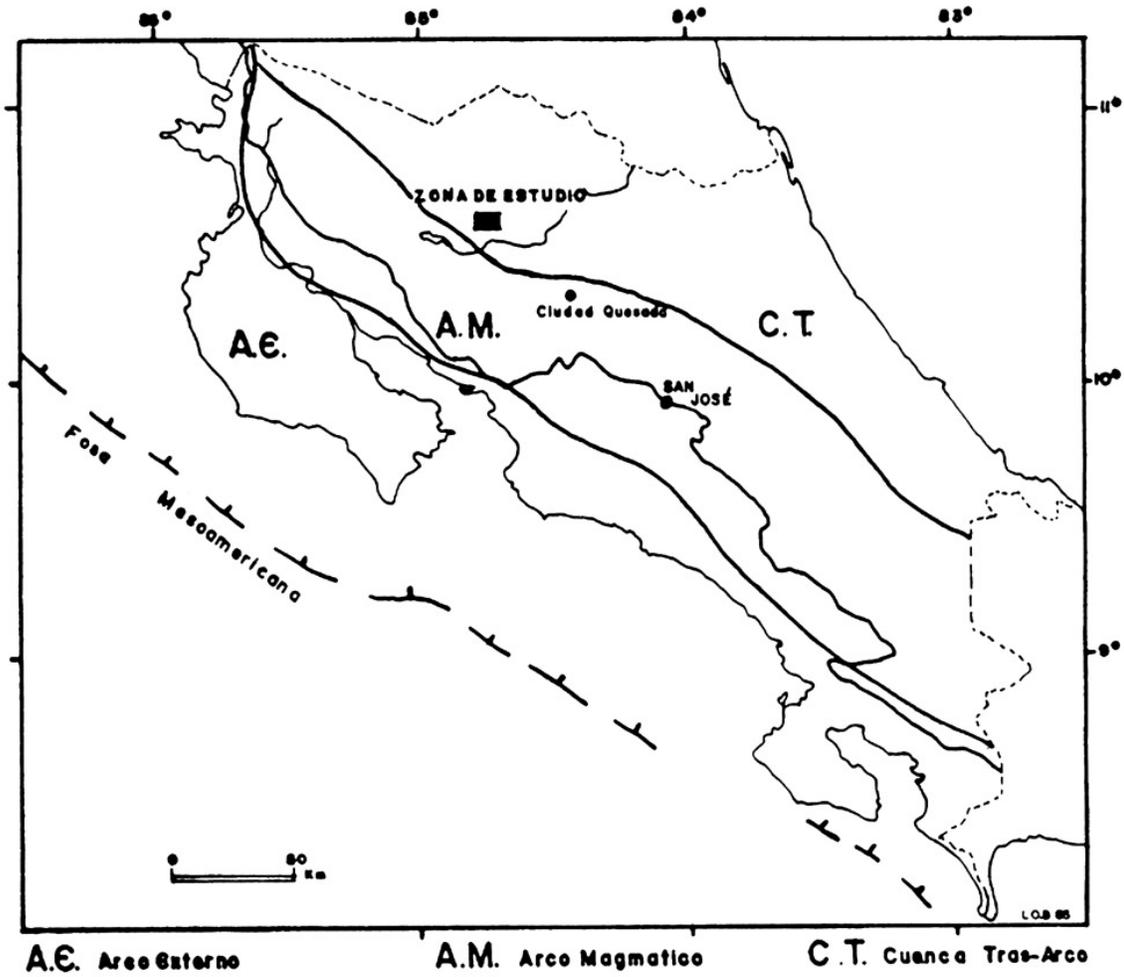
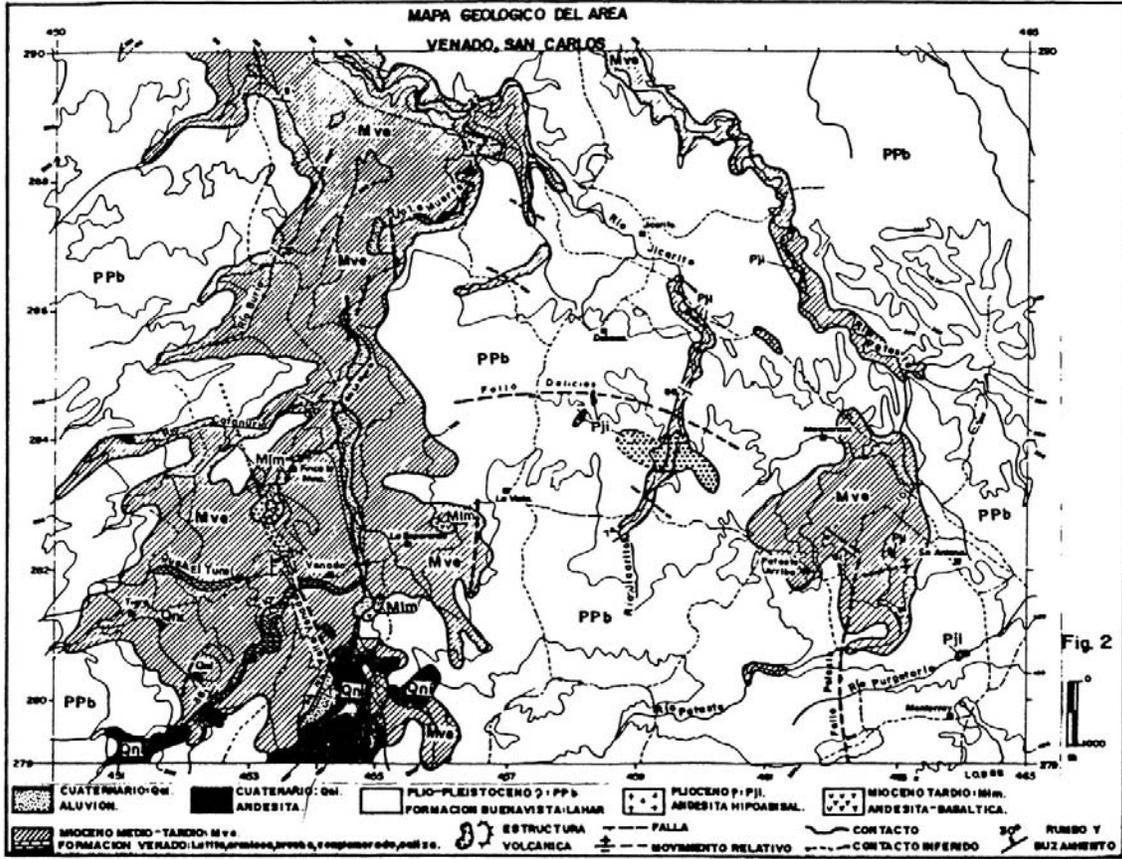


Fig.1: Ubicación del área de estudio.
(Tras Mora,1981)



ESTRATIGRAFIA DE LA FORMACION VENADO

Muy recientemente SEN GUPTA *et al.* (en prensa) dataron la Formación Venado ubicándola en el Mioceno Tardío (Tortoniano-Messiniano, N17), con base en foraminíferos bentónicos (ecofenotipos de *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny), foraminíferos planctónicos (*Globigerina praebulloides* Blow, en la Quebrada El Túnel), ostracódos (*Radimella*), y a una traquiandesita de edad más joven (K/Ar: 6,1 +/- 0,6 m.a.).

La Formación Venado se encuentra expuesta a lo largo del cauce de los ríos La Muerte, Burío, Quebrada El Túnel, Jicarito, Pataste, y algunas quebradas menores del área.

El contacto inferior de la formación, no aflora en el área de estudio. Los reconocimientos efectuados más hacia el oeste, demuestran la existencia de la Formación Venado (Laguna de Arenal, por ejemplo). Sin embargo, la cobertura volcánica reciente, tanto piroclástica como lávica, impiden observar la base estratigráfica. Los afloramientos del oeste, representan ventanas de erosión de facies laterales; así por ejemplo, en el Río Venado afloran interestratificaciones de lutitas gris verde azuladas, calcarenitas, calizas, con una fauna abundante de gastrópodos, y bivalvos. Dichos afloramientos están rodeados por materiales volcánicos diversos.

Al parecer esta formación es muy extendida. En los afloramientos observados en los alrededores de Florencia, se observan rocas similares a las descritas, e incluso, con la misma fauna. Desgraciadamente no hay continuidad lateral en las litologías observadas en el área de estudio.

La Formación Venado está sobreyacida discordantemente por los lahares de la Formación Buenavista, las lavas del Río Nilo, y más recientemente por los piroclastos del Volcán Arenal (Fig. 3).

Más hacia el N y NE del área, solamente se observan materiales aluvionales y lahares arcillo-arenosos muy meteorizados con bloques de lava redondeados.

En el área de estudio, las litologías de la Formación Venado afloran siempre por erosión de los materiales sobreyacentes.

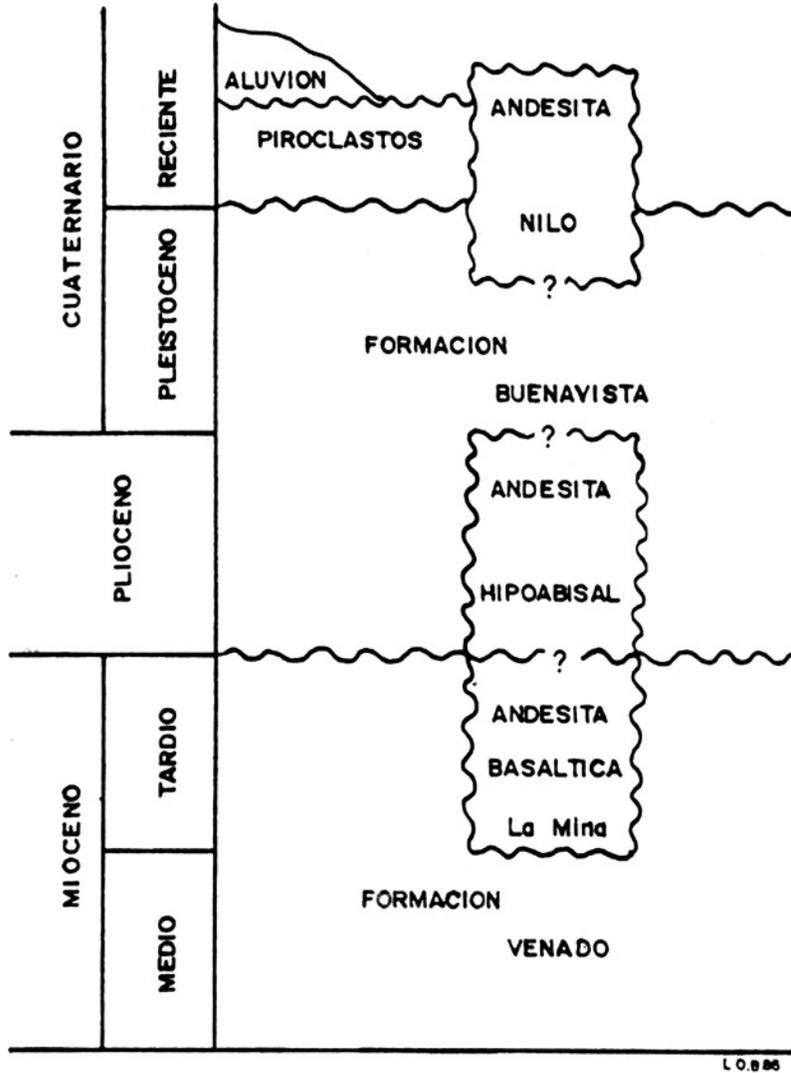


Fig. 3:
Estratigrafia de Venado y alrededores

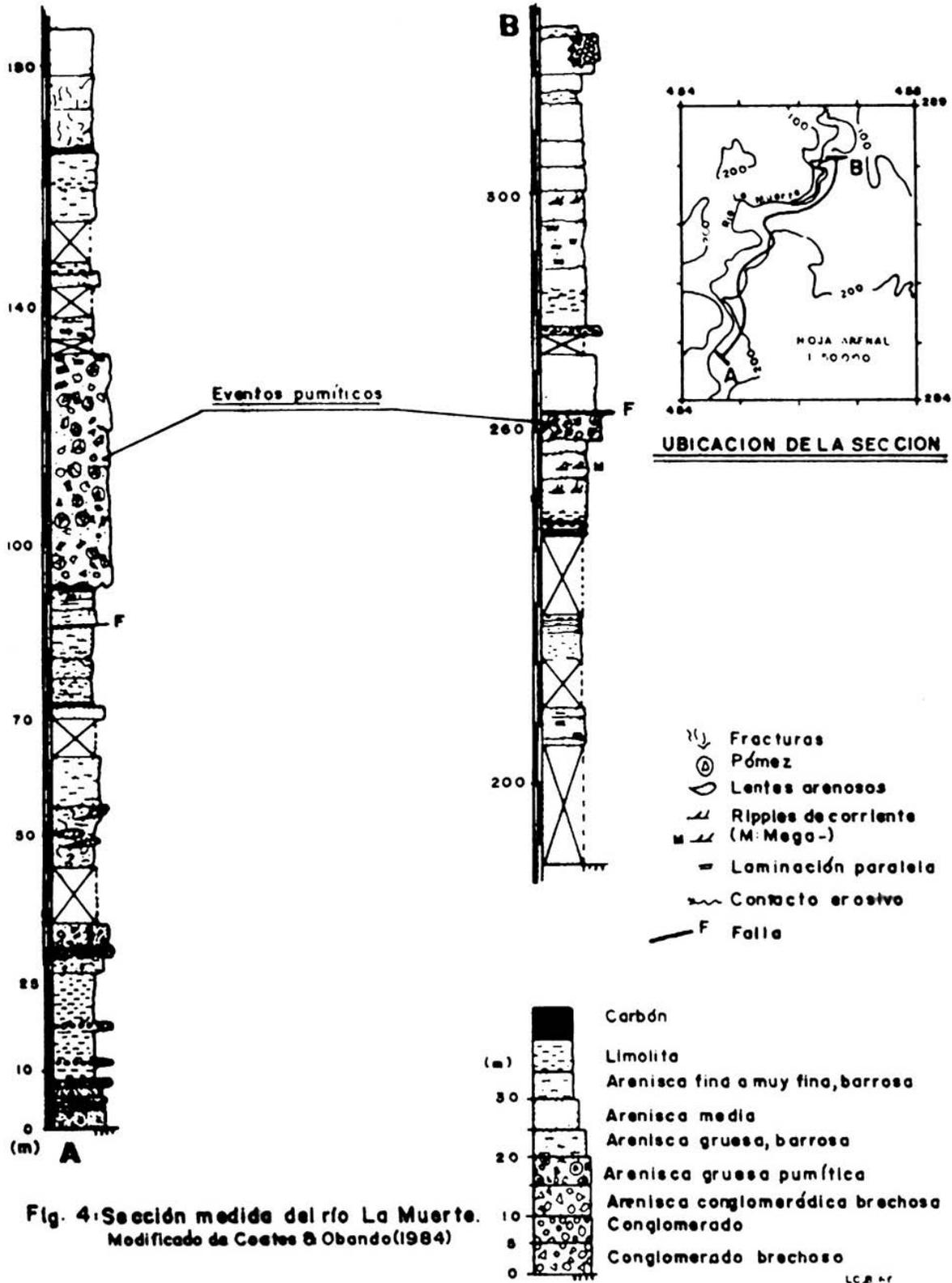
Estratotipo

Es difícil indicar una sección tipo que defina toda la Formación Venado, ya que por sus características de depositación, la Formación muestra fuertes variaciones laterales y verticales. Sin embargo, por su continuidad, su buena exposición, se considera la sección observada y medida a lo largo del Río La Muerte como el estratotipo (Figs. 4 y 5). La sección medida no es detallada, se midieron paquetes de estratos, sin entrar en rasgos específicos, ya que las condiciones de afloramiento y meteorización impiden un estudio a fondo de esta sección. Cabe aclarar, que los depósitos observados en el Río Pataste y parte del Jicarito muestran una variación con respecto al estratotipo, las cuales se pueden definir como variaciones laterales de facies.

La sección medida a lo largo del Río La Muerte (Fig. 4, estratotipo), es muy continua, afectada localmente por fallas de desplazamiento relativamente pequeños, con la excepción de la Falla Venado (Fig. 2). El espesor de la sección, es de aproximadamente 327 m y en ella se nota una predominancia de areniscas con granulometría variable (muy fina a gruesa). Las lutitas le siguen en abundancia y por último se observan carbones y pocos conglomerados.

Las capas de carbón representan horizontes definidos, continuos, de espesor variable y se encuentran presentes en toda la sección (Fig. 4), también se localizan carbones en el Río Burío (Fig. 6), Río Catanurio y el Río Pataste. BRENES & SIIRAK (1981), encontraron lignitos con espesores oscilantes entre 1.25 m y algunos centímetros, reportando también lignitos lenticulares y alternantes con lutitas carbonosas.

La sección medida que comprende las calizas bioclásticas de Venado (Fig. 5) poseen un espesor visible de aproximadamente 130 m. Sin embargo, debido a la falta de buenos afloramientos y la cobertura, es probable que sea mayor. Sus facies comprenden calizas, intercaladas con areniscas, lutitas y escasos conglomerados. Las facies clásticas son con frecuencia fosilíferas y calcáreas.



Como se observa en las figuras, ambas secciones son independientes sobre el mismo río, ello se debe a la mala exposición de los afloramientos y a su pobre continuidad, por tanto, no fue posible medir este faltante.

Litología

En general las rocas de esta área están muy meteorizadas, son muy suaves y poco consistentes, por lo que las estructuras sedimentarias y los cementos calcáreos son fácilmente eliminados y difíciles de observar. La confección de secciones delgadas muy pocas veces dieron buenos resultados.

La litología de la Formación Venado, pone claramente en evidencia una fuerte influencia volcánica durante toda la depositación de los sedimentos silicoclásticos que componen mayormente dicha formación.

Areniscas:

Las areniscas son generalmente gris, verde, gris azulado, gris verdoso, café, gris oscuro a negro. Meteorizan de color café amarillento a crema, con muchas manchas y vetillas irregulares rojizas de óxidos de hierro. Son de grano fino a grueso, frecuentemente brechoso-conglomerádicas, con selección variable, por lo general pobre. Los minerales observables a la lupa indistintamente, son: cuarzo, fragmentos de roca, piríboles, plagioclasas, fragmentos fosilíferos y magnetita, la cual posiblemente provenga de la meteorización del abundante material volcánico del área, se la encuentra también en algunos sitios formando parte de la laminación cruzada. Estos componentes se observan parcial o totalmente descompuestos y de difícil reconocimiento en algunos casos.

La matriz es arcillosa y no se encuentran rocas sin ella, debido a la descomposición y meteorización de los componentes inmaduros, se producen la matriz secundaria. Así la roca siempre posee un buen porcentaje de barro y es imposible determinar cuanto porcentaje de matriz fue depositado originalmente con los litoclastos.

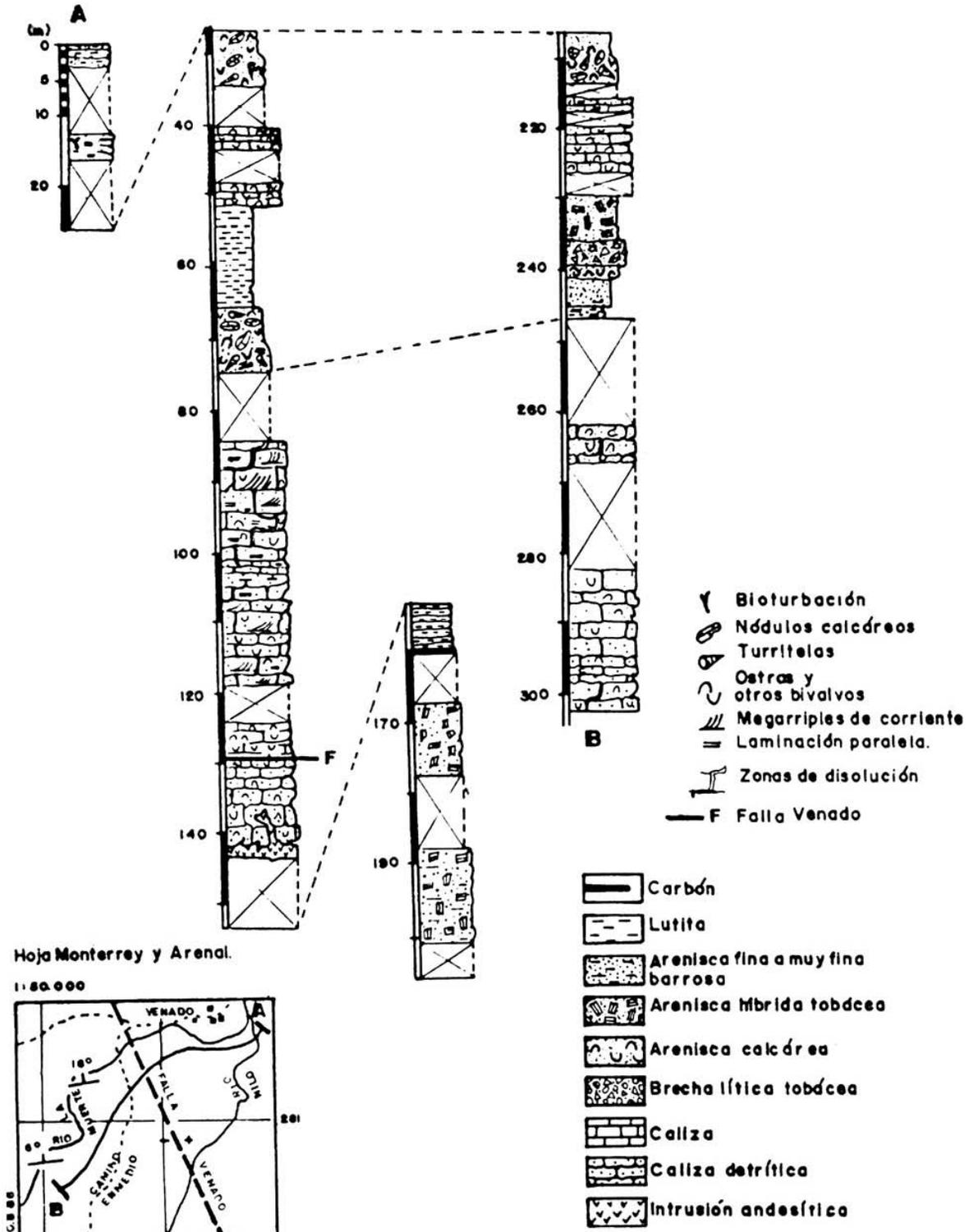


Fig. 5: Sección medida de las calizas del río La Muerte (Venado)

Las areniscas están pobremente cementadas y son muy delezna-
bles. En el Río Burío (Fig. 6) se observan areniscas líticas muy
duras con buena estratificación y con un espesor individual de los
estratos que oscila entre 10 a 30 cm; en sección delgada muestran
mala selección, con 20% de fragmentos de roca volcánica (andesíti-
cos), 15% de plagioclasas, 10% de cuarzo, y muy poca hornblenda
verde, cementadas por ceolitas (A.S en la Fig. 6). Estas areniscas
duras representan varios horizontes bien definidos y muestran diver-
sos grados de meteorización.

En el intervalo comprendido entre los 92 y los 131 m y alrede-
dor de los 260 m (Fig. 4) se observan dos eventos de areniscas tobá-
ceas, con evidente textura piroclástica. Las areniscas son gris
claro, medias con tendencias a conglomerádico-brechosas, masivas,
con litoclastos volcánicos, gris a negro, muchos fragmentos de pó-
mez de hasta 14 cm de diámetro, cristales angulares de plagioclasa,
cuarzo, hornblenda, vidrio volcánico verde (globos o burbujas), y
una abundante matriz arcillo-arenosa fina.

Los eventos pumíceos descritos fueron depositados en un ambien-
te acuoso lo cual es evidenciado por una laminación paralela planar,
en donde los clastos de pómez pueden observarse alineados (Río Jica-
rito, algunos bloques del Río La Muerte).

Estos eventos piroclásticos descritos no fueron los únicos, se
han observado otros similares en el Río Pataste y quebradas aleda-
ñas; en el Río La Muerte, aguas abajo después del puente de la carre-
tera Monterrey-Guatuso (no comprendidos por la sección) y en el Río
Jicarito. Por último, se observan también en el Río Burío (Fig. 6)
y al oeste del área, en las Quebradas La Tigra, Banca Lucía y otras
menores.

Como se ve en las secciones, estos eventos fueron repetitivos
a lo largo de toda la depositación de la Formación Venado, y refle-
jan una intensa actividad volcánica durante el Mioceno. Es muy pro-
bable que el evento representado en la sección tipo (con 30 a 50 m
de espesor) y otros similares en el Burío, representarán inicialmen-

te ignimbritas vitroclásticas muy extendidas, mientras que otros flujos de menor espesor corresponden a flujos de ceniza o de pómez. Estas tobas, muy probablemente, fueron retrabajadas inmediatamente después de su depositación, convirtiéndose así, en tobitas híbridas.

Lutitas:

Las lutitas de la Formación Venado son muy plásticas, de color variable, gris, verde, gris azulado, gris verdoso. Cuando poseen materia orgánica, son gris muy oscuras a negras. Meteorizadas son de color crema, café rojizo, amarillo rojizo, café amarillento. Por lo general, al igual que en las areniscas la meteorización y las oxidaciones de hierro son omnipresentes.

Las lutitas intercalan con areniscas barrosas y localmente con conglomerados (Fig. 4, hacia la base). En el Río Burío (Fig. 6) las lutitas muy frecuentemente poseen lentes de arenisca fina a media con matriz arcillosa gris clara a blanca, las cuales pueden interpretarse como estructuras lenticulares, evidenciando cambios fuertes en la energía del medio. El espesor individual de los estratos es variable desde algunos centímetros hasta localmente 6 m.

Las lutitas que son gris claro, blanco o verde, y que, sobresalen por su dureza, por lo general, son tobas de ceniza con un endurecimiento secundario por recristalización de sus componentes primarios.

En el Río Burío, los fósiles son relativamente abundantes, aquí se encuentran varios horizontes de conchas de bivalvos muy fracturados y con disposición laminada. Los horizontes bioturbados se encuentran distribuidos por toda la sección.

Conglomerados y Brechas:

A diferencia de las anteriores facies, estas rocas afloran solo en algunos sitios: Río La Muerte, Quebrada La Tigra; Río Jicariño, aguas arriba del puente de Linda Vista-Monterrey; Río Pataste, en el curso superior e inferior.

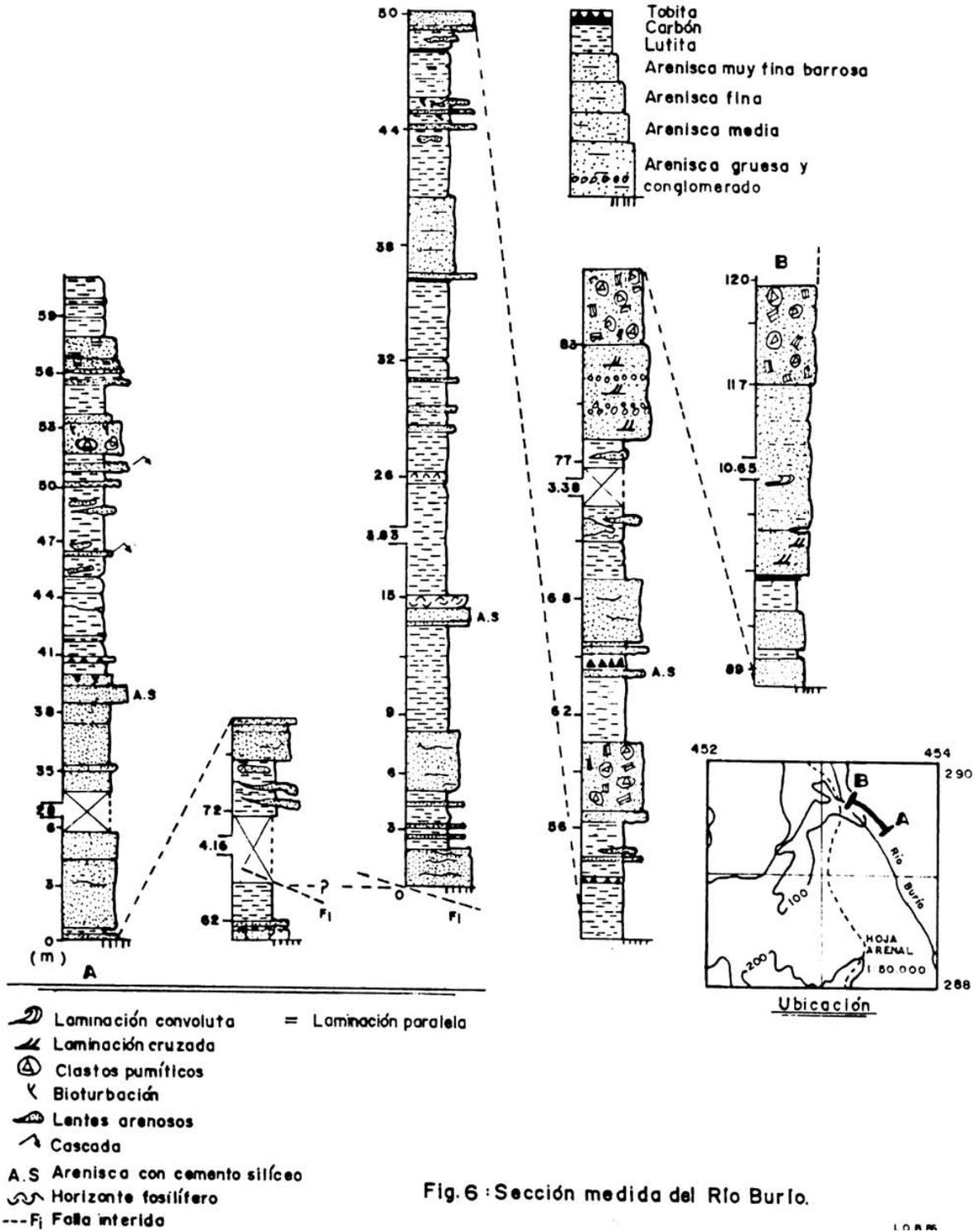


Fig. 6 : Sección medida del Río Burlo.

Los conglomerados son café a gris amarillento, gris claro, negro. Meteorizan café amarillento a café claro. Por lo general, son bien seleccionadas, con matriz arenosa gruesa a media. Los clastos volcánicos están envueltos en una matriz arenosa negra a pardo oscura, los fragmentos pueden ser moderadamente elipsoidales variando entre subangulares a redondeados.

Las brechas son muy similares a los conglomerados, pero su selección es muy mala. Posee clastos volcánicos violetas, pardo amarillento a negro. En algunas ocasiones, intercalan con areniscas.

Los litoclastos en ambos tipos de roca, oscilan entre 1 cm a 50 cm y localmente pueden alcanzar hasta 1 m de diámetro. La cementación es buena, por tanto representan buenos afloramientos y provocan la aparición de grandes gargantas, cañones y cascadas (Río Pastate, Río La Muerte, aguas arriba de la desembocadura de la Quebrada La Tigra; Río Catanurio, aguas arriba) que sobresalen morfológicamente.

Como se puede ver en las secciones medidas, los conglomerados y brechas, en éstas, son poco importantes.

Calizas:

Afloran solamente al oeste y al suroeste del pueblo de Venado, en la Quebrada El Túnel y el Río La Muerte, respectivamente; según los datos actuales las calizas, son un fenómeno local.

Esta facies aflora por erosión de otros sedimentos de la misma Formación Venado (lutitas y areniscas). Por otra parte, es probable que la Falla Venado, haya hecho desaparecer buena parte de las calizas.

Es probable que las calizas crema, duras y consistentes del Río La Muerte pasen transicionalmente a areniscas híbridas y lutitas con fósiles típicos de ambientes someros. Esta transición se infiere a partir de los afloramientos observados en el cauce del río, cerca del Pueblo de Venado.

Para el estratotipo (Fig. 4 y 5), las calizas del Río La Muerte representan la base, esto debido a que hacia aguas arriba las rocas ígneas son dominantes y no afloran más carbonatos similares a éstos (Fig. 2).

Las calizas son muy duras, bien estratificadas con espesores individuales de 11 cm hasta 3 m, macroscópicamente son calizas bioclásticas a calizas arenosas de grano medio a grueso, también se observan coquinas y lumaquelas; de color crema, blanco cremoso, y café amarillento cuando están meteorizadas.

Microscópicamente, se pueden clasificar como packstone (Dunham) bien bioesparitas y biomicritas (Folk). Los minerales observables (valores promedio) son: cuarzo anguloso, subanguloso, y algunas veces redondeado (1%); pedernal redondeado, amarillento y localmente rodeado de micrita (1%); fragmentos volcánicos (andesitas ?) amarillentos, verdosos, negros y meteorizados (1%). La micrita, en dependencia de la roca puede observarse distribuida irregularmente o bien en sectores, también intra e interparticular con porcentajes que oscilan entre 15 y 3%, esparita intra e interparticular 25 a 49%). La impregnación con óxidos de hierro, debido a la meteorización es relevante.

Los fragmentos de fósiles son muy abundantes (45 a 55%), entre ellos se pueden distinguir los bivalvos, equinodermos, macroforaminíferos muy recristalizados, foraminíferos bentónicos, gastrópodos y balanus. Estos últimos con frecuencia llegan a formar el 90-95% del total de la roca. Estos bioclastos con frecuencia se observan intensamente perforados (entobia y algas perforantes).

El análisis petrográfico muestra la presencia de un cemento B (diagénesis tardía), caracterizado por grandes cristales xenomórficos de calcita y un cemento A1 muy desarrollado convertido a un cemento sintaxial. La presencia de estos cementos y la intensa bioturbación soportan la idea de que la depositación ocurrió en un ambiente muy somero de plataforma carbonatada. Esto es apoyado también por las evidencias de campo. Cerca del poblado de Venado y al

rededor del puente del camino Enmedio, las calizas muestran laminaciones paralelas y estratificación cruzada en megarriple, ello evidencia corrientes superficiales cerca de la costa, en donde el retrabajamiento ha sido fuerte.

Las calizas aflorantes cerca de la intrusión del dique del Cerro La Mina, muestran metamorfismo de contacto, evidenciado por una recristalización fuerte y la aparición de una textura sacaroidal muy fina.

Los carbonatos intercalan frecuentemente con lutitas gris a gris azuladas y areniscas gris a gris verdosas finas a medias suaves, ambas facies presentan meteorización avanzada, muy frecuentemente con abundantes fósiles: balanus, ostras, pectínidos y gastrópodos, entre ellos las turritelas pueden alcanzar alturas de 4 a 5 cm, mientras que los bivalvos tienen rangos variables. La conservación de los fósiles es de regular a mala y es frecuente observar solamente los moldes.

La carstificación en la Quebrada El Túnel es fuerte y ha provocado la aparición de las grutas que le dan el nombre a la quebrada, Las cuevas se han desarrollado aprovechando los planos de debilidad que ofrecen las diaclasas y fracturas perpendiculares entre sí, por donde el agua puede resumirse desde la superficie.

Estructuras Sedimentarias:

Las facies de areniscas y lutitas por lo general poseen estratificación planar paralela, gruesa a fina, gradaciones positivas, canales de relleno, laminaciones paralelas, estratificación cruzada. Todo ello refleja la fuerte energía del medio de depositación.

Por otra parte, los contactos erosivos son comunes (Río La Muerte) y el acuñamiento de estratos parece estar restringido a la Quebrada Cacao, Río La Muerte y Río Jicarito (cerca de la desembocadura con el Río La Muerte). En la Quebrada Cacao y Río Jicarito los conjuntos progradantes de foresets, son similares a los observados por ALVARADO (1982) en el Alto de las Palomas, (Valle Central).

El contenido de magnetita en areniscas medias, es notorio. En la carretera Monterrey-Guatuso, cerca de San Juan, se puede observar areniscas muy meteorizadas con laminación paralela y cruzada, marcada por laminaciones de magnetita. Estas areniscas sobreyacen a un conglomerado fluvial muy grueso, compuesto de clastos volcánicos que meteorizan esferoidalmente. Las areniscas tienen una disposición lenticular y están sobreyacidas discordantemente por un conglomerado fino con clastos bien redondeados, por último la secuencia es cubierta por los lahares. Es muy probable, que estas areniscas representen canales fluviales, que fueron abruptamente cubiertos por otras litologías como por ejemplo, los conglomerados con base erosiva y los lahares.

Paleontología:

En el área de estudio abundan los macrofósiles, éstos se observan tanto fragmentados como completos, algunos se observaron en posición vital (in situ). Los microfósiles planctónicos datables son escasos o ausentes, pero los bentónicos son relativamente más abundantes y se han observado en las secciones delgadas de calizas, sin embargo, en éstas también son poco frecuentes.

La fauna de macrofósiles, descrita a continuación, se recogió en los cauces del Río La Muerte, Río Burío y quebradas aledañas al Río Pataste. La fauna por lo general está muy mal conservada y presenta disolución fuerte de las conchas calcáreas:

PHYLUM MOLLUSCA

CLASE BIVALVIA

Chlamys (*Aequipecten*) *plurinominis* (PILSBRY & JOHNSON, 1917)

Anomia sp.

Ostrea sp.

Ostrea (*Lopha*) sp.

Raeta cf. *R. undulata* (GOULD, 1851)

Pholas sp.

Anadara sp.

Pecten sp.

Corbula sp.

Bivalvia indet.

CLASE GASTROPODA
Turritella sp.
Natica sp.
 PHYLUM ARTHOPODA
 CLASE CRUSTACEA
Balanus sp.
 PHYLUM ECHINODERMATA
 CLASE ECHINOIDEA
 Fragmento de erizo irregular.
 PHYLUM COELENTERATA
 CLASE ANTHOZOA
Ciclocorallia

SEN GUPTA *et al.* (en prensa), reportan los siguientes foraminíferos bentónicos, con caparazones muy mal preservados: Quebrada El Túnel: *Elphidium discoidale* (d'Orbigny), *Ammonia parkinsoniana* forma *typica* Poag, *A. parkinsoniana* (d'Orbigny) forma *tepida*, *Nonionella* sp.

Fauna de ostrácodos: *Radimella*
 Foraminíferos planctónicos escasos: *Gruberina*
praebulloides. Río Patate: solo contiene *Ammonia parkinsoniana*.

MALAVASSI & MADRIGAL (1970) reportaron géneros de ostrácodos: *Paracypris*, *Cytheridea*, *Loxoconcha*, *Cativella*, *Hemicythere*; Pelicípodos: *Pecten* sp.

Rocas Igneas

MALAVASSI & MADRIGAL (1970), indicaron que la Formación Venado estaba sobreyacida por basaltos, sin embargo, en el mapa geológico no es claro si dichos basaltos pertenecen al Complejo del Aguacate o bien son distintos.

La cartografía de detalle mostró tres tipos diferentes de rocas ígneas. La edad de dichas rocas (exceptuando la andesita basáltica) así como su posición estratigráfica a nivel regional no es clara ni ha sido definida. Son unidades de roca que se describen por primera vez y se requiere de mayores estudios y dataciones para determinar con exactitud su edad y posición litoestratigráfica a nivel regional

Andesita Basáltica

Esta roca es de extensión muy restringida y se encuentra a 1 km al noroeste del pueblo de Venado, en los alrededores de la Finca La Mina (nombre debido al tajo existente en el cerro) y en la Quebrada La Mina.

En fotografía aérea, el cerro La Mina (aproximadamente 350 m s n m) tiene una morfología similar a un foco eruptivo; es una estructura volcánica sin resalte topográfico significativo (50 m de altura) con un dique radial de rumbo NW-SE, que posiblemente intruyó a través de la Falla Venado. Este dique, que en el Río La Muerte se comporta como un sill, afecta las calizas metamorfizándolas levemente; observándose lenguas lenticulares de algunos centímetros de largo y localmente penetrando los carbonatos. Del tajo ubicado en el flanco norte del cerro (MALAVASSI, L., 1986, comunicación verbal), se dataron estas lavas con K/Ar situándose en 6.1 m.a. (Mioceno Sup., SEN GUPTA *et al.* en prensa).

Macroscópicamente las lavas son andesitas negras de textura afíricas, con fenocristales aislados de plagioclasa. Son muy densas, duras y meteorizan pardo amarillento y arcillosas.

Microscópicamente, son lavas hipocristalinas de textura muy fina, intergranular, con fenocristales de plagioclasa muy sanas (5%) y augitas (1%), la matriz posee augita parcialmente alterada (7%), plagioclasa microlítica (40%), magnetita (10%), frecuentemente distribuída irregularmente, pero en ocasiones se agrupa en bandas oscuras que le confieren a la roca una laminación clara. La clorita (hasta un 25%) proviene de la alteración de los ferromagnésicos y es común observar fantasmas de ferromagnesianos sustituidos por clorita. La impregnación por meteorización con óxidos de hierro y minerales verdes es notoria.

Andesita Hipoabisal

Su afloramiento más importantes se localiza en el curso superior del Río Jicarito, formando un afloramiento continuo de aproximadamente 600 m a lo largo del río. Se puede observar también en el Río Pataste, en una de las quebradas aledañas al Pataste y en el Río Purgatorio.

Macroscópicamente, es una andesita negra porfirífica, con fenocristales de plagioclasa y ferromagnésicos alterados. Meteoriza pardo rojiza, con relictos de plagioclasas blanquecinas muy arcillitizadas, con amigdalas. La meteorización esferoidal es característica.

Microscópicamente, es una andesita holocristalina, con crecimiento cristalino muy compacto, con cristales idiomórficos e hipidiomórficos. Los fenocristales son de plagioclasa (11%) con fuerte maclado, tabular y fuerte zonación; augita titanífera (3%) con fuerte zonación y maclada; apatito (10%); magnetita (7%) y fantasmas y cristales de hornblenda muy cloritizados (20%). En algunas partes de la sección, hay restos de matriz conteniendo plagioclasas microclíticas, augitas con fuerte zonación y relictos de hornblenda.

En los afloramientos del Río Jicarito, se observan lajas que indican el flujo, con tendencias hacia el N 51 E y N 75 E, esta parte del río se caracteriza por la presencia de cascadas de algunos metros de altura. Los afloramientos del Río Pataste se presentan muy meteorizados y afloran ligeramente arriba del nivel del agua. El afloramiento del Río Purgatorio es un tajo de donde se extrae el lastre para los caminos vecinales, es quizás el afloramiento más importante, debido a que aquí se puede observar una fuerte alteración hidrotermal (colores muy rojos, violetas-rosados a verdosos) en los materiales laháricos sobreyacentes.

Las evidencias de campo y principalmente los contactos, muestran que esta andesita es probablemente de origen hipoabisal y que intruye a la Formación Venado y los lahares de la Formación Buenavista, esto explicaría las fuertes silicificaciones observadas en el área del Pataste y Jicarito.

Aunque no ha sido datado radiométricamente, las relaciones estratigráficas permiten pensar que es de edad Plioceno.

Andesita

Los afloramientos más importantes se localizan en el Río Nilo y en el Río La Muerte al SW del poblado de Venado. En ambos ríos, estas lavas forman paredones verticales de hasta 40 m de altura, dando como resultado cascadas, cañones, gargantas y terrenos muy accidentados. Los afloramientos con fuertes espesores de lavas (Río Nilo, Río La Muerte, por ejemplo) muestran disyunción columnar y lamamiento fuerte con tendencias hacia el NE, SE, E.

Macroscópicamente, son lavas negras porfiríticas, con fenocristales de plagioclasa, óxidos de hierro, vesículas y localmente amígdalas. Estas lavas, por lo general, presentan laminaciones oscuras de magnetita de hasta 4 mm de espesor, son paralelas y muy continuas, dando el aspecto de estratificación; localmente algunas de ellas forman pequeños pliegues.

Meteorizan pardo rojizo amarillento muy arcillosas, con pobres relictos de plagioclasas arcillitizadas blancas.

Microscópicamente, son de textura hialopilítica (fluidal) hipocristalina, muy fina y glomeroporfídica. Los fenocristales sanos son de plagioclasa (4%) y con maclas bien desarrolladas, zonadas y su tamaño puede llegar hasta 1.04 mm. Las Augitas (2%) llegan a medir hasta 0.22 mm. La matriz fluidal está compuesta por plagioclasa (40%) microlítica, fuertemente alineada, maclada y con un largo de 0.08 mm, augita (40% y de 0.024 mm) y magnetita (0.016 mm y 30%); el vidrio, irregularmente distribuido puede llegar hasta un 10%.

En el Río Catanurio, aflora una andesita notoriamente diferente (coordenadas: 451.3 y 284.1; Fig. 2) de los afloramientos en el Río Nilo, son lavas de color gris a gris oscuro, con fenocristales de plagioclasa bien desarrollada.

Microscópicamente, son hipocristalinas, de matriz fina (pero no tanto como las del Nilo), con fenocristales de plagioclasa (10-15%)

maclada, muy sanas, ortopiroxenos (2%) muy sanos y con buena exfoliación. Posee microfenocristales (punto intermedio entre la matriz y los fenocristales) de plagioclasa y augita. La matriz interstital está compuesta por plagioclasa (30%), augita (5%), vidrio (15%) y magnetita (6%).

Un hecho importante que poseen estas lavas, es la presencia de ortopiroxeno, el cual definitivamente está ausente en todas las otras litologías anteriormente descritas. Este hecho, comprueba que las lavas del Río Catanurio tienen un origen diferente.

Tanto las lavas del Río Nilo, La Muerte como las del Catanurio, tienen en común el hecho de que están poco meteorizadas. Esto hace pensar que dichas lavas son recientes, hasta el momento se ignora su edad exacta.

Discusión

Las unidades ígneas, anteriormente descritas, poseen características macroscópicas que, en el campo, pueden provocar serias confusiones. Su estructura y sobre todo su color negro y textura tan fina, que asemeja una lutita silíceas, hacen necesario la confección de secciones delgadas para asegurarse de que tipo de roca se trata.

A modo de resumen, se presentan los criterios petrográficos y de campo para su diferenciación:

* +Andesita:

-Río Nilo: rocas de textura fluidal muy fina glomeroporfídica, minerales muy sanos si los afloramientos son buenos, laminaciones de magnetita. Considerables espesores de lava, criterio de manejo cuidadoso ya que no es concluyente.

-Río Catanurio: estas rocas son fáciles de diferenciar, debido a su color diferente y el criterio más importante es la presencia de ortopiroxeno.

+Andesita Basáltica: en sección delgada: presencia de vidrio color café, una textura intermedia, fuerte alteración (aún en aflo

ramientos sanos).

+Andesita Hipoabisal: si los contactos no se observan, en sección delgada se observa hornblenda muy alterada, una textura notablemente más gruesa y compacta, quizás con restos de matriz. Macroscópicamente, presenta una cristalización más desarrollada. Sin embargo, este criterio debe manejarse con cuidado por ser una roca de origen hipoabisal.

Hasta el momento, no se tiene claro el origen de las lavas andesíticas del Río Nilo, La Muerte y del Catanurio. Pero definitivamente, las características petrográficas y químicas hacen ver que no están relacionadas con el Complejo del Aguacate y más pareciera ser algo diferente.

ALVARADO (1984), señala que el Complejo del Aguacate presenta: hipersteno (<2%), megafenocristales idiomórficos de augita y olivino, rocas muy cristalinas con poco o nada de vidrio, las que usualmente presentan 20.5-62.5% de mega, feno y microfenocristales, con texturas glomeroporfídicas y porfiríticas seriadas y por último, son raras o ausentes las litofacies áfricas vidriosas.

Estas características a excepción del hipersteno y de las raras facies áfricas, no están presentes en ninguna de las litologías descritas para el área de Venado y alrededores.

Formación Buenavista

Definida por primera vez por MALAVASSI & MADRIGAL (1970), como de edad Plioceno-Cuaternario. La Formación compone grandes zonas de topografía más o menos plana. Son lahares con un elevado contenido de material volcánico. MALAVASSI & MADRIGAL (1970) dividieron la Formación en lahar fino (fanglomerado) y lahar grueso el cual se definió cerca del poblado de Buenavista, San Rafael de Guatuso.

BAUMGARTNER *et al.* (1984), utilizó el nombre Buenavista para definir calizas silíceas y pedernales estratificados (Formación Caliza Silícea Buenavista), aflorantes en la costa norte de la Península

sula de Sta. Elena entre Cabo Blanco y Puerto Mora.

De acuerdo al Código de Nomenclatura Estratigráfico, un nombre aplicado previamente a una unidad no debe duplicarse más adelante a otra (Código de Nomenclatura Estratigráfico, p: 734, en KRUMBEIN & SLOSS, 1963).

Por tanto, en el presente trabajo se usará el nombre original dado por MALAVASSI Y MADRIGAL (1970) de Formación Buenavista, para designar lahares finos y gruesos aflorantes en la zona norte del país, cerca del poblado de Buenavista, San Rafael de Guatuso.

Contactos

La Formación Buenavista sobreyace a la Formación Venado, la cual aflora por erosión (ventanas de erosión), y en algunos sitios se deja entrever puntualmente los sedimentos de la Formación Venado. La Formación Buenavista, está muy extendida hacia el SW y W del área de estudio. Está cubierta por piroclastos muy recientes del Volcán Arenal y de la Formación Cote de MALAVASSI & MADRIGAL (1970).

Edad

MALAVASSI & MADRIGAL (1970), indican que la Formación Buenavista es de edad Plioceno-Cuaternaria. Sin embargo, por la alteración hidrotermal observada en estas rocas a causa del hipoabisal pliocénico (Río Purgatorio) probablemente su rango no sea muy pequeño. Por tanto, se sugiere una edad Plioceno-Pleistoceno para la Formación Buenavista.

Debe quedar claro que para estudios posteriores, es necesario datar las andesitas hipoabisales, para así determinar la edad más probable de la Formación Buenavista.

En el área de estudio, los lahares siempre se observan extremadamente meteorizados, caóticos, masivos y sin estratificación visible. Hacia el oeste del área se han medido tendencias de lo que parece ser estratificación grosera la cual se dirige al S, NW, NE.

Son lahares con bloques de lavas brechosos dispersos, envueltos en una matriz areno-arcillosa parda con óxidos de hierro. De composición tobácea con predominio del material fino. En la carretera Monterrey-Guatuso, los cortes lavados de carretera muestran un material muy meteorizado, suave, muy arcilloso, café rojizo con óxidos de hierro y a veces con manganeso, clastos volcánicos angulosos a subredondeados de tamaño variable, muy arcillitizados y con estructura relictiva, envueltos en una matriz arcillo-arenosa gruesa a fina, sin selección. Los litoclastos van desde tamaño arcilla hasta bloques de 1 m y generalmente redondeados a causa de la meteorización esferoidal. Con frecuencia se pueden observar clastos lávicos redondeados dispuestos paralelamente formando horizontes bien definidos. En realidad, dicha estratificación es aparente provocada por la fuerte meteorización que destruye los litoclastos diferencialmente.

Hacia el extremo oeste del área, se han observado los mismos materiales pero con clastos que llegan a medir hasta 3 m de diámetro (Río Catanurio). En esta parte, la densidad de bloques así como su tamaño tiende a aumentar, esto hace pensar que la fuente de origen procede del oeste (Cordillera Volc. de Guanacaste).

En las trincheras hechas en la quebrada paralela al camino hacia el caserío de Pataste Arriba (aledaña al Río Pataste) se observan bloques lávicos de 1 a 2.5 m de largo muy redondeados y elipsoidales envueltos en una matriz arenosa y con bloques de hasta 0.5 m de madera silicificada (xilópalos). Posiblemente dicha litología pertenece a paleoaluviones formados durante la depositación de la Formación Venado.

Cuaternario

La reptación y los deslizamientos son fenómenos de especial interés debido a la magnitud de los mismos y los desórdenes estructurales que han causado en el área.

Reptación y Deslizamientos

Estos fenómenos son especialmente importantes en la cuenca del Río Pataste, Purgatorio y Arenal. Los deslizamientos observados pueden alcanzar alrededor de 1 km de ancho por 1.5 km de largo y hasta más, con coronas bien definidas. La dirección de flujo es tanto no roeste como sureste. Con raíces profundas arrastran tanto sedimentos laháricos como los de la Formación Venado.

A estos deslizamientos regionales se le asocian microdeslizamientos que pueden mover importantes volúmenes de terreno.

En la cuenca del Río Arenal, se observan cicatrices de deslizamientos antiguos los cuales localmente han sido socavados y lavados por las fuertes corrientes del río, reactivando así, el movimiento de los materiales sueltos.

Hacia las partes más bajas (N, NE), los deslizamientos no son tan importantes.

La reptación en toda el área es omnipresente y localmente llega a ser un fenómeno importante, pero los pastos frecuentemente impiden observar estos movimientos que en algunos sitios han dislocado fuertemente la estratificación. Además, por lo general están asociados a deslizamientos potenciales. Por ello, la interpretación geológica desde el punto de vista estructural no debe hacerse sin antes delimitar claramente áreas inestables, ya que los datos estructurales pueden ser falseados senciblemente.

Aluviones

Los aluviones básicamente se encuentran a lo largo del Río La Muerte y Río Nilo. Son depósitos importantes compuestos de arena, grava y bloques principalmente volcánicos, redondeados y elipsoidales. Estos aluviones han sido explotados parcialmente por la compañía que construye la carretera Monterrey-Guatuso.

PALEOAMBIENTE

Los rasgos importantes tomados en cuenta para la conceptualización del modelo (Fig. 7), se pueden resumir como sigue:

1) Presencia de horizontes de carbón depositados en un ambiente estancado, sobre e infrayacidos por lutitas y areniscas híbridas.

2) Presencia de calizas detríticas someras con laminaciones cruzadas, evidenciando la energía de las corrientes.

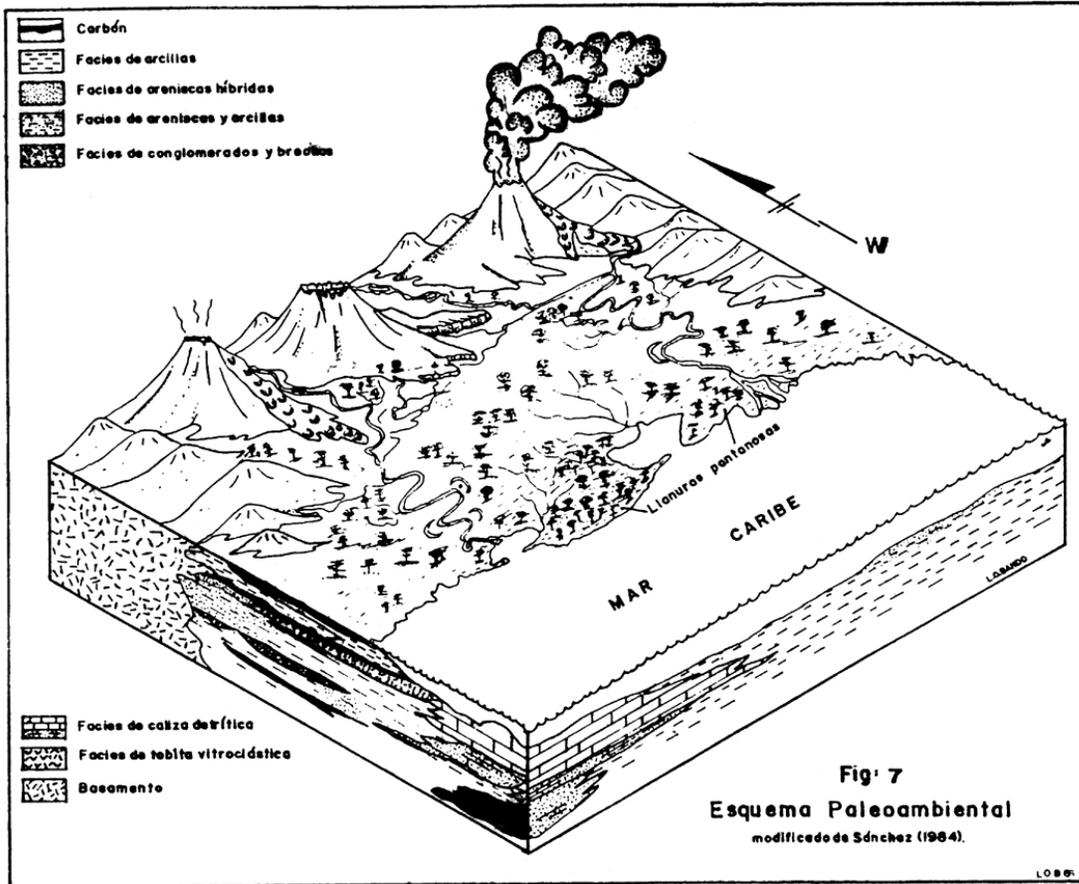
3) Tobitas vitroclásticas (procedentes de ignimbritas), fuertemente extendidas que sobreyacen bruscamente en algunos sitios a los carbones y las facies circundantes.

4) Presencia de fauna de aguas salobres tales como *Anadara* sp. *Ammonia parkinsoniana* y algunas especies de còrbula que viven en las cercanías a desembocaduras de ríos o en zonas de manglar en fondos barrocos (SEYFRIED ET AL., 1985).

El modelo presentado muestra que durante la formación del carbón, existió un arco volcánico activo que apenas empezaba a levantarse y que posteriormente separó al Pacífico del Caribe (FISCHER, 1981). Este vulcanismo aportó una fuerte cantidad de material volcánico a las llanuras. La influencia volcánica es notoria y probablemente ésta fue omnipresente durante toda la depositación de la Formación Venado. Por otra parte, los rápidos episodios ignimbríticos (ignimbritas vitroclásticas) sepultaron áreas importantes de las tierras bajas.

La presencia de rocas volcanoclasticas de granulometría gruesa (brechas dominantes sobre los conglomerados en algunos casos) evidencian un transporte pobre por medio de corrientes fluviales que procedían de las partes elevadas del país. SEN GUPTA *et al.* (en prensa), supone que el aporte de sedimentos se realizaba desde el oeste y norte y que se depositaban en una bahía poco profunda.

La turba y facies asociadas se depositaron en zonas estancadas pantanosas o de llanuras de inundación, similares a las llanuras del Tortuguero, las cuales en algunos sitios experimentaron una no-



L.O.B.

table estabilidad. La observación de estructuras sedimentarias similares a las descritas por ALVARADO (1982) hacen suponer la presencia de pequeños deltas que desembocaban directamente a un ambiente parálico o bien a lagunas costeras y bahías las que soportaban una fauna de carácter salobre (SANCHEZ, 1984).

Las calizas representan la facies marina somera, las cuales experimentaban fuertes corrientes. La casi ausencia de sedimentos silicoclásticos dentro de las mismas, hace suponer que durante la deposición de los carbonatos existieron trampas que filtraban el detrito terrígeno consecutivamente.

CONCLUSIONES

La Formación Venado es datada como Mioceno Medio (MALAVASSI & MADRIGAL (1970)) y como Mioceno Superior (SEN GUPTA *et al.* (en prensa)). Las coberturas piroclásticas, laháricas, lávicas y vegetales así como la fuerte meteorización, son un obstáculo serio para el estudio de las litofacies.

El estratotipo definido en el Río La Muerte (con un espesor que oscila entre 450 a 500 m) muestra una secuencia fallada pero muy continua de areniscas híbridas, lutitas, carbón y calizas con una abundante fauna de ostras, péctenes, gastrópodos y algunos microfósiles. Las facies detríticas intercalan con episodios ignimbríticos retrabajados, que localmente interrumpieron la deposición del carbón. En el área no existe una buena continuidad lateral de las litofacies.

Las rocas ígneas observadas en el área son andesitas, andesitas-basálticas y andesitas hipoabisales.

La andesita basáltica de La Mina, se ha interpretado como una estructura volcánica muy erosionada la cual tiene una edad de 6.1 m.a. y probablemente penetró aprovechando la zona de debilidad dada por la Falla Venado. En general, las rocas ígneas aflorantes en el área son muy similares macroscópicamente y se hace necesario un estudio petrográfico para una diferenciación segura, sin embargo,

algunas de estas unidades son muy locales.

La reconstrucción paleoambiental sugiere que la Formación Venado fue depositada en las tierras bajas, bajo el influjo fuerte de sedimentos continentales y con influencia de aguas marinas y salobres. Se infiere una llanura donde la depositación de la turba se realizaba en las zonas pantanosas y/o planos aluviales poco drenados y en algunos sitios en zonas muy estables.

Debe suponerse que el arco volcánico miocénico empezaba a separar el Pacífico del Caribe en el Mioceno Tardío (FISCHER, 1981). Por otra parte, debido al fuerte levantamiento del área, ocurrió una regresión total y los flujos laháricos y lávicos sepultaron por completo o una buena parte de la Formación Venado. Posteriormente la tectónica y la erosión dejaron al descubierto las facies hoy día observadas.

La tectónica tensional dominante en la región por medio de fallas regionales (Graben de Nicaragua, etc.) ha desaparecido las rocas de las Formaciones Venado, Buenavista, y probablemente espesos depósitos volcánicos.

Por último, en la actualidad, el relleno de esas depresiones se realiza con depósitos aluvio-laháricos, procedentes de las zonas levantadas.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a RECOPE S.A. por las facilidades prestadas para la publicación de este trabajo. A Siegfried Kussmaul, por la corrección y revisión del manuscrito y secciones delgadas. Extensivamente el agradecimiento a Ileana Boschini, Guillermo Alvarado, Oldemar Ramírez, Luis Malavassi y Hartmut Seyfried por las sugerencias e intercambio de ideas. Por último, a Teresita Aguilar por las determinaciones paleontológicas y a Donald Coates (Servicio Geológico de Estados Unidos), por sus enseñanzas y apoyo.

BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, G., 1984: Aspectos Petrológicos-Geológicos de los Volcanes y Unidades Lávicas del Cenozoico Superior de Costa Rica. 183 p. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. (Tesis inédita).
- ALVARADO, M. E., 1982: Estudios sedimentológicos de la Formación Pacacua (Mioceno, Costa Rica). 185 p. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. (Tesis inédita).
- BAUMGARTNER, P., MORA, C., BUTTERLIN, J., SIGAL, J., GLACON, G., AZEMA, J. & BOURGOIS, J., 1984: Sedimentación y paleografía del Cretácico y Cenozoico del Litoral Pacífico de Costa Rica. Rev. Geol. Amer. Central (1): 57-136, San José, Costa Rica.
- BRENES, M. & SIIRAK, M., 1981: Proyecto de investigación de Esquistos y carbones a nivel nacional. Primer Informe de Avance. Dept. de Geología Minas y Petróleo. 57 p. San José, Costa Rica.
- COATES, D. & OBANDO, L., 1984: Stratigraphy of the Venado Area Progress Report for the Period August 24 to September 11, 1984. RECOPE S.A., 10 p. (Informe inédito).
- FISCHER, R., 1981: El Desarrollo Paleogeográfico del Mioceno de Costa Rica. Anais II Congreso Latinoamericano Paleontología, Porto Alegre, Abril 1981. 2: 565-579.
- KRUMBEIN, W. C. & SLOSS, L.L., 1969: Estratigrafía y Sedimentación. Uteha, México, 778 p.
- MALAVASSI, V. E. & MADRIGAL, R., 1970: Reconocimiento geológico de la zona Norte de Costa Rica. Inf. Tec. y Not. Geol. (38): 1-18 San José, Costa Rica.
- SANCHEZ, J. D., 1984: Paleodepositional environments of the Venado Formation, Venado Coal Area Costa Rica. RECOPE S.A., 9 p. (informe inédito).
- SEN GUPTA, B. K., MALAVASSI, L., MALAVASSI, E. : A Late Miocene shore in Northern Costa Rica: Foraminiferal Record (en prensa).
- SEYFRIED, H., SPRECHMANN, P. & AGUILAR, T., 1985: Sedimentología y paleoecología de un estuario Pacífico del Istmo Centroamericano primordial (Mioceno Medio, Costa Rica). Rev. geol. Amer. Central 3 : 1-68, San José, Costa Rica.