

HUELLAS PROBLEMATICAS Y SU VALOR PALEOECOLOGICO EN VENEZUELA

Oliver Macsotay

SUMARIO: En el presente trabajo se registra la presencia y localidades de un cierto número de huellas y pistas fósiles, la mayoría ya conocidos en Europa, Asia Menor, Norteamérica y Africa, junto con algunas formas nuevas para la ciencia. Se destaca su valor paleoecológico, pudiendo ser muy útiles para el geólogo de campo para correlacionar facies determinadas sobre grandes distancias, en rocas sedimentarias.

ABSTRACT: In the present paper are registered a certain number of trace fossils, most of them well known in Europe, Near East, North America and Africa, together with some new forms. We insist in their paleoecological meaning, being generally very useful to the field geologist for the correlation of certain facies over great distances in sedimentary rocks.

INTRODUCCION

En el período 1962-1966, el autor ha realizado numerosas exploraciones en busca de fósiles en las formaciones sedimentarias de Venezuela. Ya acompañando al doctor Pedro J. Bermúdez, cuyos vastos conocimientos en la Micropaleontología e inquietudes por el esclarecimiento de los múltiples problemas estratigráficos son bien conocidos; ya solo, o en compañía de cuadrillas de geólogos de campo, ha tenido la oportunidad

de muestrear y examinar gran número de afloramientos. Durante mucho tiempo ha registrado los icnofósiles según la costumbre de los geólogos, bajo el nombre de "gusanos fósiles". Se han reunido considerable número de icnofósiles, sin proceder a su clasificación por la escasa bibliografía disponible. El muestreo de las capas de **flysch** en el área de Boca de Uchire en abril de 1963, casi coincidente con la aparición de la mayor obra de recopilación de icnofósiles que conocemos, el tomo W de la **Treatise on Invertebrate Paleontology** nos hizo ver la importancia de dichas huellas enigmáticas. Sin embargo, en esa obra, así como en otras, los autores se reducen a breves descripciones de las huellas, con vacilantes conjeturas acerca de su origen.

Para averiguar algo más, relativo al origen o formación de dichas huellas, recurrió el autor a la exploración de los fondos marinos accesibles con equipos de aqua-lung. Los resultados, en comparación con las de algunos autores, acerca de su valor como indicadores ecológicos en rocas fosilíferas (Häntzschel, 1962; Ri-

vero F. Ch., 1962, y Seilacher, 1964), nos instaron a la revisión de las icnofaunas en colección. En numerosos casos se observó estrecha relación entre dichas faunas y los fósiles normales hallados en asociación; en otros casos, al no existir ningún fósil —a excepción de las huellas problemáticas mismas— hallamos estructuras sedimentarias, por ejemplo, estructuras de turbidita en **flysch**.

El manuscrito se entregó a finales de noviembre de 1966, pero la publicación de varios interesantes trabajos acerca de temas que tienen cercana conexión con lo que aquí se trata (Peirson III, A. L., et al., 1966, y Muñoz J., N. G., 1966, etc.), nos obligó a revisar y ampliar algunos puntos del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la doctora Frances Charlton de Rivero, sus entusiastas consejos y constructiva crítica a este trabajo; al doctor Pedro Joaquín Bermúdez, por su entusiasmo en la exploración de las Formaciones sedimentarias de Venezuela, y por su continua instancia a adelantar este y otros trabajos, a pesar de las dificultades circunstanciales; al bachiller Edgar Walter Bulart —excelente submarinista y explorador—, quien realizó la mayoría de las observaciones acerca de huellas y perforaciones actuales en el fondo del mar, y quien acompañó al autor en muchos de los viajes que dieron lugar a este trabajo; al doctor Víctor M. López, quien con su generosidad habitual contribuyó a financiar varias de las expediciones realizadas a fines de 1964, donde se recolectó importante material para este trabajo; y, finalmente, a la recientemente fallecida doctora Nada Vunjak, al geólogo señor Wolf-

gang Scherer, y al meteorólogo señor Julio Lescarbours, por sus donaciones de muestras de icnofósiles; a los geólogos señor John Sulek, y señor Max Furrer, por sus prácticos consejos, suministro de bibliografías y amplia colaboración prestada; a los paleontólogos doctor Thomas R. Waller y doctor Druid Wilson, por el acceso a bibliografía especializada.

Por la revisión del manuscrito y notables aportes prestados, se agradece a las siguientes personas: al geólogo señora Lourdes Díaz de Gamero, al geólogo señor Miguel Wehrmann y a la señora Irene B. de Macsotay, aparte de algunos de los mencionados anteriormente.

EXPLICACIONES PREVIAS Y DEFINICIONES PROPIAS DE LA PALEOICNOLOGIA

Paleoicnología es la ciencia que estudia todo tipo de **huellas problemáticas** (trace fossils, lebensspuren). En este trabajo consideraremos primero la clasificación de Lessertisseur (1955) basada en caracteres morfológicos de las huellas mismas, ya que es más fácil de recordar y aplicar desde el punto de vista de los geólogos de campo.

Este sistema contempla: Las **huellas exógenas** (traces exogenes), que consisten en las huellas dejadas en la antigua superficie del fondo marino, siendo huellas de reptación, mono-, bi- o trilobuladas, meandros o espirales, huellas estrelladas, residuos fecales, etc. Las **huellas endógenas** (traces endogenes) han sido formadas perforando el fondo marino entonces existente, siendo **galerías, túneles o excavaciones** (posteriormente rellenadas) de varias formas, pero distinguiéndose del anterior, por estar incluidas en un estrato o capa, atravesándolo, formando, aunque sea en

una parte de su trayectoria, un ángulo con respecto a la superficie de estratificación.

Las **huellas exógenas** se forman sobre la superficie de todos los fondos marinos, sea cual sea su composición. Pueden presentar gran variedad de formas, pero casi siempre se hallan en los planos de estratificación, o paralelos a éstas en toda su trayectoria. Es muy importante observar que pueden formarse a cualquier profundidad en el mar. La característica especial del **flysch de presentar estas huellas en la cara inferior de los estratos**, se debe sólo al peculiar ambiente de formación de dicha roca, y posee "géneros" particulares a ella. No es sorprendente hallar huellas de este tipo incluidos en lutitas que carezcan de planos de estratificación aparentes, ya que a pesar de que no se notan cambios litológicos verticales en tales rocas, en la época de su formación sí han tenido una superficie bien definida. Por observación directa hemos comprobado que en los fondos submarinos de composición arcillosa, generalmente depositada por aguas permanentemente turbias, existe una superficie bien definida, donde, aunque predominen los animales cavadores, también se marcan huellas de reptación y se acumulan excrementos.

Si una superficie semejante es cubierta por arcillas de la misma composición del fondo ya formado, toda marca del fondo en sí desaparece, quedando las estructuras de reptación o coprolitos preservados **in situ** muchas veces, debido a su composición relativamente diferente del medio que lo rodea. Por eso es de mucha importancia que, al localizar huellas problemáticas en lutitas o cualquier litología que no presente

cambios verticales, se trate de seguir dicha huella lo más posible, para comprobar: A) si dicha huella se conserva en un solo plano a lo largo de su trayectoria, y B) si hay paralelismo entre huellas aparentemente inconexas entre sí.

Las **huellas endógenas** se forman por excavaciones o perforaciones efectuadas en el suelo ya existente del fondo submarino. Sus características principales consisten en atravesar la capa examinada, formando un ángulo con respecto a la superficie de estratificación. Este tipo de huellas son más frecuentes en los fondos poco profundos, donde hay mayor actividad perforante como solución a la competencia existente. Aquí también es de gran importancia examinar toda la huella, de ser posible.* Es bastante característico en ellos el hecho de que el relleno de las galerías presenta una litología, cuya correspondiente se ha de encontrar **estratigráficamente arriba** de la capa examinada. Son frecuentes los rellenos con arenisca (el material de relleno es de grano más grueso que la roca caja), arenisca arcillosa, marga arenosa o arcilla calcárea incluidos en lutita, por ejemplo. Es notable que se observa más mica (en hojuelas pequeñas) en el relleno, que en la roca caja o incluso en la roca suprayacente. Posiblemente se debe a que la mica es un material de transporte muy fácil, movida por las corrientes, cae con facilidad en las cuevas de los animales perforantes, y queda adherida a la pared de dichas cuevas, reforzada casi siempre por material mucoso, arcilloso o calcáreo.

* Las galerías son perforadas desde la superficie, por lo tanto, siempre se extienden hacia abajo en la capa, partiendo de la **cara superior**, nunca de la cara inferior. Estas galerías pueden estar parcial o totalmente rellenas.

Es importante notar que los "géneros" y "especies" de la paleoicnología no corresponden exactamente a las del resto de la paleontología, ya que se refieren a evidencias indirectas de la existencia de animales u otros seres vivos. Una sola especie puede producir varios tipos de huellas, según su actividad, así como varias diferentes pueden dejar el mismo tipo.

Seilacher (1964) diversificó la clasificación de huellas, aunque tal sistema requiere un estudio detallado. A continuación, el resumen: (Referente sólo a **biorrelieves**).

Repichnia: Pistas o excavaciones dejadas por benthos vagante, durante, su locomoción.

Pascichnia: Pistas o surcos dejados por limófagos vagantes que cubren una cierta superficie, y que evitan cruzarse entre sí (Fobotaxial).

Fodinichnia: Surcos hechos por habitantes hemisésiles, con túneles de habitación y alimentación simultáneamente, con buen aprovechamiento del espacio.

Domichnia: Refugios permanentes cavados por animales vagantes o hemisésiles, buscando alimento fuera del sedimento como predadores, representando domicilio permanente, formando galería simple o en "U".

Cubichnia: Huellas de descanso dejadas por animales en reposo que se ocultan temporalmente en sedimento (usualmente arenoso-arcilloso) de hábitos limófagos y necrófagos; a menudo son paralelos y orientados hacia las corrientes, siendo la repetición horizontal y vertical, posible.

A las anteriores creemos necesario agregar un tipo de huella, que el mencionado autor no consideró. Serían las originadas por productos fecales fosilizados, presentando formas muy características, distinguibles de

las anteriores. El proceso de formación probable para tales icnofósiles, se detalla en la lámina 1, figura 1-C, y su correspondiente explicación, y se propone el nombre de **Coprollichnia** para los mismos.

Las huellas problemáticas se pueden relacionar con varios tipos de **icnofacies**:

1) Para animales marinos bentónicos de ambientes litoral y de aguas poco profundas, la protección física es la más importante; animales vagantes se crean sitios de descanso temporales (**cubichnia**) o producen perforaciones profundas y verticales (**domichnia**) para refugio. En aguas más profundas o quietas, donde las partículas alimenticias se asientan, los asimiladores de depósitos se vuelven más importantes. La mayoría de los animales son hemisésiles y producen perforaciones alimenticias (**fodinichnia**), hallándose, sin embargo, junto a los dos tipos anteriores. **Repichnia** dejados por epibenthos vagante, se hallan en las dos zonas. El requisito para la preservación de las **coprollichnia**, parece ser la presencia de aguas tranquilas y frecuente afluencia de sedimentos, sin especial relación a la profundidad; sin embargo, en ambientes profundos tienen mayor oportunidad de quedar preservados.

2) Animales de aguas profundas, poco ganan con esconderse en el sedimento; **domichnia** y **cubichnia** desaparecen casi completamente, y en su lugar son muy comunes los **fodinichnia** o **pascichnia**, con estructuras muy complejas. Los asimiladores de depósitos (**deposit feeders**) que las hacen, son mayormente vagantes y poseen medios de locomoción particulares. Las formas incluidas por nosotros en **coprollichnia**, antes estaban comprendidos en **repichnia** y **pascich-**

nia, y son especialmente abundantes en el flysch de facies profunda.

Las huellas problemáticas son, generalmente, de origen marino, pero se les halla también en sedimentos lacustres y fluviales, donde dominan formas semejantes a las marinas de aguas someras. En sedimentos lacustres finos pueden abundar **domichnia** de tipo sencillo.

Algunas definiciones son más que imprescindibles para la comprensión cabal del presente artículo, a saber:

Biorrelieve:* sinónimo de **icnofósil**.

Diaglifo: Icnofósil formado durante la diagénesis.

Endógeno: huella problemática formada dentro del sedimento. (**Endogliflo** es sinónimo).

Epirrelieve: huella en la cara superior del estrato, o sea, formada en la superficie del antiguo fondo.

Ergoglifo: huellas producidas específicamente por vermes.

Exógeno: huella problemática formada fuera del sedimento.

Galería: originalmente un túnel o una excavación, ya rellenada en los fósiles. (**Estructura tubular** y el término **Burrow** —en inglés— son sinónimos).

Hiporrelieve: huella en la cara inferior de un estrato.

Hieroglifo: cualquier tipo de marca ubicada en los planos de estratificación, sin tener en cuenta su origen. (Aproximadamente sinónimo de **Exógeno**).

Huella problemática: estructura sedimentaria, testigo indirecto de actividad de cualquier tipo en el ambiente bentónico.

* El sufijo **-relieve** es reemplazado por el de **-glifo**, por ciertos autores (Vassovich, 1953, y Pettijohn & Potter, 1964, pp. 312, 313).

Icnocenos: asociación natural de huellas problemáticas, correspondiente al concepto "biocenosis" de la Paleontología normal.

Icnofacies: biofacies a base de huellas problemáticas.

Icnofósil: todo tipo de huella problemática, producida directa o indirectamente por seres vivos. (Incluye huellas exógenas y endógenas).

Lebensspur: término en alemán, sinónimo de huella problemática; en francés: **trace d'activité**; en inglés: **trace fossils**. Suele extenderse a huellas actuales también.

Molde: configuración especial de las rocas sedimentarias, que se crean por relleno o reemplazo de cualquier irregularidad existente en el material inconsolidado del fondo. El término **Calco** es sinónimo.

Relieve negativo: huella hundida en la roca, presentando superficie cóncava. (**Surco**, en la descripción de huellas alargadas).

Relieve positivo: huella resaltante de la roca, presentando superficie convexa. (**Cresta**, en la descripción de huellas alargadas).

Traza fósil: sinónimo de huella problemática, en este trabajo.

Turborrelieve: estructuras globulares en la base de ciertos estratos, originados por relleno de pequeñas depresiones originadas por flujo.

FACTORES AMBIENTALES

Los factores ambientales influyen predominantemente en las faunas y su asociación, y por eso es imprescindible considerarlos.

Aireación: al parecer, los organismos productores subsisten tanto en ambientes euxínicos, como en los normales.

Sedimentación: las huellas pueden dar una idea acerca de la velocidad de la sedimentación (por ejemplo, la sedimentación rápida, repite la traza del organismo en varios niveles sucesivos). La repetición vertical de las huellas de descanso en areniscas con lineaciones de corrientes, indica tal reacción (la de atravesar el material que lo cubrió, para permanecer en la superficie), a la deposición de la correspondiente capa de arena sobre el animal enterrado; como animales epipsamóticos abandonan la arena para buscar su comida, esta deposición debió ocurrir entre dos comidas, o sea, rápidamente. La sedimentación retardada da oportunidad a los animales enterrados a salir más a menudo a la superficie, y residuos fecales y huellas pueden hallarse en cantidades considerables, sobre una capa homogénea. Los períodos de no-deposición, producen en los sedimentos pelíticos, capas superficiales firmes, en la cual los animales cavadores constituyen abundantes perforaciones estables, generalmente perpendiculares a la superficie, más bien que trazas complicadas. Un tipo de sedimentación extremadamente rápida ha sido propuesta para capas arenosas de **flysch**, y para otras, supuestas turbiditas.

Corrientes: Las corrientes afectan no sólo los movimientos de los animales vagantes sobre el fondo, sino los de los que viven bajo la superficie. Muchos crustáceos y gasterópodos tienden a enfrentar la corriente, mientras que otros crustáceos poseen mecanismos filtrantes que requieren orientación en el sentido de la corriente, o en ángulo de 90° con respecto a ella. El rumbo de los pelecípodos cavadores, si es que se orienta, se orienta en el sentido de la corriente, para dejar que el sifón

inhalante se enfrente a ella. Como resultado, las huellas en la cara inferior son subparalelas entre sí.

IMPORTANCIA DE LAS HUELLAS PROBLEMÁTICAS

Usualmente son de poca importancia en la estratigrafía. En áreas restringidas, sin embargo, puede adquirir importancia como fósil índice para los geólogos, de campo. La gran mayoría no cambia a través de las eras geológicas, teniendo **largo alcance temporal**. Ciertos tipos de huellas problemáticas están **restringidas a ciertas facies**, relacionadas con los ambientes. Seilacher (1964) designó tres tipos de icnofacies por restricción y asociación de huellas, designados por él, facies **neréites**, facies **zoofycos** y facies **cruziana**, que representan aguas profundas, medianamente profundas y poco profundas, respectivamente (sin dar datos numéricos de esas profundidades).

Las huellas problemáticas son útiles para investigar paleoambientes (habitats antiguos) en paleoecología y paleogeografía, si su significado es bien interpretado. Muchas faunas paleontológicas representan tanatocenosis, pero las **huellas problemáticas son ejemplos directos de la vida autóctona** en el sedimento, siendo la mayoría de las huellas, **irredepositables**. La mayoría de ellos son relleños o relieves, y están constituidos por el mismo material de la capa inmediatamente superior, y si aquélla se erosiona, las huellas tampoco pueden persistir por desgaste diferencial. Los icnofósiles pueden estar presentes en cualquier tipo de sedimento, pero son **más abundantes** y están **mejor preservados en rocas clásticas**, particularmente donde se alternan sedimentos arenosos y lutíticos. En estos casos son de notable valor como

guías paleoecológicas: ya que son abundantes en rocas clásticas, pobres en otros tipos de fósiles, o en rocas tan antiguas que los fósiles en ellos son tan diferentes de los seres actuales, que ya no se pueden comparar por uniformitarismo. En áreas complicadas estructuralmente, las huellas pueden utilizarse para reconocer las caras inferior y/o superior de los estratos. Especialmente útiles para este fin son las excavaciones en forma de "U", que son construidas con la curva hacia abajo, o la fauna particular del **flysch**, restringido a la cara inferior de los estratos de arenisca.

Es de notar, que todas las estructuras que estamos considerando, se forman en los sedimentos frescos, aún no consolidados, o sea, que son **estructuras primarias**. Es conveniente diferenciar entre las huellas que son **producto de seres vivos (biorrelieve e icnofósil** en este trabajo y **bioglifo**, según Vassoevich, p. 38; Pettijohn y Potter, p. 286), y las estructuras sedimentarias de origen no orgánico, que con frecuencia se formaban en el mismo fondo, simultáneamente, y para los que se sugiere aquí el nombre colectivo de **tectorrelieve**. El término **abioglifo** (Vassoevich, p. 38; Pettijohn y Potter, p. 283), no nos parece tan apropiado.

Bajo el término de **tectorrelieve**, se comprenderían las estructuras que forman las corrientes, y todos los tipos de movimientos de la masa acuática en el sedimento, como: **óndulas o rizaduras de oleaje** (ripple-marks) figs. 64, 65, 66; **estructuras de carga** (loadcasts); de **deslizamiento** (slide marks); de **punzamiento** (prod-marks), fig. 17; de **roce** (brush-marks), figs. 4, 43; **canales** (channels); **estratificación o laminación cruzada** (cross-bedding); **hoyuelos de burbujeo** (bubble-marks),

figs. 66, 67; **turborrelieves** (turboglyphs), figs. 27, 33; y **moldes de surcos** producidos por cualquier tipo de desplazamiento mecánico en el fondo.

LOCALIDADES OBSERVADAS DE ICNOFÓSILES EN VENEZUELA

Se han examinado diversas formaciones sedimentarias de Venezuela, poniendo especial atención a las huellas problemáticas, así como a las estructuras sedimentarias que pudieron haber sido creadas por la acción de organismos vivientes. A continuación, expondremos los principales afloramientos examinados, seguidos de un diagrama que demuestra claramente el valor de las huellas problemáticas como indicadores de paleoecología:

1) Carretera Boca de Uchire-Clarines, cortes de carretera a 800, 1.000, 1.200, 1.500, 1.600 y 2.300 metros al oeste del restaurant "El Paradero". Sin embargo, estas rocas afloran desde el kilómetro 10 al oeste de Boca de Uchire, hasta el punto mencionado. Afloran secuencias de areniscas grises que meteorizan a castaño, de grano fino, dispuestas en capas delgadas de espesor lateral constante, interestratificadas con lutitas gris oscuras, duras, astillosas, silíceas, de espesores semejantes a las areniscas. Las areniscas con frecuencia presentan estructuras de turbiditas. Corresponden a la **Formación Guárico** de edad Paleocena.

2) Cortes de carretera, entre los kilómetros 7 y 9 en la carretera Attagracia de Orituco-Selva de Guatopo, contados desde la alcabala abandonada a la salida norte de la mencionada ciudad. Litología y formación, la misma de la anterior.

3) Corte de carretera al noroeste de las carreteras Villa de Cura-Ortiz,

en la carretera de San Sebastián, directamente al noreste de San Juan de los Morros. Litología y formación, semejante al n. (1).

4) Carretera Ortiz-San Juan de los Morros, corte de carretera y afloramientos en el río, a 1 km al sur del fundo "La Crucesita". Son lutitas negras, duras con ocasionales capas de arenisca que presentan rizaduras y a veces, estratificación cruzada fina. Forman parte de la Formación Guárico.

5) Isla de Margarita, Punta Mosquito, capas expuestas en una pequeña quebrada que desemboca a 1.500 metros al este de la caseta de Guardia Nacional; afloran lutitas duras, marrones que meteorizan crema, en lechos gruesos, interestratificados con capas delgadas de caliza, localmente rica en foraminíferos grandes; el lecho de la quebrada seca sigue el rumbo aproximado de las capas. Corresponden a la Formación Punta Mosquito, del Grupo Punta Carnero, de edad Eoceno superior.

6) Isla de Margarita, Area del Yaque, capas superiores del cerro "La Represa" correspondientes a los lechos delgados de caliza gris con abundante fauna de **Lepidocyclina** y otros foraminíferos grandes asociados, que forman la caliza basal de la Formación Punta Mosquito. (Corresponde a la localidad Bermúdez-152).

7) Península de Araya, quebradas en los cerros Barrigón y La Cantera, donde aflora la Formación Cubagua, la cual, con sus Miembros Cerro Verde y Cerro Negro, cubre una amplia gama de facies en el sentido batimétrico, entre los 0 y 30 brazas; asimismo, la variación litológica es suficiente, como para localizar estructuras variadas.

8) Acantilados de la playa, al norte del poblado de Güiría, Península de Paria; aflora un notable espesor de arcilitas y lutitas poco consolidadas, localmente arenosas, con lechos fosilíferos. Sus icnofósiles demuestran que tales estructuras se presentan en ambientes salobres, con la notable particularidad de estar asociadas a concreciones limoníticas y yeso, materiales jamás observables en ambientes de **flysch**. Formación Güiría, de edad Plioceno superior.

9) Cerros de Caigüire, al sureste de la ciudad de Cumaná. Consiste en una serie de areniscas, conglomerados y arcilitas arenosas, con escasos niveles calcáreos. Corresponden a la Formación Cumaná, de edad Pliocena. Aquí también, tal como en el caso anterior, se observa la persistencia de icnofósiles en ambientes de baja salinidad.

10) Acantilados en el flanco sur de la isla de Tortuga. Los afloramientos aquí citados comprenden las areniscas calcáreas y margas arenosas amarillentas que se hallan en la Bahía de Garambeo, inmediatamente al norte y este del aeropuerto de la isla y las de la Bahía de Carenero, hacia la parte oriental de la isla. Corresponden a sedimentos Pliocenos temporalmente adjudicados a la Formación Cumaná, a pesar de la distancia que los separa y de que su ecología sea marina, de aguas abiertas y con corrientes, sin niveles salobres.

11) Bajo este número consideramos dos formaciones: A) Los afloramientos de la Formación Punta Gavilán, Mioceno superior en la misma Punta Gavilán y Punta Zamuro, en el Estado Falcón, y B) Los de la Formación Carenero, cerca de la localidad del mismo nombre, en el Estado Miranda, del Mioceno medio. La litolo-

gía del primero es de margas arenosas amarillentas, ricas en megafauna de moluscos, equinoides, microfauna de foraminíferos, y la del segundo, de areniscas, arcilitas arenosas, limolitas con niveles calcáreos en su parte superior, con microfauna abundante, y escasos microfósiles. Las dos presentan los mismos conjuntos de icnofósiles.

12) Aquí también consideramos dos formaciones: A) Los cortes de carretera entre la alcabala de Puerto Cumarebo y el campo petrolero (abandonado) de Cumarebo, donde afloran margas arenosas, lutitas y limolitas multicolores, correspondientes a la Formación El Veral, y B) Afloramientos en carreteras y colinas entre Taratara y El Carrizal, de litología muy variada, correspondientes a la Formación Caujarao. Ambas, situadas en el Estado Falcón son macro y microfósilíferas, indicativas de aguas someras, marinas.

13) Quebrada El Quino, Formación Pagüey, Estado Barinas. Esta localidad no ha sido visitada por el autor.

14) Río Abajo, al norte de Barquisimeto, estación n. 3 de la Excursión Geológica organizada por la A.V.G.M.P. en febrero de 1966. Afloramientos de areniscas y lutitas duras que incluyen cantos de una roca verde de posible origen volcánico. Las areniscas presentan icnofósiles en relativa abundancia. Sería recomendable un muestreo a fondo de los afloramientos disponibles.

15) Quebrada Seca, estación n.º 5 del segundo día de la mencionada excursión, al sureste de Quíbor, Estado Lara. Afloran lutitas grises oscuras a negras, duras, con frecuentes "tubos de gusanos" (*Domichnia*) pertenecientes a la Formación Morán.

16) Quebrada Las Pailas, Cabo Blanco, Distrito Federal. Areniscas y margas arenosas de la Formación Playa Grande, donde los icnofósiles tienen mayor dispersión y abundancia que los macro o microfósiles. Los afloramientos estudiados incluyen los cortes de carretera a la Urbanización Playa Grande.

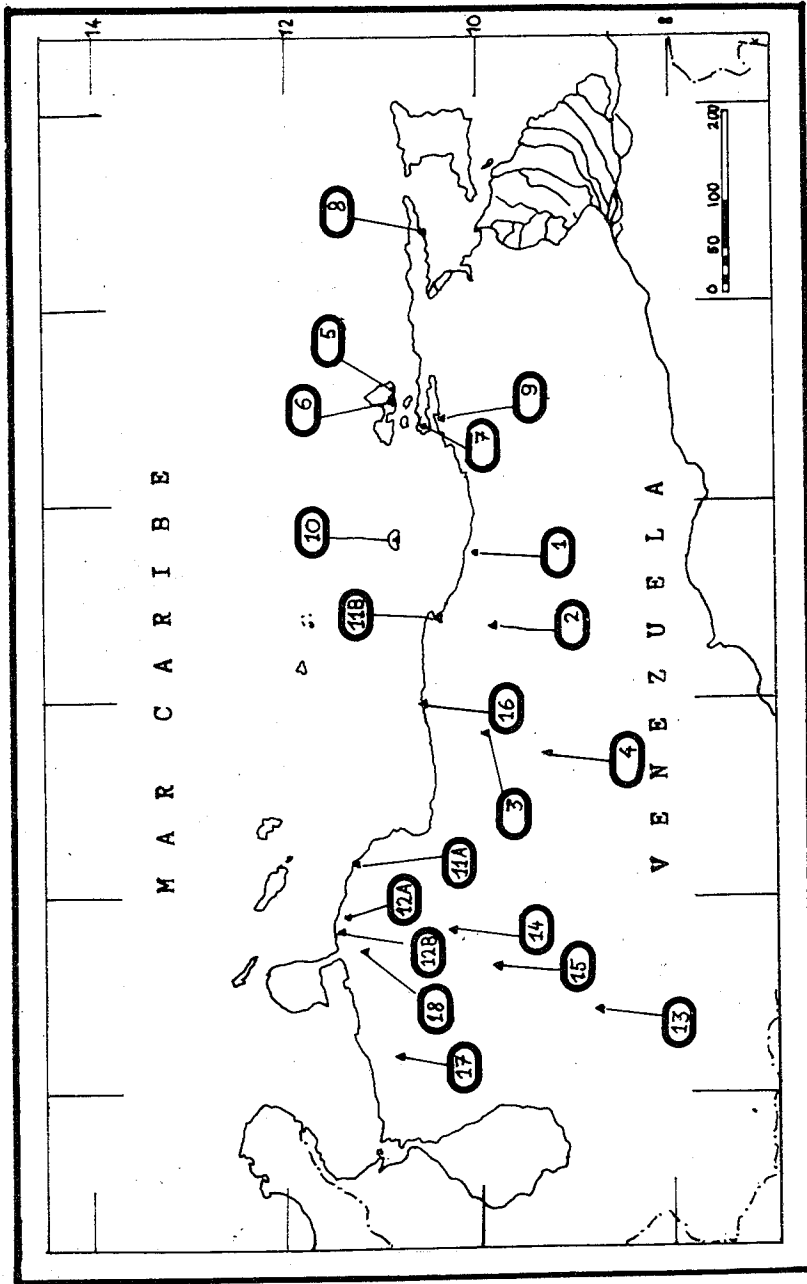
17) Cerro Santa Rita, cerca de la estación retransmisora de Televisión, Estado Falcón occidental. Lutitas y areniscas que corresponden a la porción superior de la Formación El Tascal, modernamente conocido como Formación La Victoria.

18) Esquina noreste de la mesa de Saladillo, al suroeste de Coro, Estado Falcón. Capas delgadas de arenisca interestratificada con grandes espesores de lutitas; corresponde a la Formación Socorro, Mioceno medio-inferior. (No figura en el diagrama).

En el diagrama que presentamos a continuación, las letras mayúsculas significan la abundancia relativa de los icnofósiles en las capas examinadas. Si es abundante, con más de 7 ejemplares recogidos o vistos, "A"; si es frecuente, 4-7 ejemplares, "F"; si es escaso, o sea, 2-3 ejemplares sólo, es "E"; si es raro, con sólo 1 ejemplar, a veces fragmentario, "R". Si el registro es incierto, de ejemplares mal conservados, fragmentario o no confirmado, se señala con "P"; y si no está restringido a cierto sitio, como un nódulo, una lente o una capa, siendo de amplia distribución tanto vertical como horizontal dentro de la formación (o la porción que de ella ha sido examinada) se agrega un asterisco(*).

Los números de localidades no están en orden de edad o región, sino que representan el orden en que fue-

LOCALIDADES CON ICNOFOSILES ESTUDIADOS EN VENEZUELA



Escala 1:8.500.000
(Entiéndase: escala kilométrica)

DISTRIBUCION DE HUELLAS PROBLEMATICAS EN VENEZUELA,
EN RELACION A LAS FACIES QUE REPRESENTAN

FACIES Y LITOLOGIA	FACIES NEREITES flysch y otras rocas formadas a más de 100 brazas, posible- mente incluye sedi- mentos batiales y/o abisales.		FACIES ZOOPHY- COS, diversas rocas sedimentarias, ex- cepto flysch, forma- dos en ambiente nerítico, de 30 a 100 brazas.					FACIES CRUZIANA, rocas diversas, predomina- ntemente clásticas de grano grueso, con varia- ción lateral frecuente. Posiblemente formados en ambiente nerítico de aguas poco a mode- radamente profundas, de 0 a 30 brazas.									
	FORMACIONES	Guárico (Tp)	Guárico (Tp)	Guárico (Tp) (?)	Bobare (Tp) (?)	Guárico (Tp)	Punta Mosquito (Tes)	Punta Mosquito (Tes)	Punta Gavilán (Tms) Carenero (Timm)	Cubagua (Tms)	Güiría (Tp)	Cumaná (Tp)	Cumaná (Tp)	El Veral (Tmm-s) Caujarao (Timm)	Pagüey (Tes)	Morán (Tp)	Playa Grande (Tp)
ICHO- FOSILES	1	2	3	14	4	5	6	11	7	8	9	10	12	13	15	16	17
Aulichnites	—	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chondrites	F	F	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cosmoraphe	F*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fucusopsis (?)	P	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Granularia	—	—	—	—	—	R	A	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gyrochorte	F	—	—	—	—	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gyrolites	—	—	—	—	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	E	—
Halymenites s. l.	—	—	—	—	E	—	—	R	E	—	F*	F*	F*	P	F*	F*	F*
Helicolithus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Helminthoidea	A*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Helminthopsis	E	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lorenzina	—	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mecanopsis	P	—	R	—	F	—	—	E	—	—	—	—	—	A*	R	—	—
Nereites s. l.	F*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ophiomorpha	—	—	—	—	—	—	—	E	E	—	F	F	—	—	—	E	E
Paleodictyon	F*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Paleomeandron	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pseudodesmograption	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spirophycus	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spirorhaphe	F*	—	P	—	—	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uchirites	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Unarites	F*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Urohelminthoidea	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zoophycos	—	—	—	—	P	P	P	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Repichnia	F*	F*	—	F*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Domichnia	—	—	E	—	—	R	—	E	F	F	A	F	F	P	—	F	—
Cubichnia	—	—	—	—	—	E	—	—	F	F	F	F	F	P	—	A	F

ron examinados los afloramientos en la búsqueda por los icnofósiles.

Las 17 localidades mencionadas comprenden formaciones Terciarias de Venezuela: del Paleoceno al Pleistoceno, de litologías y facies muy diversas. Sin embargo, se nota una clara división en dos grupos principales: por una parte, las dos primeras localidades, y por otra, el resto. Con sólo dos excepciones, las formas son exclusivas de sus ambientes: hecho que resalta aún más, si consideramos las litologías y la paleoecología conocida o supuesta de las formaciones representadas por dichas localidades.

Las localidades (1), (2), (3) y (4) representan afloramientos de la Formación Guárico (Maestrichtiense-Paleoceno); las tres primeras, con litología de delgadas capas de arenisca con estructuras de turbidita, intercalada con lutitas silíceas, y la cuarta, con lutitas localmente calcáreas y arenosas. Las cuatro son de la misma edad, pero sólo la última ha rendido formaminíferos pequeños, indicativos de edad; las otras, han resultado negativos en todo tipo de fósiles, a excepción de la icnofauna. Otro factor, notable, es la distancia que separa las localidades: del (1) al (2), 115 km y del (2) al (3), 103 km, afloramientos casi continuos distribuidos en una franja estrecha de unos 20-30 km de ancho. Sin embargo, es casi imposible separar a simple vista, las muestras de mano. Todos estos hechos, la posible relación entre cambios paleoecológicos tan grandes dentro de una misma formación y sus huellas enigmáticas, así como el hallazgo de los mismos en otras formaciones sedimentarias venezolanas, nos indujeron a realizar esta investigación.

LAS ICNOFACIES EN VENEZUELA

EL FLYSCH. CONJETURAS SOBRE SU ORIGEN Y SU ICNOFAUNA

Las localidades (1), (2) y (3) representan, dentro de la Formación Guárico, lo que antes se ha llamado "serie flysch de Ortiz" con todas las características del típico **flysch**: capas delgadas de arenisca muy compacta, de grano fino, los cuales no varían sus espesores lateralmente, y que presentan estructuras de turbiditas (Fig. 3). Los anteriores están intercalados con lutitas gris oscuras, astillosas que asimismo tienen caracteres constantes de grano, composición, etc. Las capas están nítidamente separadas entre sí, en especial en el contacto inferior de las areniscas.

Las areniscas presentan icnofósiles y estructuras sedimentarias características: estructuras diversas de arrastre, turborrelieves, y otras estructuras de origen mecánico, pero nunca lenticularidad ni canales. Los icnofósiles de la localidad (1) muestran una asociación característica de la facies **nerites**, formado en "aguas profundas". Hasta la fecha ningún autor ha definido lo que exactamente entendía por dicho término. La icnofauna del **flysch** presenta **repichnia**, **pascichnia**, **coprolichnia** y **fodichnia**. Estos últimos han sido observados (Muñoz, G. N., 1966, p. 44) en **turbiditas abisales actuales** en el plano abisal de Colombia, principalmente en el tope de dichas estructuras.

Es de conocimiento general, que las condiciones de temperatura, oxigenación y movimientos de las masas de agua en los fondos oceánicos por debajo de los 200 m —fuera de lo que se considera generalmente como plataforma continental— son relati-

vamente uniformes, en sitios a grandes distancias entre sí, y que no varía casi la población de los fondos oceánicos tropicales, de la que hay en áreas circunpolares. Esto explicaría la gran uniformidad de la fauna paleoicnológica correspondiente a la facies **nerites**.

A esto viene complementando el descubrimiento de un "verme" enteropneusto, que produce huellas semejantes al **Helminthoida**, a profundidades batiales y abisales en diversos océanos. Bourne y Heezen (1965) en su artículo ilustrado, mencionan la existencia de pistas circulares o espirales, huellas muy semejantes a algunas de las huellas problemáticas de las facies **nerites**, considerada por Seilacher (1964) como de **posible origen abisal**. Coinciden hasta en la característica de iniciar y terminarse abruptamente, siendo en realidad material fecal de dichos vermes. Es notable que en numerosos registros efectuados, las huellas sólo hayan sido halladas (fotografiadas, la cual es el único método de observación en la actualidad, ya que dichas huellas son demasiado endebles y frágiles como para ser dragadas) a profundidades mayores de 4.000 m. El número mencionado puede parecer algo exagerado; sin embargo, investigaciones recientes (Muñoz, 1966, p. 7, 43) realizados en el área del Caribe meridional demuestran que **las turbiditas están completamente ausentes** de los planos de las plataformas continentales, **por encima del plano abisal**. En cambio, todos los núcleos tomados del plano abisal de la cuenca oceánica de Colombia y Venezuela, contienen turbiditas, sin excepción.

Bourne y Heezen (1965) lograron fotografías del animal responsable de dichas huellas (fig. 8) en pleno

proceso de elaboración de la misma. Se trata de un animal vermiforme, el cual en realidad es un **Hemicordado**, de gran tamaño, cuerpo alargado, y cabeza bien destacada del tronco, de forma subtriangular. Los hemicordados son en realidad, vertebrados muy primitivos y no gusanos, tal y como sugiere su apariencia. La diferencia más notable es la existencia de hendiduras branquiales numerosas, de estructura similar al bien conocido **Amphioxus**, un miembro más evolucionado del grupo. La mayor parte de su sistema nervioso es más bien difuso, pero presenta un cordón nervioso dorsal en la región del collar. No se les conoce en estado fósil, pero las huellas espirales puede ser una indicación indirecta. Su antigüedad posiblemente se remonta al Paleozoico inferior. (Romer, p. 19, 20).

Las huellas producidas por éste varían de tamaño: de 20 a 200 cm de diámetro para la espiral completa, lo que es bastante mayor que las huellas fósiles por nosotros examinadas (de los cuales el mayor tenía 32 cm de diámetro), pero en forma y proporciones son afines completamente. Las especies de Hemicordados Enteropneustos que viven en aguas neríticas tienen hábitos perforadores de fango, donde permanecen casi toda su vida, prácticamente inmóviles; pero las especies de los grandes fondos oceánicos, tienen hábitos de benthos vagante y hasta pelágico. Es posible, por tanto, que la función de crear huellas complejas de tipo espiral, se deba más al ambiente particular y no a ningún grupo de animales vermiformes en especial.

Esto queda confirmado con el registro de la huella dejada por gusanos echiuroides, otro grupo de vermes, que en aguas someras es prácticamente inmóvil, y en el ambiente

batial forma huellas meandroides amplias que recuerdan ciertas huellas características del **flysch**, alpino, como **Taphrhelminthopsis** y **Mülleria**,^{*} que aún no hemos hallado en Venezuela. El registro de distribución y abundancia en los océanos, nos muestra que estos vermes, que carecen de partes duras o defensas convencionales, viven en áreas casi desprovistas de toda otra forma de vida; los animales a los que se asocian, no son peligrosos para ellos: peces macruróides, ofiuróides, holoturoídeos y equinoídeos. En el mismo trabajo se cita a Ikeda, autor que comprobó los hábitos de nadador activo del género **Glandiceps**, el enteropneusto de mayor difusión geográfica y batimétrica.

Un fenómeno al parecer no observado con anterioridad, es que existe un ciclo en lo que respecta a las huellas problemáticas del **flysch**. En la localidad (1) hemos observado que cada cuarta capa de arenisca presenta mucha mayor "población" de huellas, que la primera, segunda y tercera intermedias. En el **flysch**, casi todos los icnofósiles son crestas (sobrerrelieves) en la **cara inferior** de las capas de arenisca, siendo representantes en realidad de la vida sobre el barro (luego lutita) existente antes de la sedimentación de la propia arenisca.

Si relacionamos el hecho de que la mayoría de las huellas problemáticas del **flysch**, son producto de seres vivos, principalmente invertebrados vagantes sobre el fondo, que prosperan en los tranquilos períodos de no-sedimentación o escasa sedimentación, y que al llegar a los fondos la corriente de turbidez destruye esas formas de vida en las áreas que

recorre —que pueden ser muy grandes—, nos acercamos a la solución del problema antes expuesto.

Se suceden posteriores ciclos, pero la fauna regresa sólo después de un período relativamente largo de tranquilidad. Este hecho nos indica que, posiblemente, las corrientes de turbidez no sean un efecto casual de sismos, sino que el gran volumen de material que se sedimenta sobre las plataformas continentales hacia el final de la época de lluvias (en el trópico) o primavera (en las áreas templadas) llega a un momento crítico, en que ya por su propio volumen y peso, así como por la acción de las corrientes, grandes volúmenes de estos sedimentos se deslizan hacia los fondos oceánicos. Lógicamente, el primer deslizamiento sería seguido en corto plazo por otros, hasta restablecer una condición de equilibrio sobre la plataforma. La época de escasa sedimentación sobre la plataforma daría oportunidad de 6-8 meses a la fauna submarina abiso-batial, de volver a proliferar sobre los fondos.

Sin embargo, no deseamos insistir sobre el carácter anual de dichos ciclos, los cuales pueden representar simplemente varios períodos anuales de lluvia e inundación tierra adentro, o incluso un ciclo cada 5-10 años. El fenómeno de ciclaje se observó en una sola localidad, en sedimentos que posiblemente se acumularon en una fosa estrecha y alargada, en condiciones climáticas que nos son desconocidas en detalle. (Posiblemente cálido-tropical y húmedo).

Los microsismos podrían ejercer posiblemente un efecto de precipitar el alud de la corriente de turbidez antes de lo que se iniciaría por su propia inercia, y las otras razones aducidas. La rapidez de la sedimentación del tipo **flysch**, es una rapidez

relativa, ya que las arenas posiblemente lleguen intempestivamente, a la semejanza de las tormentas de arena de los desiertos, pero el período de tranquilidad subsiguiente, con sedimentación de arcillas y coloides minerales semejantes, es un proceso lento. En el retorno de las faunas no sólo se deben tomar en cuenta los animales adultos, sino las numerosas larvas o formas ovariadas que pueden permanecer enterradas en el fondo y que podrían abrirse paso a la superficie, poco tiempo después del paso de la corriente; pero hasta que el fondo se puebla a su capacidad normal, han de pasar varias "generaciones" de estos animales.

La forma de separación tan nítida de areniscas y lutitas del **flysch**, así como la absoluta inexistencia de una transición granulométrica entre los dos tipos litológicos, nos da una idea de lo brusco del paso de las corrientes, en contraste con los períodos de tranquilidad. Evidencia indirecta de la ecología del **flysch**, es la absoluta ausencia del material calcáreo; los períodos de tranquilidad daban ocasión a la disolución completa de los caparazones calcáreos abandonados, y las corrientes de turbidez disminuirían mucho la probabilidad de la existencia de numerosos seres de ese tipo.

La fauna de la localidad (1) representaría una parte muy profunda de la fosa, que en el Paleoceno (y antes?) existiría al pie de las montañas recién emergidas de la Serranía del Interior, y se iría haciendo menos profundo hacia el oeste; la fauna de la localidad (2) está caracterizada por **Lorenzina**, la cual, según Seilacher, representa la facies cruziana, propio de las aguas "poco profundas"; las localidades (3) y (4) que presentan icnofaunas corrientes en localidades,

que son bien conocidas como de aguas relativamente poco profundas, por otros fósiles hallados en ellos.

A la observación acerca de la profundidad del cinturón axial de la fosa de Guárico (donde se sedimentaron los **flysch**) la cual fue mayor de 1.000 metros (fide Peirson III, A. L., et al. /1966/, p. 214) creemos necesario agregar, que, hacia el noreste —área de Uchire—, la fosa se hizo aún más profunda, alcanzando quizás los 4.000 metros.

ICNOFACIES DE AGUAS MODERADAMENTE POCO PROFUNDAS

Bajo este concepto, en este trabajo se estudian ambientes bentónicos originados sobre la plataforma continental. Es en este ambiente donde los **domichnia** y **fodinichnia**, "tubos de gusanos" pueden ser hallados con frecuencia. Debe notarse que la abundancia de los mencionados icnofósiles no está regida tanto por el factor profundidad, como por el de la velocidad y volumen de la sedimentación.

Lo primero que llama la atención en el estudio de las galerías, es que están restringidas a ciertas capas y ciertos niveles, **siempre asociadas a cambios litológicos**. En estos cambios litológicos, la capa superior es más clástica que la inferior, y su material es el que rellena y forma el material de las galerías. Esta relación sugiere, al menos, una especie de hiatus no-deposicional entre las dos capas, fenómeno que fue observado por algunos autores con anterioridad: Dryden (1933, p. 142, 143). Este argumento se ve reforzado por la presencia de bancos de **Ostrea percrassa** a apenas 15 cm por encima del contacto, en la formación Calvert, examinada por dicho autor.

* Nuestras huellas correspondientes en morfología, son: **Helminthopsis** y **Spirophycus**.

La Formación La Vela, en la quebrada San Gil (localidad tipo) y la Quebrada La Vela o Mataruca, presenta varios niveles donde abunda la **Ophiomorpha**. Dichas galerías se hallan excavadas en capas de arenisca o conglomerado fino; dichos niveles se hallan invariablemente por debajo de bancos de **Ostrea** o **Anomia**. (Al decir banco de pelecípodos, se entiende una capa compuesta casi exclusivamente por un género y una o dos especies del mismo, que haya vivido *in situ*; o sea, que se hallan individuos en todas las fases del crecimiento, y casi todos los ejemplares están con las dos valvas juntas). En la parte media de la formación, se puede ver una capa de conglomerados de cantos angulosos, de colores gris y castaño, los cuales se hallan cubiertos de ejemplares bien desarrollados de **Anomia gabbi falconensis** Hodson, y abundante balánidos. Lo notable es que **estos animales sésiles se hallan tanto en el tope, como en las diaclasas y en gran parte en la base de la capa**. Son individuos bien desarrollados, numerosos y de especies extintas, lo que elimina la posibilidad de acarreo desde la playa actual. Esa capa de conglomerado constituyó una superficie del fondo expuesta no sólo a la no-deposición, sino a la erosión. Las arenas subyacentes a esta capa presentan numerosas **Ophiomorphas**. Tanto los arrecifes de **Ostrea** de gigantesco tamaño como el mencionado conglomerado representan superficies del fondo marino que estuvieron largo tiempo expuestas, sin recibir sedimentos o hasta perdiéndolos por erosión. Esta relación precisa de posterior comprobación pero los **domichnia**, que tanto abundan en nuestras formaciones Terciarias, **pueden indicar discontinuidades estratigráficas** o

diastemas, que, por lo común pueden pasar inadvertidas por los geólogos.

Las galerías constituidas de arenisca (del tipo **Halymenites** s. l.), pueden no estar perpendiculares con respecto a la primitiva superficie. Sin embargo, en las galerías expuestas a la meteorización, se notan zonaciones. Dichas zonaciones (Figs. 60, 61) representan el sedimento de relleno, el cual lógicamente se disponía en capas horizontales dentro de la galería. Por tanto, dichas zonaciones representan con bastante exactitud, la antigua superficie, y son paralelas a ella. Para mayor seguridad se recomienda observar varias galerías zonadas *in situ*, para obtener un promedio, lo cual es más exacto que una observación aislada. Una conclusión así, señala: 1) La parte superior de la capa, o sea, su posición, y 2) El buzamiento de la misma, frecuentemente disfrazada por la meteorización, diaclasas, o la lenticularidad.

Es bastante común observar **galerías de desplazamiento horizontal** (en el plano de estratificación de la capa) con frecuentes ramificaciones laterales, en forma laberíntica. Con cierta regularidad, se presentan cámaras de descanso laterales, muy fáciles de reconocer, porque terminan en una cámara ovalada, sin otra salida. Las áreas de contacto entre varias galerías pueden estar engruesadas o no. Este tipo de galerías puede representar **largos períodos de no-sedimentación**, y se observó en la Formación Punta Gavilán —en Sabanas Altas y Punta Hato Viejo— Formación El Veral, Formación La Vela, en la base de la Formación Chiguaje del Grupo Codore —sobre la sección del río Codore— y en las partes superiores de las Formaciones Caujarao y Urumaco. En todas las

formaciones mencionadas hay niveles bien determinables de galerías horizontales, que se comunicaban entre sí, a manera de pequeñas ciudades submarinas. Estos sistemas de galerías pueden ser seguidos en los afloramientos por centenares de metros, casi sin variación, en la mayoría de las veces, asociados a rocas duras y compactas. Las anteriores observaciones hacen presumir prolongados períodos de no-sedimentación o progresivo levantamiento de los fondos del mar en el Mioceno medio y superior de Falcón central y oriental. Estas galerías ramificadas se reconocen por las pustulaciones e irregularidades de su superficie inferior, especialmente visibles en las cámaras de descanso.

Hemos comprobado la tendencia de las galerías de estar parcial o totalmente rellenas por material ferruginoso (limonita), al proceder de ambiente de aguas poco profundas y mal circuladas (Fig. 59-B). Dicho fenómeno se observó en la Formación Cumaná (Caigüire) y la Formación Güiria (en Güiria) y en la parte superior de la Formación La Vela. En todos los casos, las galerías ferruginosas estaban asociadas o por lo menos estratigráficamente cercanas de faunas de **Cerithium (Theridium)**, **Potamides**, **Chione**, **Neritina**, **Melongena**, etc.

La Formación Punta Mosquito (loc. 5 y 6) debió formarse sobre la plataforma, pero a profundidades mayores de las que se pensaba—, por su fauna de foraminíferos grandes, quizás de 30 o más brazas—, por la presencia de **Spirorhappe**.

La Formación Cumaná (loc. 9 y 10), la Playa Grande (loc. 16) y la equivalente salobre, la Formación Güiria (loc. 8), todas de aguas poco profundas, de 1-10 brazas, y de edad Plioceno,

presentan una típica fauna de **Ophiomorpha**, **Halymenites** s. l. y **domichnia** sin forma definida. El mismo conjunto se halla en la Formación Tacal (loc. 17) de ambiente semejante; El Veral y Caujarao (loc. 12) y muy posiblemente la Formación Pagüey. La edad de estas formaciones va del Eoceno al Plioceno.

La Formación La Vela presenta icnofósiles característicos de aguas poco profundas a excepción de sus capas basales, donde la **Ophiomorpha** es reemplazada por **Gyrolites**, cambio que se nota en la fauna de moluscos: la fauna **Ostrea-Anomia-Turritella altilira** se ve reemplazada por **Malea**, **Epitonium**, **Flabellipecten**, **Amusium**, **Turritella gatunensis** y **Turridae**, conjunto que indica considerable profundidad.

Las Formaciones Bobare y Morán no han sido examinadas a fondo, pero sabemos de la existencia de icnofósiles en ellas. Las **repichnia** vistas en el primero (loc. 14), hace pensar que se formó en aguas bastantes profundas, más profundas que el segundo (loc. 15), donde había un claro dominio de **domichnia**.

Es notable que en todas las localidades examinadas, los icnofósiles fueron más abundantes y generalmente mejor distribuidos en las formaciones respectivas, que cualquiera de los otros tipos de fósiles, como moluscos, corales, balánidos o incluso foraminíferos. Este factor, además de su fácil visibilidad (se destaca de la roca caja por erosión diferencial, siendo la galería más resistente a la misma), los convierte en valioso guía en formaciones cuyos afloramientos se hallan aislados entre sí, o fallados.

Si comparamos estos registros con los previamente hechos en Europa, Asia Menor, y Norteamérica, nos sor-

prendemos de la notable semejanza de las conclusiones ecológicas logradas con la icnofauna.

ESTRUCTURAS ASOCIADAS

En todas las icnofacies se hallarán cuerpos difíciles de identificar, que no son icnofósiles pero que se hallan asociados a las mismas. En la cara inferior de las areniscas del **flysch**, aparte de los icnofósiles, abundan los **tectorrelieves**, a menudo difíciles de separar entre sí (Fig. 18, 19, 27, 31, 32, 33).

En muchas de las formaciones sedimentarias clásticas de aguas poco profundas examinadas, se ven estructuras que pueden ser fácilmente confundidos con icnofósiles del tipo

domichnia: son las **concreciones**. Estos también están constituidos de material más duro que la roca caja, y suelen asimismo ser más abundantes en ciertos niveles (capas) que en el resto de la formación. Suelen ser objetos de contornos **redondeados**, de composición generalmente más calcárea o arcillosa que la roca caja. Su máximo diámetro suele corresponder al plano de estratificación, adoptando las formas más variadas. Ocasionalmente se presentan con la forma de galerías alargadas, de sección elipsoidal, que pueden permanecer en cualquiera posición dentro de la roca. Las concreciones aparentemente se forman después de la diagénesis de la roca o durante el mismo proceso. La distinción principal entre dichas formas, sería:

ICNOFOSIL (DOMICHNIA, FODINICHNIA)	CONCRECIONES
Material de grano más grueso que la roca caja.	Material de grano igual o más fino que la roca caja.
Material irregularmente distribuido a través del cuerpo (internamente).	Material zonado en áreas concéntricas dentro del cuerpo.
Fósiles raros, situados generalmente al final de la galería, o como parte de la pared, no concordantes con el plano de estratificación.	Fósiles localizados en el centro, y en concordancia con los planos de estratificación.
Litología usualmente dependiente de las capas suprayacentes.	Litología no dependiente de las capas suprayacentes.

Una típica asociación de **tectorrelieve** con un posible **biorrelieve**, está representado por rastros de actividad posiblemente animal sobre un fondo subácueo, en las figuras 5, 6, 7, y

47. Es necesario que el geólogo de campo sepa interpretar ambas por separado, para poder llegar a efectivas conclusiones paleoecológicas.

OBSERVACIONES ACTUALES

Las huellas problemáticas con las cuales tratamos en este trabajo, todas están formadas en ambientes subácueos, la mayoría de ellos marinos, y es por eso que se dedicó un tiempo para estudios comparativos, realizados principalmente en las costas de la Serranía del Litoral y Chichiriviche, Estado Falcón. La observación de los animales en acción, y la estructura de sus huellas en la superficie, es relativamente difícil, ya que los sedimentos frescos están inconsolidados, pero en lo que respecta a las madrigueras, los resultados son mejores. Aprovechando taludes arenosos, recortados por corrientes, y mediante derrumbes artificiales, examinamos madrigueras de malacostráceos (cangrejos) y anélidos. Llama la atención, especialmente, un tipo de galería observada, que es un tubo de sección subcircular u ovalada, el cual a cierta profundidad, termina en una cámara aproximadamente esférica, sin observarse otros orificios de salida. La profundidad de la cámara varía entre 20 y 40 cm por debajo de la superficie, y recuerda a la **Macanopsis**, en su diseño.

Los tubos de tipo "**Halymenites** s. l." se hallan con relativa abundancia cerca de los arrecifes de coral, pero los hay en las llanuras de arena y arena-fango. Su largo y espesor varían, así como su curvatura, y entre sus habitantes se observan: anélidos, malacostráceos, y peces pequeños. Muchas de las formas observadas acumularon montículos cónicos alrededor de su abertura, al estilo de algunos de los pelecípodos perforantes de fango: **Maetra**, **Cyrtopleura**, **Solen**, **Tagelus**. Aparte de éstos, se hallaron numerosos animales viviendo dentro del sedimento, como equinoides irregulares, peces del tipo de

la raya, y gasterópodos: **Olivella**, **Turritella**, **Cassis**, los cuales no dejaban huella aparente de su paso.

Es preciso destacar, que en los fondos de escasa pendiente, ya alejados de la línea de playa, ya situadas frente a playas tan bajas, que el aporte de sedimentos recibido es muy bajo, abundan de sobremano los animales que viven en madrigueras permanentes: cangrejos y gusanos marinos. Asimismo abundan los moluscos que viven enterrados a diversas profundidades por debajo de la superficie —como **Donax**, **Tivela**, **Cyrtopleura**, **Solen**, **Maetra**— del fondo del mar. Esta abundancia existe desde el nivel de marea alta hasta una profundidad de 25-30 m (aprox. 15 brazas), en donde el número de perforaciones parece disminuir. Este tipo de ambiente es favorable para las madrigueras de los equinoides irregulares en general —como **Encope**, **Mellita**— y spatangoideos en particular.

Los spatangoideos suelen vivir en madrigueras bien definidas, aunque no refuerzan tanto las paredes de su galería como hacen los crustáceos en general. Los fondos antes mencionados —que reciben escaso o ningún sedimento— siempre están constituidos por sedimento fino, como arenas finas, arcillosas o no, o limos. Areas donde dichas condiciones son observables con gran facilidad, son: las costas de la Península de Paraganá, en cuya costa occidental las aguas presentan la suficiente visibilidad como para examinar las madrigueras. Las costas septentrionales del Estado Sucre, también presentan fondos de escasa acumulación de sedimentos, así como las islas de Coche y Cubagua y las playas meridionales de Margarita. En todos ellos se observa

extraordinaria proliferación de animales cavadores. (Rodríguez, G., 1959).

En cambio, en las costas de la Cordillera de la Costa, donde los sedimentos llegan abruptamente de las cercanas montañas, y con igual rapidez se deslizan en la Fosa de Bonaire, se observan escasas madrigueras, las cuales son de poca profundidad.

El hecho de la fineza del sedimento de los fondos de escasa sedimentación, no debe confundir al lector: dichos fondos con frecuencia llegan a adquirir suficiente dureza, como para que pelecípodos sésiles —*Ostrea*, *Anomia*, *Brachidontes*— corales hermatípicos pequeños, algas y esponjas puedan vivir sobre ella. Este tipo de fondo suele ser predominantemente arcilloso. Pocos anélidos se hallaron viviendo en madrigueras en "U". Estas estructuras estaban perforadas en una arena de grano fino a medio, levemente arcillosa, en zonas de corrientes constantes o frecuentes. Nuestras observaciones coinciden con las de Seilacher (1964) en lo que a los ambientes se refiere. Son frecuentes, *Cubichnia*, *Domichnia*, y *Fodinichnia*, pero las *Repichnia* sólo las hallamos en ambientes excepcionales, como lagunas interarrecifales y depresiones sin corrientes en el fondo marino. En inmersiones de hasta 55 m de profundidad (aprox. 32 brazas) no hemos observado ninguna huella ni perforación que pudiera asociarse a los organismos de la facies *zoophycos* o *nerites*, lo que indirectamente comprueba su origen de aguas profundas.

Este trabajo es meramente un bosquejo introductorio, y sería muy conveniente de parte de los geólogos de campo, observar los icnofósiles junto con las estructuras sedimentarias asociadas, para darse una idea clara

de la ecología. Estamos seguros de que en el futuro se hallarán más icnofósiles, y su valor como indicadores paleoecológicos, aumentará.

DESCRIPCIÓN DE LA ICNOFAUNA OBSERVADA

Antes de entrar de lleno en materia, hemos de mencionar la existencia de dos especies bien conocidas de auténticos tubos de gusanos en la provincia stratigráfica de Venezuela.

Hamulus onyx Morton, conocido del Campaniense-Maestrichtiense del sur de los Estados Unidos, el cual se halla en Trinidad, en las areniscas de Bontour Point, asociado al amonite **Sphenodiscus** sp. género típico del Maestrichtiense, de distribución mundial; es probable que se halle el **Hamulus** en el nivel correspondiente de Venezuela también (Rutsch, 1939).

Rotularia leptostoma clymenoides (Guppy) citado en numerosas bibliografías como **Tubulostium** (Rutsch 1939 a), **Spirorbis**, **Spirula** o **Serpula**, es característico del Eoceno superior del sur de los Estados Unidos, Venezuela oriental, Trinidad, Roca Soldado, Curazao y Cuba; y del Eoceno medio de Trinidad y Barbados. Ambos fósiles se hallan asociados a faunas de foraminíferos en ambientes de aguas relativamente profundas, donde, a falta generalmente de fósiles grandes fácilmente identificables o diagnósticos, son de notable valor correlativo.

Una masa compacta de numerosos tubos alargados se han clasificado como **Teredo** sp. (Fig. 51), el cual es un molusco perforador que crea tubos muy semejantes a ciertos icnofósiles. Los tubos son de sección ovalada, la cual en superficies frescas presenta una capa calcárea muy delgada, del orden de 0,1 mm. Los tubos tienen

por tamaño promedio: diámetro máximo: 11 mm, y mínimo: 9 mm, y que alcanzan hasta 200 mm de largo. Estas dimensiones se asemejan a **Teredo** sp. indet. Gabb (1873 p. 246) citado por Pilsbry (1922, p. 428). Localmente en las superficies frescas presenta ondulaciones concéntricas, cuyas crestas distan entre sí, 1,5 mm. Estas características lo aproximan a **Teredo incrassata** (Gabb) fide Maury (1917 p. 399 pl. 39, Fig. 24) pero su diámetro es la mitad de la de **T. incrassata**, cuyas ondulaciones concéntricas son irregulares, y el tubo, derecho. Nuestros ejemplares proceden del Miembro Mataruca de la Formación Caujarao, de los alrededores de Taratara, Estado Falcón, y fueron colectados por Albrizzio, en 1951.

No es posible hablar de descripción "sistemática" de los icnofósiles, ya que no tratamos de organismos vivos y clasificables, directamente. Sin embargo, se ha convenido en adjudicarles nombres genéricos* o específicos por conveniencia. Por eso, la lista a continuación está en orden alfabético:

AULICHNITES Fenton y Fenton 1937.

Tipo: **Aulichnites parkerensis** F. & F.

Aulichnites sp. (?) Fig. 41.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 185, fig. 110-4;

Muy similar a **Scolicia** Quatrefages 1849, pero sin costilla medial elevada. El único ejemplar en buen estado, es una huella aplanada y ancha, con un suave surco medial. Originalmente reportado del Pennsylvaniense de Norteamérica, es un tipo de huella que puede ser creado por muchos

* Llamados icnogéneros e icnoespecies por Seilacher (1953).

tipos de organismos: vermes, moluscos, y hasta holoturoideos. Nuestra huella procede de la localidad 2, siendo una huella exógena en la cara inferior de una arenisca.

CHONDRITES Sternberg 1833 (non McCoy 1848).

Tipo: **Fucoides targionii** Brongniart 1828 SD.

Chondrites sp. Fig. 42.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 188, fig. 115-1;

Plantiforme, estructuras regularmente ramificadas, en forma de estructura de túnel, que nunca se cruzan entre ellas, ni se anastomosan. Deben ser interpretados como túneles excavados o galerías de alimentación; el ancho de los túneles se conserva en el sistema, por lo demás, variable en cuanto a su longitud. Es un fósil de traza muy común, y su forma se denomina fucoides. El arreglo superficial es muy regular, afectado por fobotaxis, presentando ocasionalmente algunos excrementos elipsoidales incluidos. Probablemente producido por gusanos marinos.)

Localidades: Es cosmopolita, del Cámbrico al Terciario. Reportado del Cretáceo de Suiza, Austria, España, Italia, Alaska y el Cáucaso; en el Terciario, de Suiza, Cárpatos, Italia y España. En Venezuela, lo hallamos en loc. 1 y 2 (Paleoceno) y 6 (Eoceno) asociado a faunas de aguas relativamente profundas.

COSMORAPHE Fuchs 1895.

Cosmoraphe sp. Fig. 22.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 189, fig. 118-3;

Meandros libres, de una forma regular, extraordinaria, en órdenes de dos tamaños, ondulaciones no muy

cerca unas de otras, recordatorio de algunas huevas de gasterópodos. Las formas estudiadas por nosotros, poseían un diámetro de 1,7 mm, aproximadamente, y se presentaron en la cara inferior de las areniscas del **flysch**.

Localidades: Típico del **flysch** cretáceo de España, y Terciario inferior de España y Austria. En Venezuela, de loc. 1.

FUCUSOPSIS Vassoievich 1932.

Tipo: **Fucusopsis angulatus**.

Fucusopsis sp.

Häntzschel, Walter. (1962) p. 194, fig. 120-4;

Originalmente descrito como jeroglíficos en forma de tubos, según Seilacher (1959) son túneles de estricción longitudinal; sin embargo, esta explicación es muy vaga.

Localidades: Cretáceo-Terciario de Europa, y algunas formas dudosas del Terciario de Venezuela.

GRANULARIA Pomel 1849 (non Poletaeva 1936 ?).

Tipo: **Granularia repanda** ? SD DeSaporta 1863.

Granularia sp. Fig. 48.

Häntzschel, Walter. (1962) p. 194, fig. 123-5;

Tubos llenos de sedimentos, de 10 mm de diámetro, aproximadamente, paredes gruesamente revestidas de arcilla generalmente; en la Formación Punta Mosquito, sin embargo, el relleno se hizo con foraminíferos grandes en vez de granos de arcilla. **Fodinichnia** o **Domichnia**.

Localidades: Se conoce del Jurásico al Terciario de Europa; en Venezuela, la hemos observado en loc. 5 y 6. (Eoceno).

GYROCHORTE Heer 1865.

Tipo: **Gyrochorte gaspensis** Heer.

Gyrochorte sp. Fig. 12.

Seilacher, Adolf. (1958) p. 1070, 1071; Häntzschel, Walter. (1962) p. 196, pl. 122-1.

Crestas en los planos de estratificación, de arreglo biserial, y con dos series de pliegues oblicuos, separados por surco medial. Las crestas son bastante rectilíneas, y su espesor es variable. En la localidad 1, el diámetro de 5 huellas diferentes, midió 9-9,5 mm de diámetro, sin variar a lo largo de su propio recorrido. En la loc. 6, el diámetro oscilaba entre 12 y 15 mm. La huella sugiere la forma de un gusano, y sin embargo, algunos gasterópodos (**Oliva**, **Olivella Ancilla**, etc.) dejan huellas parecidas. Sin embargo, sólo las hallamos en ambientes de aguas profundas, donde los mencionados gasterópodos nunca han habitado.

Localidades: Se ha reportado del Cámbrico de Europa, así como del Terciario; en Venezuela, la hemos observado en loc. 1 y 6 (Paleoceno y Eoceno, respectivamente).

GYROLITHES DeSaporta 1884.

Tipo: **Gyrolithes davreuxi** SD.

Mansfield, Wendell C. (1927) p. 6, pl. 2, figs. 1-4.

Suter, H. N. (1937) p. 271, 275.

Häntzschel, Walter. (1962) p. 200, pl. 121-11.

La primera descripción sobre esta forma peculiar de galerías procede de DeSaporta, pero dicha bibliografía no estuvo a nuestro alcance. Mansfield, W. C., (1927) fue el primero en observar dicho género en América, al que denominó **Xenohelix**, diferenciándolo claramente de la forma similar, pero de origen terrestre, **Dai-**

monhelix. Bajo el anterior nombre fueron estudiadas galerías espirales de origen marino de diversas áreas y épocas de América: Mansfield, W. C. (1930), Dryden, L. (1933), Gilliland W. N. y La Rocque, A. (1952). La descripción generalizada y sinonimia completa de **Gyrolithes** constan en el trabajo de Häntzschel, W. (1962), por lo que no se reproducen aquí.

Gyrolithes bularti sp. n. Fig. 49, 61, 62, 63.

(Galerías en espiral dextral o sinistral, parados verticalmente (en ángulo recto con respecto al plano de estratificación) en la roca caja; el diámetro de las vueltas es mayormente uniforme, sin haberse observado ramificación alguna en su extremo superior. La espiral es de espesor constante a todo lo largo, abriéndose algo en su tope. La espiral está enrollada alrededor de un eje imaginario; en la cual no se han observado curvaturas. El relleno de la galería es uniforme, presentando zonación "horizontal", paralela a la superficie de estratificación (Fig. 61). El grado de desenrollamiento de la espiral es variable, en individuos de la misma localidad, y no representa carácter específico. Una característica muy particular de esta especie, es un surco amplio y poco profundo, que recorre la cara inferior, a todo lo largo de la espiral.)

Numerosos ejemplares examinados y recogidos, corresponden aproximadamente a las medidas del holotipo: Altura de la sección del espiral: 17 mm; diámetro del mismo: 21 mm. Diámetro de las vueltas, perpendicular al eje central: varía entre 50 y 70 mm. La altura de toda la espiral en sí, depende de la preservación del mismo, pero se ha observado una de

1,05 m, donde no se veía la base de la espiral en sí. La altura del fragmento escogido para holotipo (galería a la izquierda, Fig. 49) es de 88 mm.

En 1865, el doctor Oswald Heer (pp. 438, 439 y Fig. 326) describió galerías de este tipo procedente de varias localidades de la molasa Miocena de Suiza, bajo el nombre informal, de Schraubensteine. Este mismo término fue utilizado por Rutsch, R. (1934) p. 6 y 10, junto con el de **Daemonhelix**, para los individuos de esta especie hallados en la Formación Punta Gavilán. Suter (1937) se refiere a este fósil como **Daemonhelices** y **Daemonhelices**, la cual es un refugio de mamíferos terrestres, y su morfología general es diferente. **Xenohelix marylandica** Mansfield (1927, p. 6) —descrito de la Formación St. Marys, de edad Mioceno medio, de la costa oriental de los Estados Unidos— es de menor tamaño, de vueltas más cercanas entre sí, y la galería es de sección más circular. Mansfield (1930) cita dos formas nuevas: **Xenohelix? clarki** Mansf. —Formación Monterrey, Pine Canyon, California, Mioceno medio, asociado a moluscos marinos contemporáneos— es de vueltas de sección redonda, más cercanas entre sí, sin surco alguno; **Xenohelix? mexicana** Mansfield —de la base del horizonte **Exogyra costata**, de lutitas negras de Coahuila, México, de edad Cretácea— es semejante a nuestras formas, pero la sección de la galería es elíptica, angulada en la periferia, cuyo diámetro máximo es de 11 mm. Lincoln Dryden (1933) cita el hallazgo de **Xenohelix** en la Formación Calvert —Mioceno medio de Maryland— realizando un breve estudio que sugirió al autor la relación de las galerías espirales a discordancias o discontinui-

dades estratigráficas; sugiere que las galerías son obra de animales blandos, y no de plantas, como algunos autores han supuesto. Gilliland y La Rocque (1952) citan **Xenohelix? uta-hensis** Gilliland y La Rocque —de calizas lacustres de la Formación Flaggstaff, de Utah—, forma que presenta las vueltas de la espira adjuntas entre sí, formando una masa compacta. Los autores discuten el origen posible de esta forma, sin llegar a conclusiones en cuanto a su origen. El autor de este trabajo considera que no se debe incluir esta última forma en el género **Gyrolithes**, al que considera refugio de ciertos decápodos marinos (**domichnia**).

Localidad tipo: Localidad (7), en las capas de marga arenosa amarillenta, expuestas al tope de la punta más meridional del Cerro Amarillo, donde es muy abundante. Está asociada a una fauna de **Amusium**, **Epi-tonium** (4 especies), **Bathygalea**, **Scalina** y numerosos dientes de tiburón: **Carcharodon**, **Hemipristis**, etc.

Localidades: El género es conocido desde el Jurásico al Terciario, en Europa, Estados Unidos y México; en Venezuela, en la localidad (7), aparte del Cerro Amarillo, en Cerro Barrigón y Cerro La Salina; (11-A). En la sección tipo de Punta Gavilán, en Punta Zamuro, y Sabanas Altas; (11-B). En las lutitas de la Formación Carenero, en la Cantera de Préstamo; (12-A). En la marga arenosa basal de la Formación La Vela. En todas las localidades mencionadas, se los halla en mayor o menor frecuencia, asociados a faunas de moluscos marinos diagnósticos de 15-30 brazas de profundidad.

Una forma de **Gyrolithes** diferente a la descrita —espiral de sección circular, carente del surco en su cara inferior—, se halla en la localidad

(16) en capas de marga arenosa a la entrada oriental de la Urbanización Puerto Viejo, Distrito Federal.

La nueva especie está dedicada al bachiller E. W. Bulart.

HALYMENTITES Heer.

Halymenites sp. Figs. 45, 47, 50, 56.

Meléndez, B. (1950), p. 62.

Pista en relieve sobre la cara inferior de los estratos de arenisca, que consiste en cilindros largos y gruesos, con la superficie estriada, y que se interpretan (fide G. de Llarena) como el contramolde de la huella dejada por ciertos gasterópodos de concha turriculada. En este trabajo preferimos ampliar el término, ya conocido por los geólogos del país, para denominar a tubos (galerías) cilíndricos más o menos rectos, de estructura más sólida que la roca caja, cuyo espesor oscile entre 10 y 50 mm de diámetro. Estos tubos son bastante regulares, de sección circular o levemente ovalada, en cuyo centro el material es más blando que en los bordes, lo que suele destacarse por meteorización diferencial. Esta característica, además de la diferente constitución mineralógica y granulométrica del anillo externo, del núcleo interno, favorece la idea de algunos autores (Mansfield, 1927, p. 5, pl. 4 y 5) de que el anillo externo es la antigua pared de la galería, construida por el animal que la habitaba, mientras que el área interna es sólo el relleno posterior de la misma, a la manera de **Ophiomorpha**. Su posición es bastante variable, pero preferencialmente es vertical. Las interpretamos como túneles de relleno (**Domichnia**) producidos por animales diversos, pero en ninguno de los casos, como restos de raíces de mangle.

Las faunas asociadas indican condiciones marinas normales y nunca de ambientes playeros.

Localidades: Se cita del Cretáceo y Eoceno de España. La forma s. l. abunda en Venezuela en formaciones Terciarias de aguas someras (5 a 20 brazas). Aparte de las citadas en la lista, la hemos visto en la Formación Caujarao, en el Pleistoceno de la Formación Tortuga y la Formación Cerro Pelado, en facies determinadas.

HELICOLITHUS Azpeitia Moros 1933.

Tipo: **Helicolithus sampelayoi** Azpeitia.

Helicolithus sampelayoi Azpeitia. Figs. 7 y 14 (parte).

Häntzschel, Walter. (1962) p. 200, fig. 122-2;

Pequeño, meandriforme, relieves (crestas) en forma de sacacorchos. Diámetro de la cresta: 1 mm, y de la espiral, 3 mm. Posiblemente son residuos fecales. Lo notable es la igualdad de las formas europeas y las venezolanas.

Localidades: Conocido del Cretáceo Superior de España e Italia, y el Terciario inferior de España y Austria. En Venezuela, en la loc. 1, en **flysch**, tal como en los otros sitios conocidos, parte de la fauna Nereites.

HELMINTHOIDA Schaufhüti 1851.

Tipo: **Helminthoida labyrinthica** SD Häntzschel.

Helminthoida cf. H. labyrinthica Häntzschel. Figs. 5, 6, 7, 18.

Häntzschel, Walter. (1962) p. 200, fig. 122-5;

Pierson, Salvador y Stainforth (1966) pp. 198, 199, fot. 3;

Crestas lisas, numerosas, paralelas, equidistantes, concéntricas, de cerca

de 2 mm de diámetro; generalmente curvado; nuestros ejemplares oscilan en diámetro: 1,9-2,1 mm, pero, por lo demás, son idénticos a las formas descritas.

Localidades: Conocido del Cretáceo de Suiza, Austria, Cárpatos y el Terciario de Alaska, Chile, Italia y Trinidad, siempre asociado al **flysch**; en Venezuela, es la forma más abundante en loc. 1 (Paleoceno).

HELMINTHOPSIS Heer 1877.

Tipo: **Helminthopsis magna** SD Ulrich 1904.

Helminthopsis sp. Fig. 30.

Häntzschel, Walter. (1962) p. 200, fig. 122-4.

Huellas simples, meandroides, pero no tan estrictamente desarrolladas como en **Helminthoida**, pero conserva la característica de no cruzarse nunca, típica también de la anterior. Diámetro de la cresta: 4,1-4,5 mm.

Localidades: Ordovícico a Terciario, en Europa, Asia, Alaska y Antártida; casi siempre asociada al **flysch**; en Venezuela, en la localidad (1).

LORENZINIA ? Gabelli, 1900.

Tipo: **Lorenzina apenninnica** Gabelli.

Lorenzina apenninnica Gabelli. Figs. 37, 38.

Harrington, H. J. y Moore, R. C. (1956), p. 43, figs. 32-1, 2, 3;

Meléndez, B. (1950) p. 72, fig. 14;

[Cuerpo discoidal, convexo; campo mediano, liso, cóncavo, margen con 16-24 lóbulos (pedalia?) subrectangulares; elongadas y prominentes, nítidamente separados entre sí, elevados en su lado proximal.] En el "Treatise" se sitúa a este fósil, como una impresión dejada por una medusa

coronátida, de la subclase Scyphomedusae, phylum Coelenterata. B. Meléndez (1950) lo adjudicó a un gusano arenícola. Nuestro ejemplar típico mide, de diámetro externo, 37 mm, y 15 mm de diámetro interno, con 16-20 lóbulos, correspondiendo esta forma a las del genotipo, descrito en Italia.

Localidades: Cretáceo de Italia, España y los Cárpatos; en el Paleoceno de Italia, Chipre, Polonia, Albania, Cáucaso, España, siempre como hiporrelieve positivo en las areniscas del *flysch*. Seilacher (1964) lo incluye en sus facies "Cruziana", de aguas poco profundas. Si esta relación es cierta, entonces es posible que tal facies cubra formas procedentes hasta de 50 brazas o más, de profundidad. En Venezuela de la localidad (2).

MACANOPSIS Macsotay gen. n.
Macanopsis pagueyi sp. n. Figs. 44, 46, 60 (parte).

De La Cruz, Alberto. (1965) pp. 60, 61, figs. 2, 3, 4.

Bajo este nombre incluimos galerías rectas o curvadas, de sección ovalada o circular, cuyo espesor varía de 10 a 30 mm, y hasta 40 mm, que terminen en una cámara semi-esférica, cuyo diámetro es aproximadamente el doble del tubo correspondiente. Considerando esta forma como una *domichnia*, nunca se ha observado que su galería se ramifique en el trayecto. La cámara globular corresponde al punto más alejado del plano superficial de la capa, y representa la cámara de habitación del animal. La galería desciende desde la superficie, perpendicular a ésta, y se curva suavemente antes de llegar a la cámara globular. En un caso observado (Fig. 44) la galería descri-

be una curva paralela a la superficie, antes de desembocar en la cámara. El holotipo escogido mide: alto de la cámara esférica: 54 mm; diámetro del mismo: 41 mm; el tubo correspondiente, de diámetro: 22 mm, y de altura, 25,5 mm; el largo de la galería incompleta, incluyendo la esfera: 157 mm.

Localidad tipo: La señalada por De La Cruz (1965, p. 59) de la Formación Pagüey (Eoceno) quien fue el colector del holotipo y paratipos.

Localidades: En Venezuela, se ha hallado en las localidades (1), (4), (11) y (15). Las galerías halladas son, casi sin excepción, de arenisca dura, y aunque De La Cruz los relaciona a ambientes poco profundos, ulteriores hallazgos lo señalan como más sensible a la velocidad de la sedimentación, que a la profundidad, y posiblemente con preferencia por ambientes arcillosos o limosos. Hallado sólo en el Paleoceno, puede encontrarse en todo el Cenozoico, con toda probabilidad.

NEREITES McLeay 1839 (non Emmons 1846).

Tipo: *Nereites cambrensis* S. D. Häntzschel.

Nereites sp. Figs. 11, 13, 14.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 205, fig. 127-6;

Hiporrelieve positivo, meandriforme, senderos alimenticios, con eje central angosto, y prolongaciones laterales regularmente dispuestas en forma de hoja o lóbulo; comúnmente con elevaciones estriadas finas, con 10-20 mm de diámetro. Estas huellas son realmente muy variables en ancho y longitud de las proyecciones lobulares, y se han adjudicado a anélidos y/o gasterópodos. Las huellas son bastante rectilíneas en oca-

siones, extendiéndose por más de un metro. El autor nunca ha observado su comienzo o fin.

Localidades: Se conoce del Paleozoico de todo el mundo, y nos parece extraño que no se haya citado del Terciarios antes de nosotros, que la hallamos sólo en la localidad (1) (Paleoceno), pero con bastante frecuencia. Esta forma es la que dio el nombre a la facies de agua profunda. El autor sugiere un nombre compuesto para la misma, al menos para Venezuela: facies **Nereites-Helminthoida**.

OPHIOMORPHA Lundgren 1891
(non Szépliget 1905).

Tipo: *Ophiomorpha nodosa* Lundgren.

Ophiomorpha cf. *O. nodosa* Lundgren. Figs. 53, 54, 59, 60-6.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 205, fig. 125-9;

Restos de tipo Galería (*domichnia*) con ornamentación tuberculosa o nodulosa en la pared externa, pero liso por dentro, el ancho varía: 10-40 mms; puede estar ramificado, con el lugar de la ramificación ampliado en forma piriforme. La impresión de las paredes se debe a tabletas de arcilla que el animal deposita allí para sostén de las paredes. Posiblemente sean refugio de malacostráceos. La anterior descripción se basa en el genotipo, *O. nodosa* Lundgren, la cual corresponde a numerosos ejemplares hallados en Venezuela, a excepción de que nunca se ha observado ramificación. Una característica de esta especie, es la distribución de los gránulos subredondeados en franjas más o menos perpendiculares al eje longitudinal de la galería. Este parece ser un carácter dominante en las galerías descendentes, ya que

asociado a las anteriores se hallan ocasionalmente galerías horizontales —por posición original o disposición interna del relleno— que tienen los gránulos caóticamente dispuestos (Fig. 59-B). Este cambio se debe quizás a la posición de la galería, y pertenezca al mismo sistema de canales. En capas de arenisca de grano fino y zonado, se ha observado una depresión cónica sobre su parte superior; esta estructura posiblemente representa la hendidura de entrada, rellena.

Su posición suele ser vertical cerca de la abertura de salida, pudiendo permanecer como tal el resto de su trayectoria, o torcerse después, en ángulos generalmente bajos. Las longitudes observadas para estas galerías *in situ*, varían entre 0.1 y 1.0 metros, pero raras veces se localiza el final de la galería. Asimismo, el cuello de salida, levemente contraída antes de abrirse en embudo, está contraído, y debe constituir parte endeble del todo, ya que pocas veces se preserva.

En Venezuela, se han localizado dos formas distinguibles por su tamaño: una, de 20 a 30 mm de diámetro máximo, o menos, y otra, que oscila entre 40 y 60 mm. Las dos formas no se hallan mezcladas nunca en una misma capa. Puede que sean producidos por especies diferentes, o simplemente individuos de la misma especie en ambientes favorables o desfavorables.

Tanto en el tipo mayor, como en el menor de *O. cf. nodosa*, los gránulos presentan un tamaño proporcional al de la galería entera. En cambio, los gránulos de *O. major* (Lesquereaux) son mucho más grandes en proporción, presentando forma de maníes en lugar de la de lentejas o semiesferas, tal y como se ve en *O. cf. nodosa*.

MEDIDAS COMPARATIVAS DE OPHIOMORPHAS CONOCIDAS. (En milímetros)

	Diámetro máximo	Diámetro mínimo	Diámetro interno	Largo	Procedencia	Edad
<i>Ophiomorpha nodosa</i> Holotipo	42	32	—	150	Suecia, Cret. Sup.	Terc. Inf.
<i>Ophiomorpha</i> cf. <i>nodosa</i> Fig. 59-A	49	39	23	255	Fm. Playa Grande,	Plioceno
Fig. 60-C	39	32,4	22,5	99	Fm. Playa Grande,	Plioceno
no figurado	46,5	42	23,5	127	Fm. Cumaná,	Plioceno
Fig. 53	29	—	18	129	Fm. La Vela,	Mioceno sup.
no figurado	23,5	22	16	78	Fm. Soçorro,	Mioceno inf.
(?) Fig. 59-B	62	46	—	245	Fm. Playa Grande,	Plioceno
<i>Ophiomorpha mayor</i> (Lesquereux) Holotipo	29	24	—	124	Estados Unidos,	Cret. Sup.

Localidades: Las formas menores, han sido halladas en: Formación Socorro, Estado Falcón, —abundante y restringido a las capas de arenisca, en el flanco noreste de la Mesa de Saladillo—; Formación Cumaná —restringido a los acantilados al sureste de la localidad 10—; y la Formación Chiguaje, donde abunda en niveles por debajo de capas de **Ostrea**, en la sección del río Codore, Estado Falcón.

Las formas mayores, por lo general, más abundantes y llamativas, se han visto en: localidad (9), (11-A), (16), (17) y, además, en la Formación La Vela, donde adquiere el carácter de fósil-guía, por su abundancia, y el hecho de hallarse en casi todas las capas arenosas o conglomeráticas. En todos los casos, están asociados a faunas de moluscos y foraminíferos indicativos de aguas poco a moderadamente profundas, en áreas generalmente alejadas de la fuente de sedimentos respectiva. El género se conoce del Jurásico Superior al Terciario de Europa, Norteamérica y el Japón; en Venezuela, del Eoceno al Plioceno.

PALEODICTYON Meneghini 1850.
Tipo: **Paleodictyon strozii** Meneghini.

Paleodictyon sp.
Figs. 6, 24, 25, 26.

Meléndez, Bermudo. (1950) p. 79-80; Häntzschel, Walter. (1962) p. 208, fig. 128-5; Peirson III., A. L. et al. (1966) p. 199-200, pl. 5.

Malla hexagonal (regularmente de seis lados, pero también de 5 y 8 lados) muy perfecta, en relieve sobre la cara inferior de las capas de arenisca; aspecto de un panal de abejas, redes, comúnmente abiertos en un

lado; tamaño variable. En algunos casos, estas huellas penetran en el interior de la roca, como si se tratasen de prismas hexagonales. Esta característica no ha sido observada en muestras de Venezuela.]

Se han interpretado como la impresión de puestas (huevas) de gasterópodos, como estructuras inorgánicas, etc.; el autor prefiere la explicación de Seilacher, que los considera pistas de alimentación (**repichnia**). Las "redes" pueden alcanzar los 100 cm², y ser aún mayores, pero nunca se ha localizado ningún borde o cresta que las delimite siquiera parcialmente.

Se han distinguido tres tipos de "redes" según el diámetro máximo interno de las mismas, medida que es muy constante para todas las porciones de la misma red. Los tres tamaños son: A) 5,6—7,6 mm; B) 3,0—3,5 mm; C) 1,0—1,5 mm.

Localidades: Se conoce del Ordovícico al Cenozoico, en Europa, Asia y Norteamérica. En los **flysch** Terciarios es característico en: Austria, Cárpatos, España, Italia, Grecia y Trinidad. En Venezuela sólo se le conoce de la localidad (1), donde los tres tipos de "redes" se hallan en muy diversas capas, y pueden estar en la misma, los tres.

PALEOMEANDRON Peruzzi 1881.
Tipo: **Paleomeandron elegans** Peruzzi.

Paleomeandron cf. **P. elegans** Peruzzi. Fig. 6 (parte). Häntzschel, Walter. (1962) p. 208, fig. 127-2, 4;

Irregular, meandros anchos formados por series de meandros pequeños o figuras en forma de U. Nuestras formas coinciden con la descripción, pero los meandros pequeños

son más curvos en los ejemplares vistos. Probable **coprolichnia** o **repichnia**.

Localidades: Conocido del Cretáceo de España y el Terciario de España e Italia; en Venezuela sólo se han visto escasas formas en la localidad (1).

PSEUDODESMOGRAPTON Macsotay gen. n.

Serie de crestas paralelas, cruzándose por encima de una elevación central longitudinal; es un hiporrelieve positivo, notable por la regularidad con que las crestas secundarias de órdenes alternantes, sobrecorren a la cresta primaria. Posible **repichnia**. Ni la cresta primaria ni las secundarias varían de diámetro en su extensión, y son de sección semicircular.

Pseudodesmograpton ichtyiformis
Fig. 20.

Se dan como características de la nueva especie, las medidas de las crestas, ya que sus longitudes posiblemente varíen. La cresta primaria central mide 8-10 mm de diámetro, y las crestas secundarias perpendiculares, 2 mm. Las crestas secundarias son de varios órdenes de largo, que se alternan con cierta regularidad. El conjunto da la impresión del perfil de un esqueleto de pez Teleosteo. Difiere de **Desmograpton** en que hay una cresta central mayor, en lugar de crestas pequeñas alternantes, del mismo orden.

Localidad tipo: Localidad (1), en corte de carretera a 800 m al oeste del restaurante "El Paradero", en la base de los bloques fallados y derrumbados. Sólo una huella completa y un fragmento fueron vistos, **in situ**, de capas cercanas entre sí.

SPIROPHYCUS Häntzschel.

Tipo: **Münsteria bicornis** Heer 1877.

Spirophycus cf. **S. bicornis** (Heer).
Fig. 23.

Meléndez, Bermudo. (1950) p. 62; Häntzschel, Walter. (1962) p. 215, fig. 134-1.

Cresta, hiporrelieve positivo de las capas de arenisca; es cilíndrica, de superficie rugosa, curvado como un cuerno o enrollado espiralmente hasta el final, donde la superficie se vuelve ligeramente estriada o lisa. G. de Larena lo considera como el contramolde de la pista de un gasterópodo muy fobotáxico. Autores modernos lo consideran una pista de reptación, una **repichnia**, pero en este trabajo se le considera una **coprolichnia**, el excremento fosilizado de algún animal de mayores dimensiones. El diámetro de la cresta de nuestros ejemplares, mide 10 a 20 mm; su longitud es variable.

Localidades: Se le conoce del **flysch** Cretáceo de Austria, y Terciario de España, Suiza e Italia. En Venezuela, de la localidad (1).

SPIRORHAPHE Fuchs 1895.

Spirorhappe sp. Figs 9, 10.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 216, fig. 134-3;

Peirson III., A. L. et al. (1966) pp. 199-200, pl. 4.

Cresta espiralmente enrollada, dando vuelta en el centro, con forma de gota de agua, y regresando entre las vueltas primarias. Las crestas individuales varían en espesor entre 1,8 y 2,5 mm; el espiral completo varía su tamaño según su preservación, pero usualmente alcanza un diámetro de 15 cm. (Es un hiporre-

lieve positivo, con casi toda seguridad, una **coprolichnia**.)

Localidades: Se conoce del Cretáceo de Alaska, y de los **flysch** Terciarios de Europa: Austria, España, Italia y Estados Unidos. En Venezuela, hallado en la localidad (1), donde está ampliamente distribuido en varios afloramientos y capas. El hallazgo de esta pista de la facies **Nereites** en la Formación Punta Mosquito (localidad 5) nos indica que dicha formación se sedimentó en aguas bastante profundas. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la abundancia de estas huellas es función de la profundidad a que vive el Hemicordado, posible autor de la misma. (Vea: **icnofauna del Flysch**, discusión).

TEREBELLA Linnaeus 1967.

Tipo: **Terebella lapidaria** Linnaeus.

Terebella sp. Fig. 57.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 161, fig. 102-7;
Ager, D. V. (1963) p. 111, fig. 7-3.

Tubo irregular en forma, compuesto de fragmentos de muchos tipos de materiales. Bajo este nombre incluimos ciertos vermes arenícolas, que viven en un tubo cartilaginoso, liso por dentro, al cual pegan exteriormente fragmentos de diversos materiales que se pueden hallar en el fondo marino. Los ejemplares estudiados en Venezuela, se caracterizan por utilizar conchas de moluscos, enteros o fragmentarios. El tubo se localiza en posición vertical en el sedimento arenoso marino, y las conchas están dispuestas en posición horizontal, con la concavidad hacia abajo. Esto se debe probablemente a que tal disposición la hace difícil de ser desenterrada. La abertura (por-

ción a la izquierda en fig. 57) generalmente sobresale del fondo 5 a 10 mm, y el animal vivo se alimenta proyectando finos hilillos muy pegajosos, a las cuales recoge lentamente. En caso de ser atacado, recoge los hilillos con gran rapidez, y se refugia en el tercio inferior de su galería. La galería mide usualmente 10 cm de largo, pero los hilillos pueden estar proyectados hasta a un metro de distancia de la abertura. En su base presenta una especie de biso fino. Los ejemplares fósiles estudiados presentan características muy semejantes de posición y habitat y probablemente sean producidos por el mismo tipo de verme (**domichnia**).

Localidades: La **Terebella** vive en la actualidad en las arenas móviles e inestables de las playas de la Cordillera de la Costa, a más de una braza de profundidad, hacia afuera del rompeolas. Aparentemente —y a diferencia de otros tipos de galería— precisa poco tiempo para su construcción. En el mencionado ambiente es frecuente, hallándose 3-4 por cada metro cuadrado de fondo. Fósil, se ha hallado en la Formación Güiría (localidad 8), donde se halla reemplazado por limonita; Formación Punta Gavilán —en las margas arenosas de Punta Sabanas Altas—; Formación La Vela, en areniscas con estratificación cruzada de la Quebrada La Vela. Es usualmente escaso, no estando asociada a las **domichnia** habituales. Su edad en Venezuela va del Mioceno superior al Eoceno, pero en otros países se le conoce a partir del Jurásico, siendo cosmopolita en distribución.

UCHIRITES Macsotay gen. n.

Crestas de sección triangular, muy prominentes, altas, muy destacadas

sobre la superficie de la roca. Son hiporrelieves positivos, los cuales no están tan íntimamente unidos a la superficie de contacto, como las crestas habituales, a pesar de estar constituidos del mismo material de la capa. Las crestas se inician y terminan gradualmente, aumentando y disminuyendo su tamaño. Posiblemente sean **repichnia** o **pascichnia**, producidos por un animal, que marcaba su paso, ya sea por su peso, ya por ir comenzando el fango sobre el cual avanzaba. Podría ser hasta una **domichnia**, pero eliminamos la posibilidad de que sea una estructura mecánica de arrastre o punzamiento, por el aspecto tranquilo de los fondos a que se asocian.

Uchirites triangularis sp. n. Figs. 15, 15a;

Crestas agudas, de perfil ojival y elevación medial marcada; lados de pendiente fuerte, con estrías laterales curvadas en un sentido. Estas estrías son muy finas, sólo visibles por iluminación lateral. Diámetro basal: 2,7 mm; alto: 3,1 mm; largo (incompleto) 57,7 mm; (Holotipo). Un paratipo mide: diámetro basal: 4,6 mm; alto: 2,9 mm y 22,4 mm de largo, también incompleto.

Localidad tipo: Localidad (1) en corte de carretera a 1.000 metros al oeste del restaurante "El Paradero" (Fig. 2) en las capas casi verticales, a espaldas del autor.

UNARITES Macsotay gen. n.

Crestas que son hiporrelieves positivos, de las areniscas del **flysch**. Su aspecto es muy característico: crestas de sección semicircular, ondulantes en curvas amplias, que forman una especie de reticulado sin forma

fija, y no un reticulado poligonal, lo que lo diferencia de **Paleodictyon**; es difícil de clasificar, pero probablemente sea una **fodichnia**.

Unarites suleki sp. n. Figs. 27, 29, 36.

Crestas ondulantes, formando un enrejado irregular, de aspecto labirintiforme, sin aumentar de diámetro en ninguna de las aparentes salidas de la huella, ni en las intersecciones, donde no parece haber existido sobreposición. Las crestas varían de 2,2 a 2,5 mm de diámetro, y las redes que forman, pueden cubrir 200 cm² o más. El holotipo (Fig. 29) es un fragmento pequeño, de 25 cm², en la cual el enrejado es característico. Por su abundancia y diferencia de formas conocidas, se dio rango de especie a esta forma, siendo dedicada a J. Sulek, geólogo de la Creole Petroleum Corporation, en Caracas.

Localidad tipo: Localidad (1), en corte de carretera a 1.000 metros al oeste del restaurante "El Paradero" (Fig. 2), procedente de la capa de arenisca inclinada, a la derecha. Es frecuente en otras capas de arenisca, y en los cortes a 800, 1.000, 1.200 y 1.600 metros al oeste de "El Paradero".

UROHELMINTHOIDA Sacco 1888.
Tipo: **Helminthoida appendiculata** Heer 1877.

Urohelmithoida cf. **U. appendiculata** (Heer). Fig. 21.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 220, fig. 137-3;

Crestas en relieve —hiporrelieve positivo— cilíndricos en sección, que forman amplios meandros, con un apéndice en forma de cola, en cada vuelta. Los ejemplares de la locali-

dad (1) miden 1,2 mm de diámetro, por promedio; sin embargo, hay ejemplares algo más gruesos, y es variable la amplitud de los meandros. Por eso, preferimos la denominación aproximativa. Resaltan poco de la superficie, y son fáciles de confundir con ejemplares mal preservados de **Helminthoida**.

Localidades: Conocido del Cretáceo de España e Italia, y del Terciario de Suiza, España, Austria e Italia; en Venezuela, sólo de la localidad (1), del corte de carretera a 1.200 metros al oeste del restaurante "El Paradero".

ZOOPHYCOS Massalongo 1855.
Tipo: **Fucoides brianteus** Villa 1844.

Zoophycos sp. (?). Fig. 55.
Häntzschel, Walter. (1962) p. 139, fig. 137-1,2.

Fodinichnia típica, estructura helicoidal de formas algo variables, con tubo largo y delgado en la periferia; su radio de curvatura es variable; sin estricta separación de patas y vértex, lo que lo diferencia de **Rhizocorallium**. Comprende lajas delgadas, de contorno variado, en forma de tornillo. Probablemente hecho por gusanos limófagos.

Localidades: Se le conoce del Devónico al Terciario, en Europa, Norteamérica y África; la forma típica no ha sido vista aún en Venezuela, pero existe con toda probabilidad.

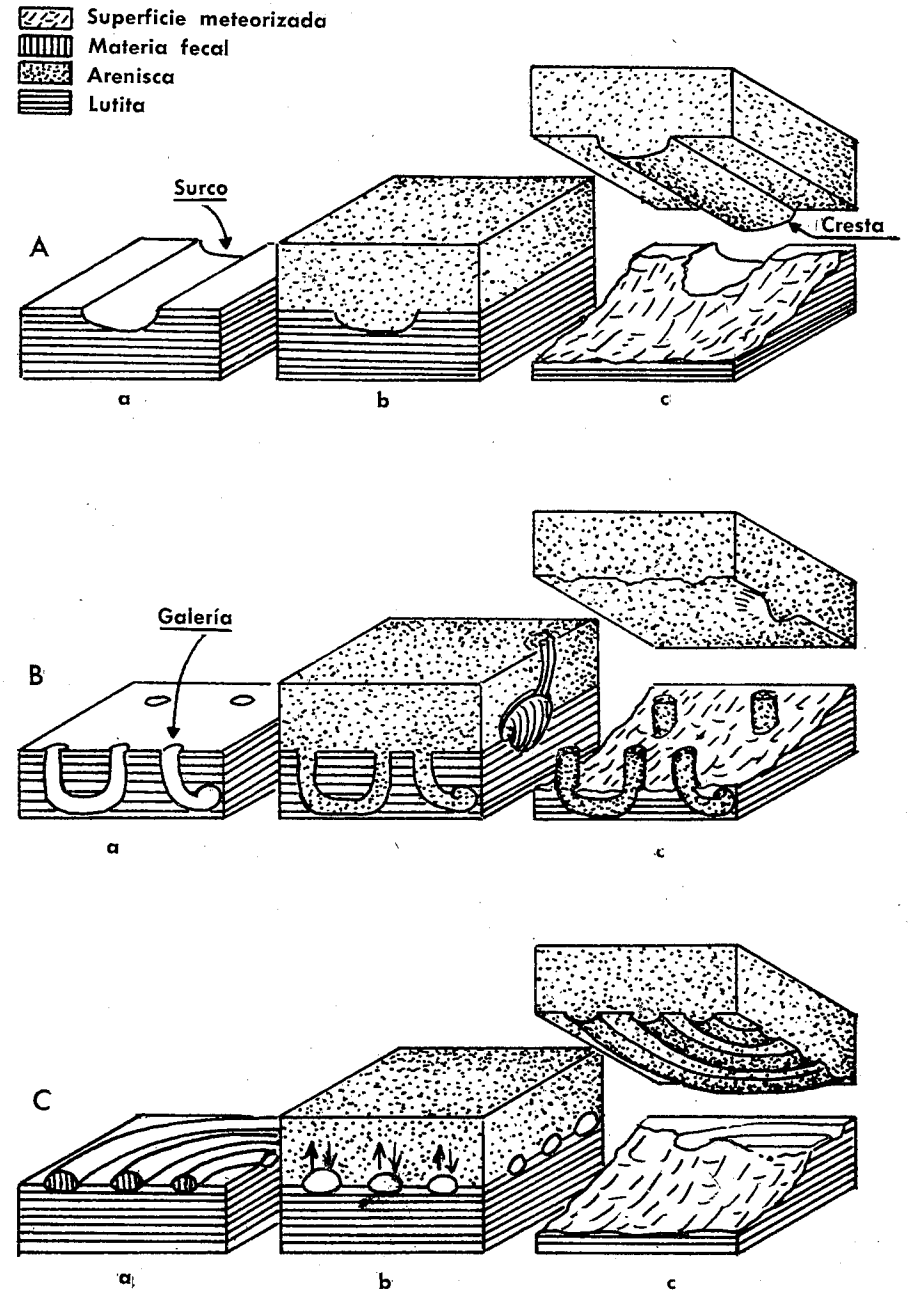
Nota: Todas las especies nuevas, y demás formas y muestras figuradas y descritas en este trabajo, están depositadas en las colecciones de la Escuela de Geología, apropiadamente etiquetadas y numeradas.

LAMINA 1

Fig. 1: Secuencia A: Sobre la teórica superficie de arcilla marina, deja su huella por impresión algún ser vivo, (a) seguido luego por sedimentación de arenas, que rellenan la impresión, (b) conjunto, que al endurecerse crea un hiporrelieve positivo. Posteriormente a la diagénesis, la roca suprayacente, más resistente, conserva la huella, mientras que la inferior, más blanda, es destruida por la erosión, (c). Aquí se forman huellas exógenas, como **repichnia** y algunas **pascichnia**.

Secuencia B: En el fondo poco resistente, numerosos animales perforan galerías temporales o permanentes, con orificios de salida, (a) los cuales son rellenos por las arenas que posteriormente cubren el fondo, la cual a su vez, es perforado por algunos tipos de animales, (b) los cuales, posteriormente a la diagénesis, dejan estructuras diversas y curiosas dentro de la arenisca, y túneles y tubos de arena endurecida dentro de la lutita, que se destacan por erosión diferencial, (c) formando las huellas endógenas de tipo **fodinichnia**, **domichnia** y **cubichnia**.

Secuencia C: En el fondo arcilloso, se deposita materia fecal, (a) la cual, si es cubierta con la suficiente prontitud por arenas, queda encerrada en una trampa, en la cual pueden circular corrientes de agua, y microorganismos que descomponen el material de los excrementos, que se diluye, y es reemplazado gradual y totalmente por arenas (b), para luego crear un hiporrelieve positivo, igual que en la secuencia "A" (c). Aquí incluimos las **pascichnia** originados por materiales fecales, y rellenos gástricos de animales limófagos (vermes y holotúridos) y proponemos para este tipo de huella, el nombre de **coprolichnia** (Figs. 6, 7, 8, 9, 10, 18, 30?).

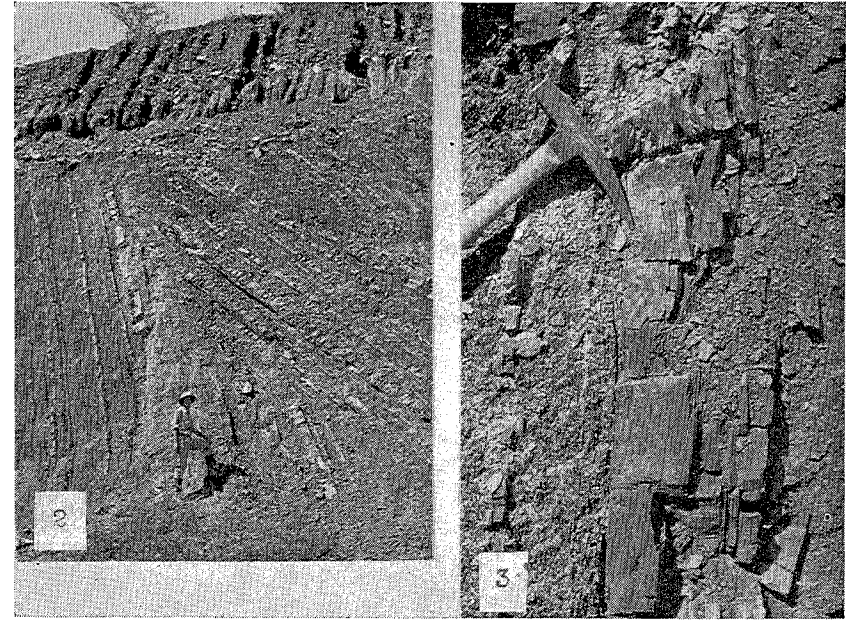


LAMINA 2

Fig. 2: Corte de carretera al este de Boca de Uchire, situada a 1.000 metros al oeste del restaurante "El Paradero", que presenta un paquete de capas de **flysch**, intensamente fallados y todos volcados. Nótese la alternancia rítmica de capas de arenisca (tono claro) delgadas y gruesas; todas presentan icnofósiles en su base, pero las gruesas, por promedio, son más fosilíferas. No se observa lenticularidad. El **flysch** está cubierto con discordancia angular por conglomerados pardo rojizos, con cantos angulares de arenisca, de edad probablemente Pleistocena.

Fig. 3: Capa de arenisca mostrando la típica estructura de turbidita, en el mismo corte de carretera de la figura (2); la cara superior de la arenisca es la que enfrenta al martillo.

Fig. 4: Superficie de arenisca expuesta en el km 8 al norte de Altagracia de Orituco, que muestra numerosas huellas problemáticas, de los que se destacan hiporrelieves positivos orientados y de notable extensión, y típicos moldes de arrastre. Las largas estriaciones son moldes de surcos producidos por una corriente uniforme y las más gruesas corresponden a surcos ahondados por efecto de carga. El afloramiento es de **flysch**, de la localidad (2), de capas delgadas, volcadas, que la construcción de la carretera puso al descubierto.

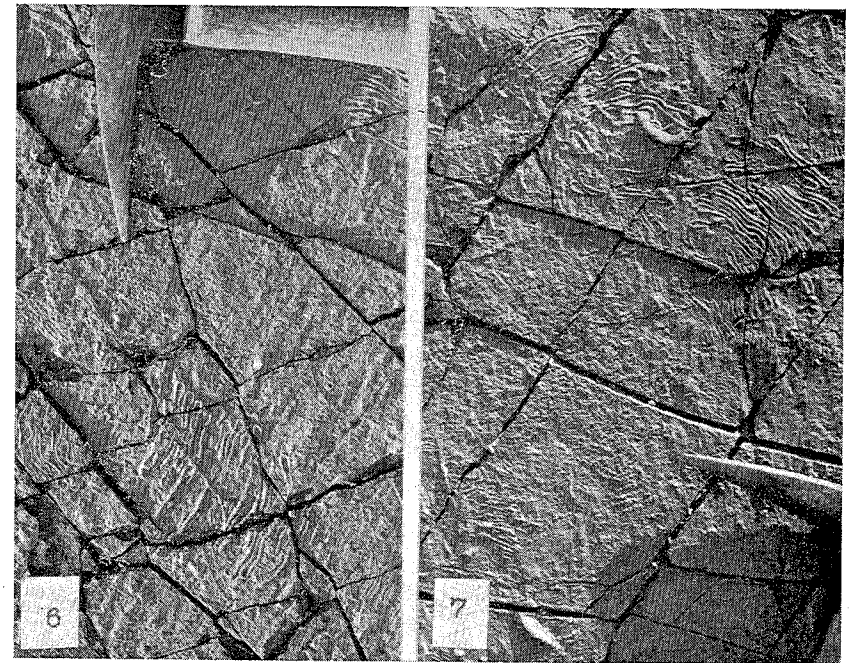
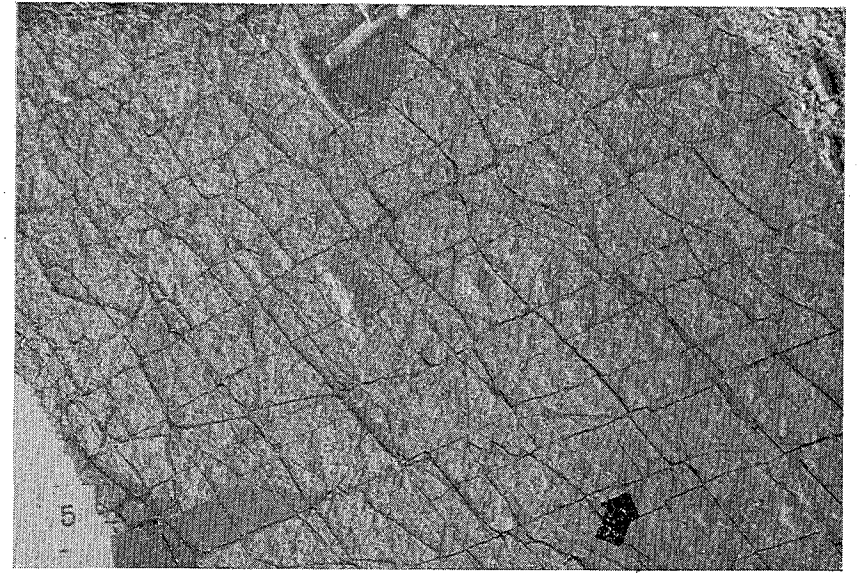


LAMINA 3

Fig. 5: Paredón de arenisca expuesta en la localidad (1) en el corte de carretera a 800 metros al oeste de "El Paradero", puesto al descubierto por un derrumbe, en la parte superior del corte de la carretera. Nótese, que aparte de las numerosas huellas problemáticas, hay finas estructuras sedimentarias orientadas oblicuamente (pequeños turboglifos) y dos lomos (centro) que corresponden a turboglifos mayores. La flecha indica la dirección de la corriente.

Fig. 6: Detalle de la figura 5, en la cual se distinguen: **Helminthoïda**, **Paleodictyon**, (frente a la punta de la piqueta) y **Paleomeandron** (a la derecha de la misma).

Fig. 7: Detalle de la figura 5, en la cual se distinguen: **Helicolithus** (frente a la punta de la piqueta) y abundantes **Helminthoïda**. Nótese que algunas de las huellas están casi borradas, pero no por la erosión de la superficie, sino porque no estaban frescas en la superficie original del fondo.

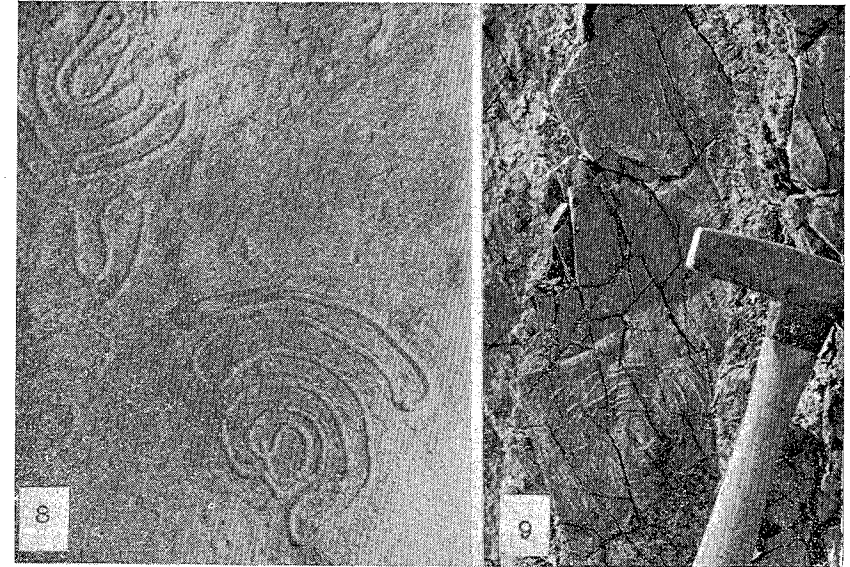


LAMINA 4

Fig. 8: Fotografía submarina, tomada en la fosa de Kermadec. Muestra un verme Hemicordado en su lento avance, mientras deja detrás de sí, su materia fecal (el cuerpo del animal termina en la primera curva), notándose otra huella semejante en la porción izquierda de la foto. Foto tomada de Bourne y Heezen (1965, p. 62).

Fig. 9: Dos ejemplares de *Spirorhaphe* en la cara inferior de una capa de arenisca delgada, de la localidad (1), de la misma secuencia de la figura 5, a 4 metros debajo estratigráficamente.

Fig. 10: Ejemplar casi completo de *Spirorhaphe*, muestra y foto cortesía de J. Sulek. Nótese la semejanza del "nudo" inicial, en comparación con la de la figura 8.



LAMINA 5

Fig. 11: Hiporrelieve positivo que representa una típica *Nereites*, procedente de la localidad (1), figura 2. Nótese que el animal responsable de la huella aceleró y desaceleró su marcha sobre el fondo original, lo que se nota por la variable distancia entre los lóbulos laterales. Tamaño natural.

Fig. 12: Hiporrelieve positivo adjudicado a *Gyrochorte*, también de la localidad (1). Tamaño natural.

Fig. 13: Probablemente igual a figura 11. Tamaño natural.

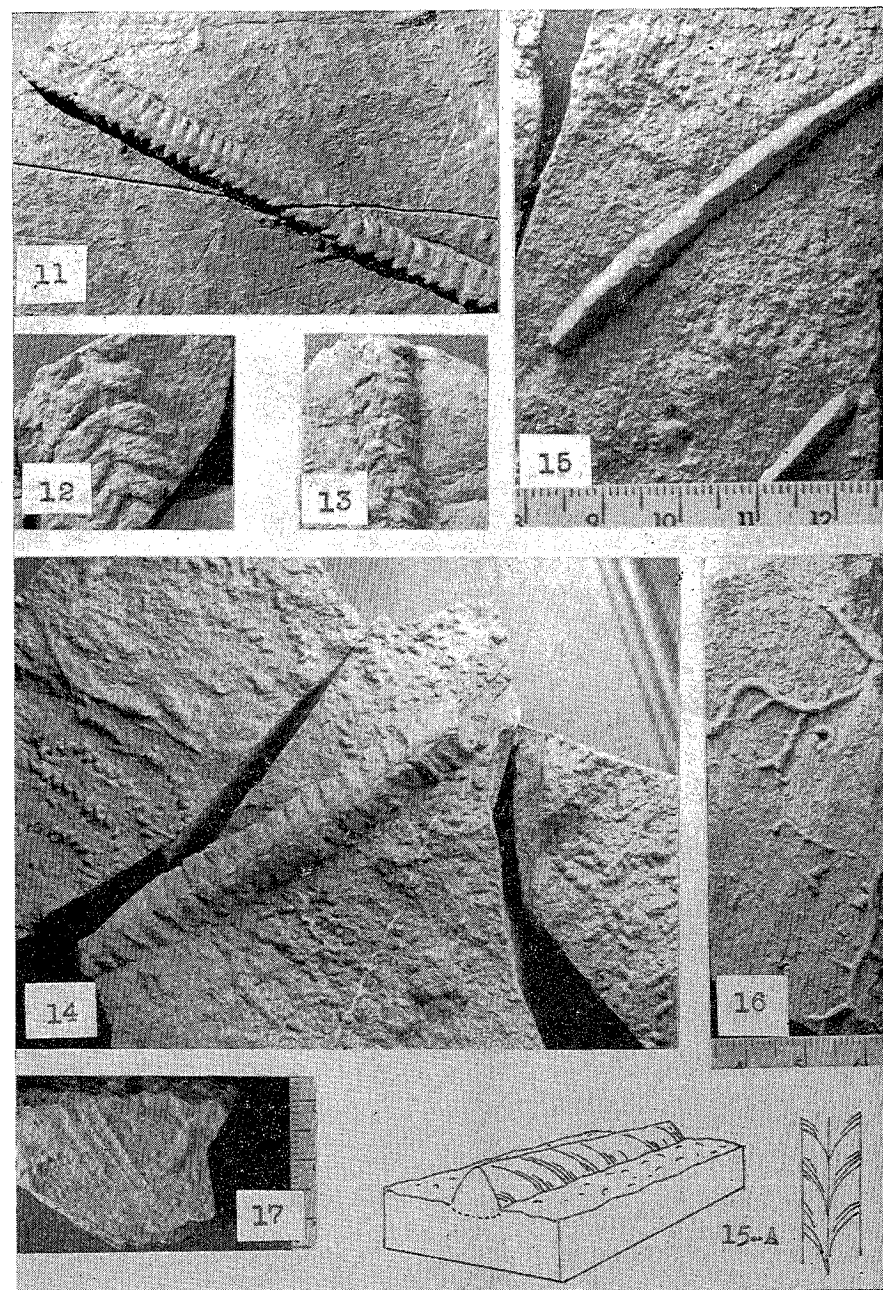
Fig. 14: Tres bloques de arenisca de la localidad (1) donde se destaca *Helicolithus*, asociado a una cresta de *Nereites*. Tamaño natural.

Fig. 15: *Repichnia* de aspecto muy llamativo, holotipo de *Uchirites triangularis* sp. n., (huella mayor) acompañado en la misma muestra de un paratipo. Es frecuente en ciertas capas de la localidad (1). Nótese que la superficie de las areniscas es muy semejante al fondo real de la figura 8.

Fig. 15-A: Diagrama tridimensional y vista dorsal de *Uchirites triangularis* sp. n., para destacar detalles que la fotografía no muestra.

Fig. 16: *Fodinichnia* que cae dentro del criterio de *Chondrites*, aunque no es típico; procede de la localidad (1).

Fig. 17: Misteriosa *Repichnia* o estructura de roce mecánico. Muchas de estas huellas sólo son visibles con fuerte luz lateral. Procede de la localidad (1).



LAMINA 6

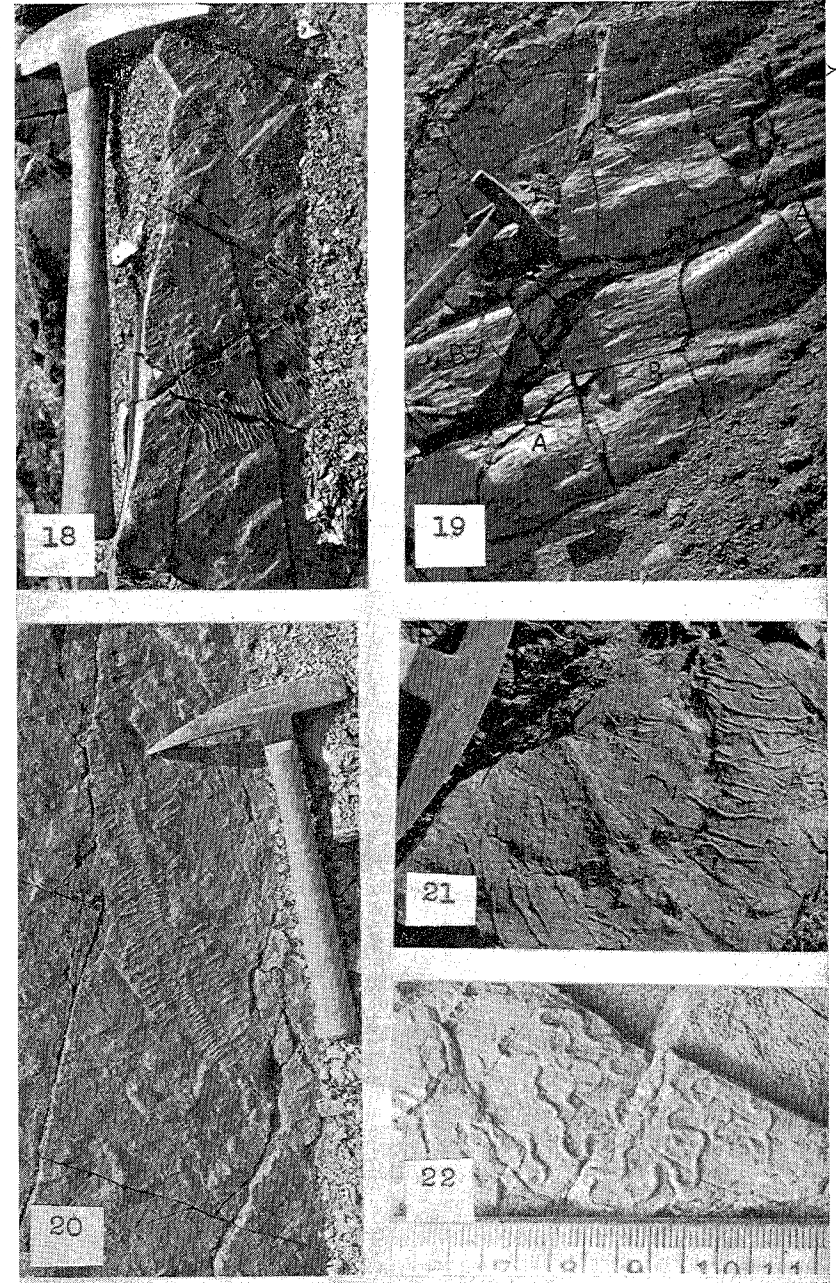
Fig. 18: Las pistas del tipo Helminthoidea, son las más comunes en la localidad (1), y frecuentemente es la única en algunas capas. Asociadas, se ven estructuras de Tectorrelieves.

Fig. 19: Estos hiporrelieves positivos son la única forma que se observa en algunas capas de la arenisca del flysch; generalmente están orientadas, y la arenisca correspondiente presenta la típica estructura de turbidita (Fig. 3) y probablemente son testigos indirectos del paso de la corriente de turbidez sobre el fondo oceánico, con la consecuente destrucción total o parcial de la fauna o sus huellas. Localidad (1). La corriente deja sus huellas propias: son moldes de surcos, siempre paralelas a la dirección de dicha corriente; A) Turboglifos, y B) Moldes de Punzamientos.

Fig. 20: Posibles residuos fecales originaron la huella que se denominó *Pseudodesmograption* en este trabajo. Procede de la localidad (1) y está asociada a *Spirophycus*.

Fig. 21: Hiporrelieves mal preservados de la localidad (1), adjudicados a *Urohelminthoidea*.

Fig. 22: Los meandros característicos de *Cosmorhaphe*, son difíciles de distinguir, por lo bajo de la cresta. Localidad (1).

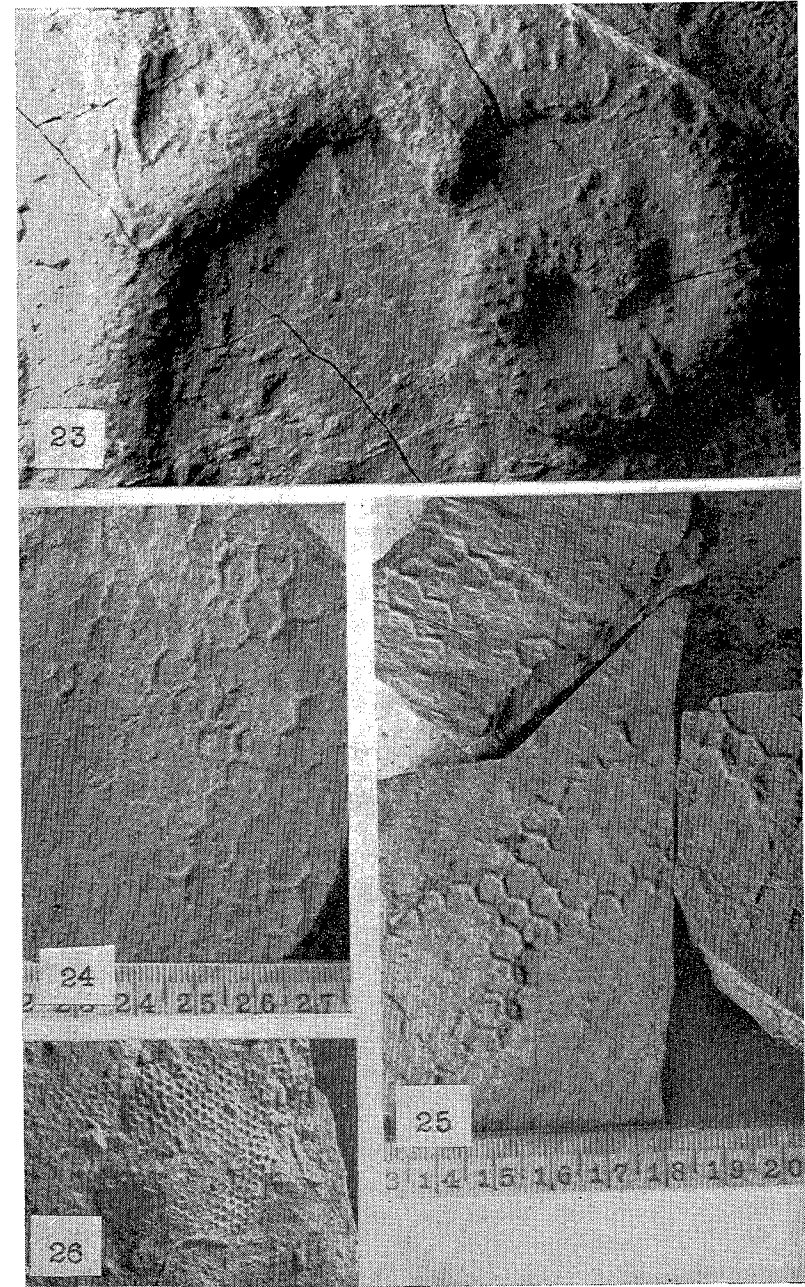


LAMINA 7

Fig. 23: La típica cresta de *Spirophycus*, de perfil semiovalado, es frecuente en ciertas capas de la localidad (1). Reducido en 2/3.

Figs. 24 y 25: *Paleodictyon* es quizás la huella más problemática de la facies *Nereites*; procede de la localidad (1).

Fig. 26: Mallas más finas de *Paleodictyon*, son más escasas que las anteriores. Tamaño natural, procedentes de la localidad (1).

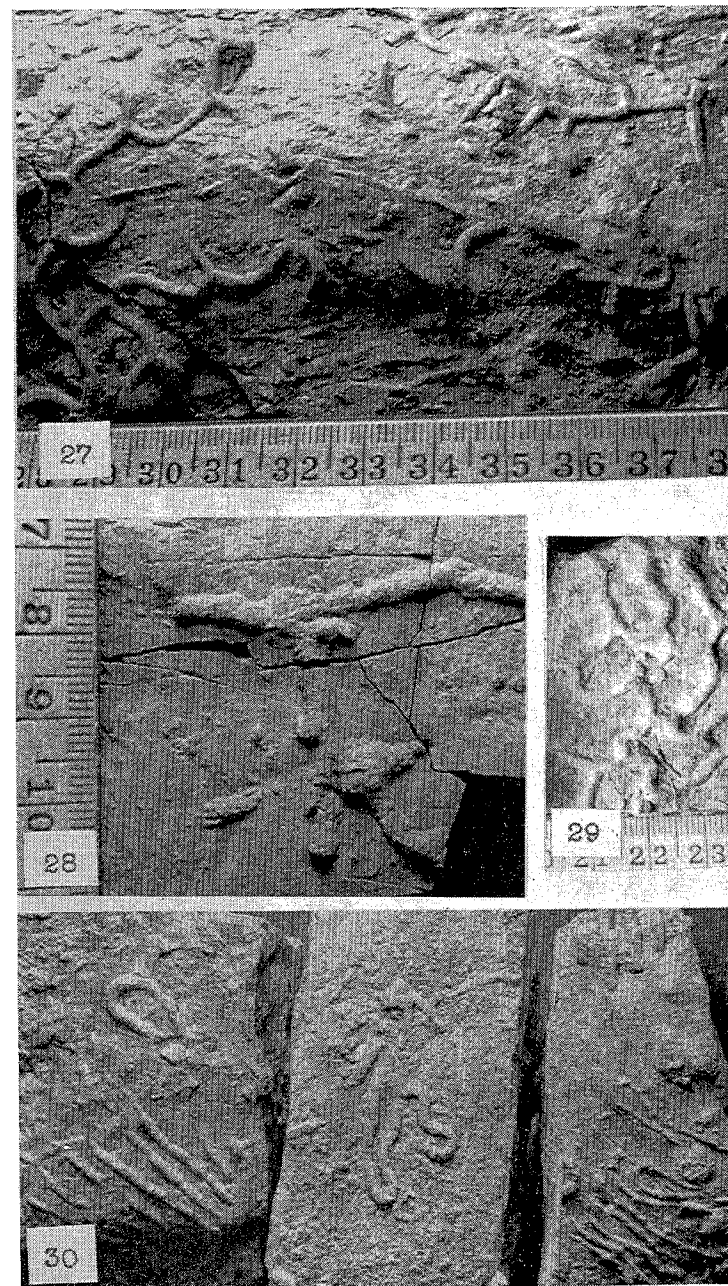


LAMINA 8

Figs. 27 y 29: Mallas irregulares, de *Unarites* de la localidad (1). Los de la figura 27, están distribuidas en la superficie de un posible turboglifo, y son posteriores a dicha estructura sedimentaria.

Fig. 28: *Paschichnia* de forma radiada, no adjudicable a ninguna forma en especial. Localidad (1).

Fig. 30: Conjuntos de crestas del tipo *Helminthopsis* son frecuentes en la localidad (1). Tamaño natural.



LAMINA 9

Fig. 31: Probable turboglifo; sólo se halló un ejemplar en la localidad (1).

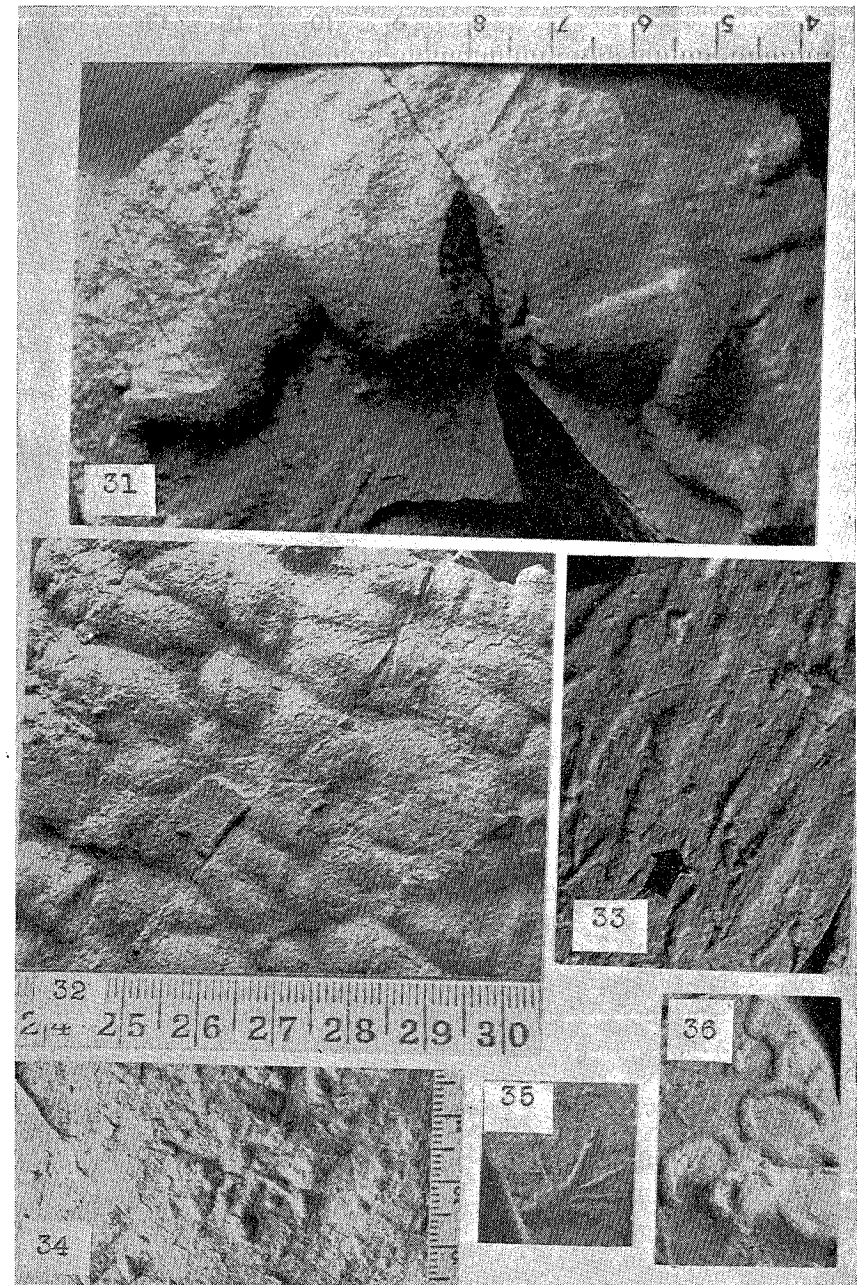
Fig. 32: Estructura que corresponde a **Ondulitas de interferencia**, caracterizada por su forma de celdillas; es forma dominante en la cara inferior de algunas capas de areniscas de la localidad (1).

Fig. 33: Diversos turboglifos escasamente desarrollados y moldes de surcos, producidos por una corriente cuya dirección se señala con la flecha.

Fig. 34: Hiporrelieves positivos, interpretados como defecaciones de *Ma'acostráceos*, a base de las observaciones del Br. E. Bulart. Localidad (1), pero también son frecuentes en las localidades (2), (3) y (4). Serían típicas **Cooprolichnia**.

Fig. 35: Posible **cubichnia**, dejada por un animal desconocido, quizás un equinoide. Tamaño natural, localidad (1).

Fig. 36: Igual a 27 y 29.



LAMINA 10

Figs. 37 y 38: Dos ejemplares típicos de *Lorenzina*, indistinguibles de los descritos del flysch alpino, característicos de la localidad (2); 38 está al tamaño natural.

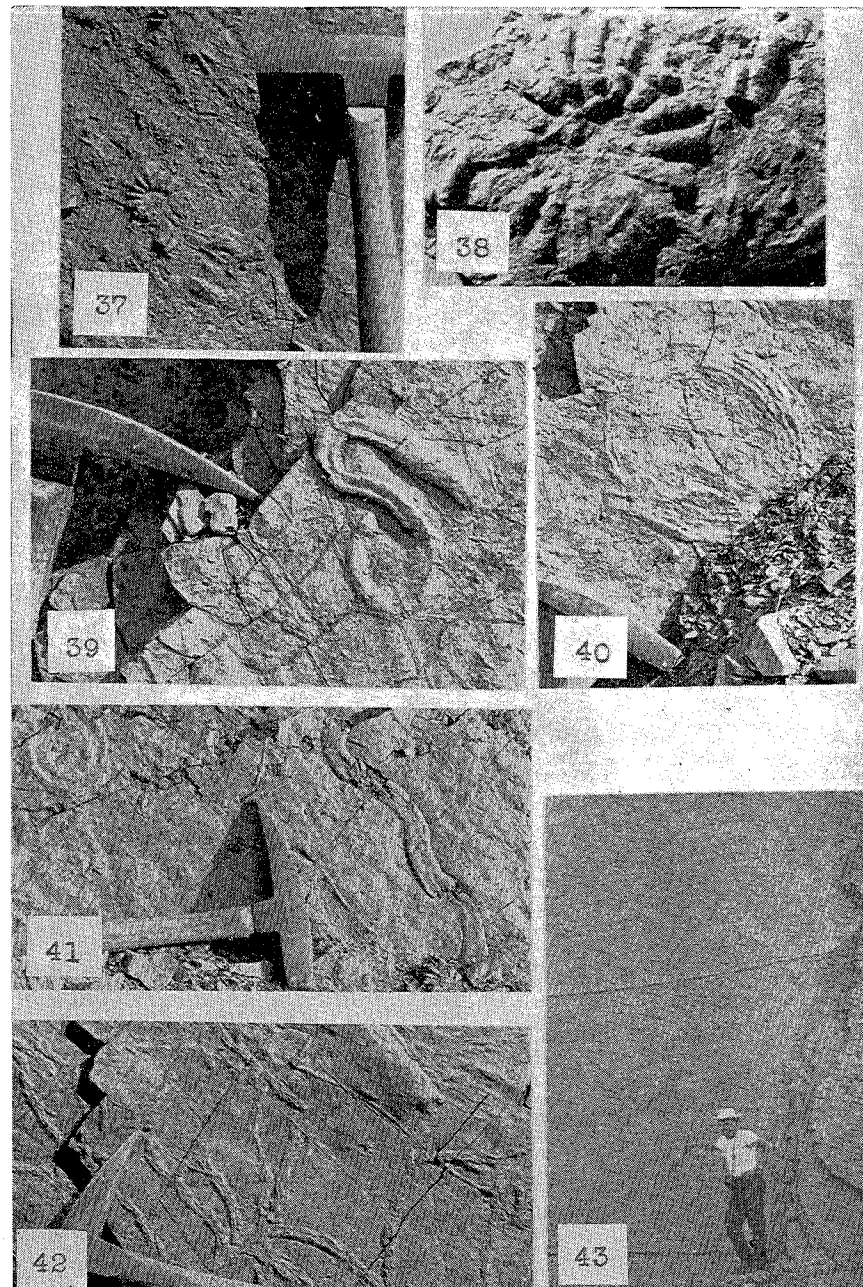
Fig. 39: *Cubichnia* desconocida, quizás huella de reposo de un holotúrido, de la capa de la figura 43, en la localidad (2).

Fig. 40: Huella difícil de clasificar, ya que parece corresponder a las ondulaciones producidas por burbujas de gas, al salir de un sedimento muy fino y poco consolidado. Sólo es frecuente en ciertas capas de la localidad (2).

Fig. 41: *Repichnia* que corresponde a la descripción de *Aulichnites*, que se observa con cierta frecuencia en algunas capas de la localidad (2); asociado, hay un posible hoyuelo de burbujeo.

Fig. 42: *Paschichnia* o *Fodinichnia* frecuente en ciertas capas de la localidad (2); adjudicable a *Chondrites*. Entre las numerosas huellas vistas, no hemos observado ninguna con la regularidad de ramificación con que fue descrito en Europa.

Fig. 43: *Paschichnia* o *Fodinichnia* frecuente en ciertas capas de la localidad (2), adjudicable en moldes de surcos producidos por las corrientes. En la foto, el Br. Bulart, durante el proceso de la recolección de muestras.



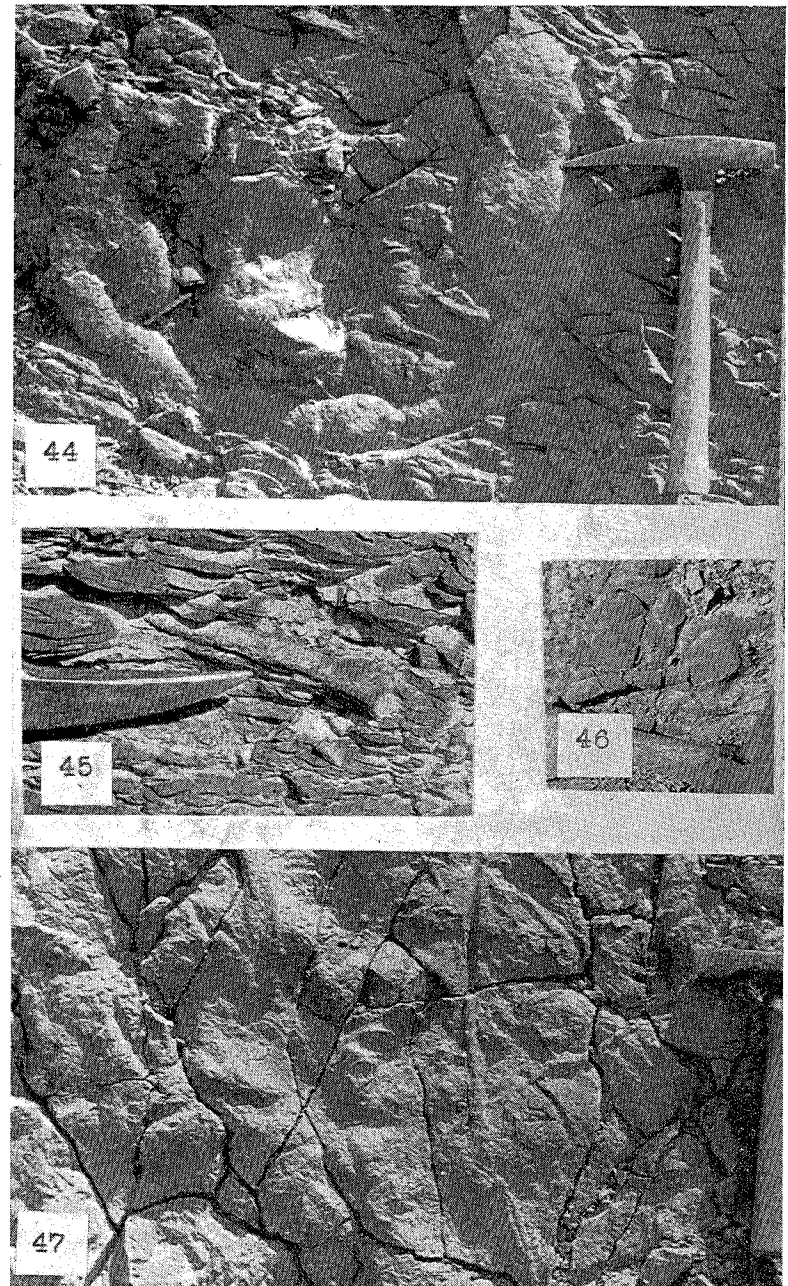
LAMINA 11

Fig. 44: Galería de arenisca en lutitas, de la localidad (4), clasificable dentro del grupo de **domichnias** que hemos llamado **Macanopsis**; se trata de un espiral enrollado alrededor de una esfera central, todo eso en el plano de estratificación, para después terminar curvándose en dirección de la antigua superficie, perpendicular al plano mencionado.

Fig. 45: Clásica **domichnia**, o sea, galería de habitación rellena con un tipo litológico más resistente que la roca caja, abundante en muchas formaciones sedimentarias y que hemos denominado **Halymenites** s.l.; la de la foto procede de la localidad (15).

Fig. 46: Hiporrelieve positivo, adjudicable a **Macanopsis**, de la localidad (1).

Figura 47: Crestas mono o bilobadas, probables **domichnia**, se ven en la cara inferior de esta caliza de la localidad (5), formadas posteriormente a la sedimentación de la misma, y cuya superficie muestra en relieve las irregularidades del fondo fangoso sobre la cual se sedimentó dicha caliza.



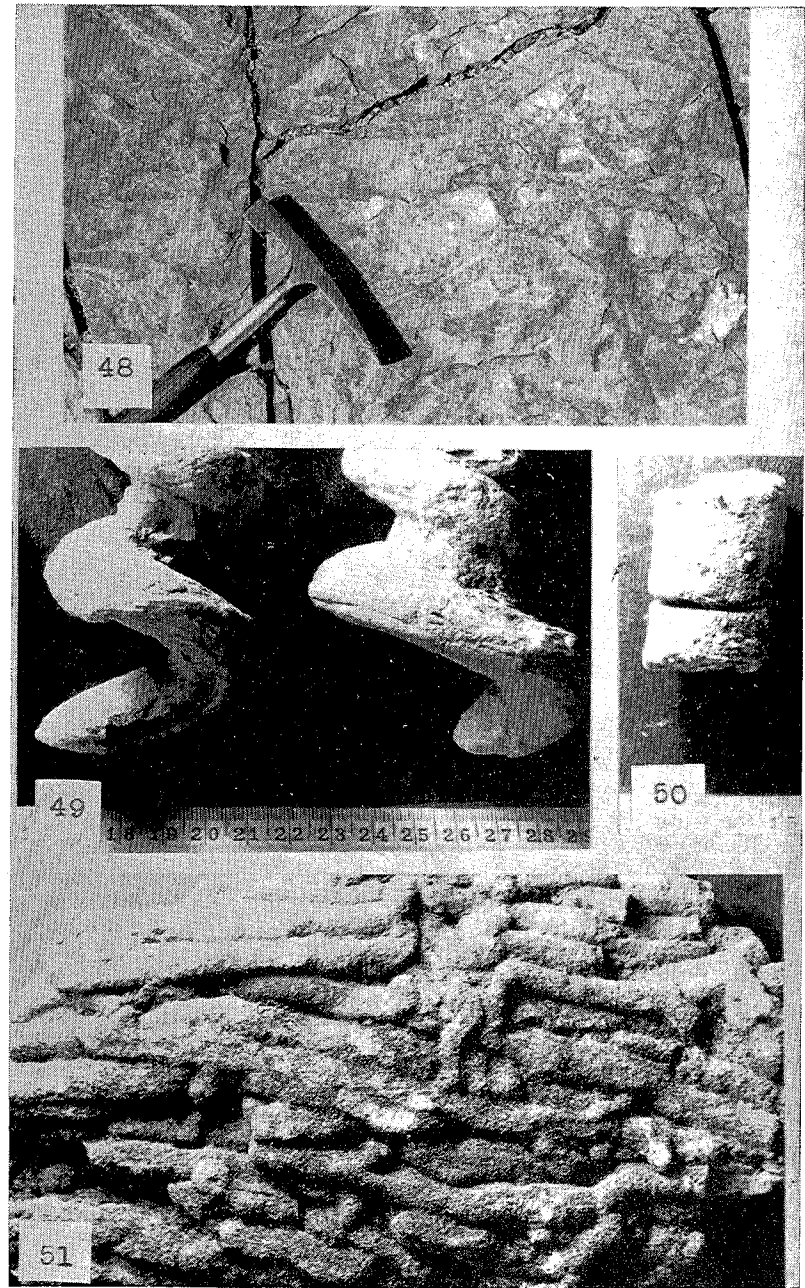
LAMINA 12

Fig. 48: Típicas *Granularia*, con galerías rellenas de foraminíferos grandes se observan en la porción superior de varias de las capas de caliza arcillosa y marga endurecida de la localidad (6); las perforaciones y galerías se ven atravesando la capa en todos los sentidos, en el plano horizontal, pero sus aberturas de entradas son verticales.

Fig. 49: *Domichnia* muy característica, las espirales de *Gyrolites* son fácilmente visibles en las formaciones donde se halla, conservando estricta perpendicularidad a la superficie de estratificación; los dos ejemplares ilustrados corresponden a la localidad (7); el de la izquierda, el holotipo de *G. bularti*, en su posición natural, y el de la derecha, un paratipo, en posición invertida por razones de iluminación. Las galerías están rellenas del mismo material que la roca caja, pero algo más arenoso y calcáreo. La roca caja es una marga arenosa.

Fig. 50: Porción de una *domichnia* cilíndrica típica, que hemos incluido bajo el término de *Halymenites* s.l., procedente de la localidad (16); estos tubos rellenos contienen materiales más ferruginosos a medida que se hayan formado a menor profundidad, y más cercano a la línea de playa, hecho comprobado por los moluscos fósiles que los acompañan.

Fig. 51: Masa de tubos de tipo *Domichnia*, aljudicados al molusco pelecípodo *Teredo*, procedente de la localidad (12-B). Los individuos de este género usualmente se hallan asociados en masas compactas de galerías rectas, sólo torcidas en su abertura, ya que originalmente se hallaban perforando madera.



LAMINA 13

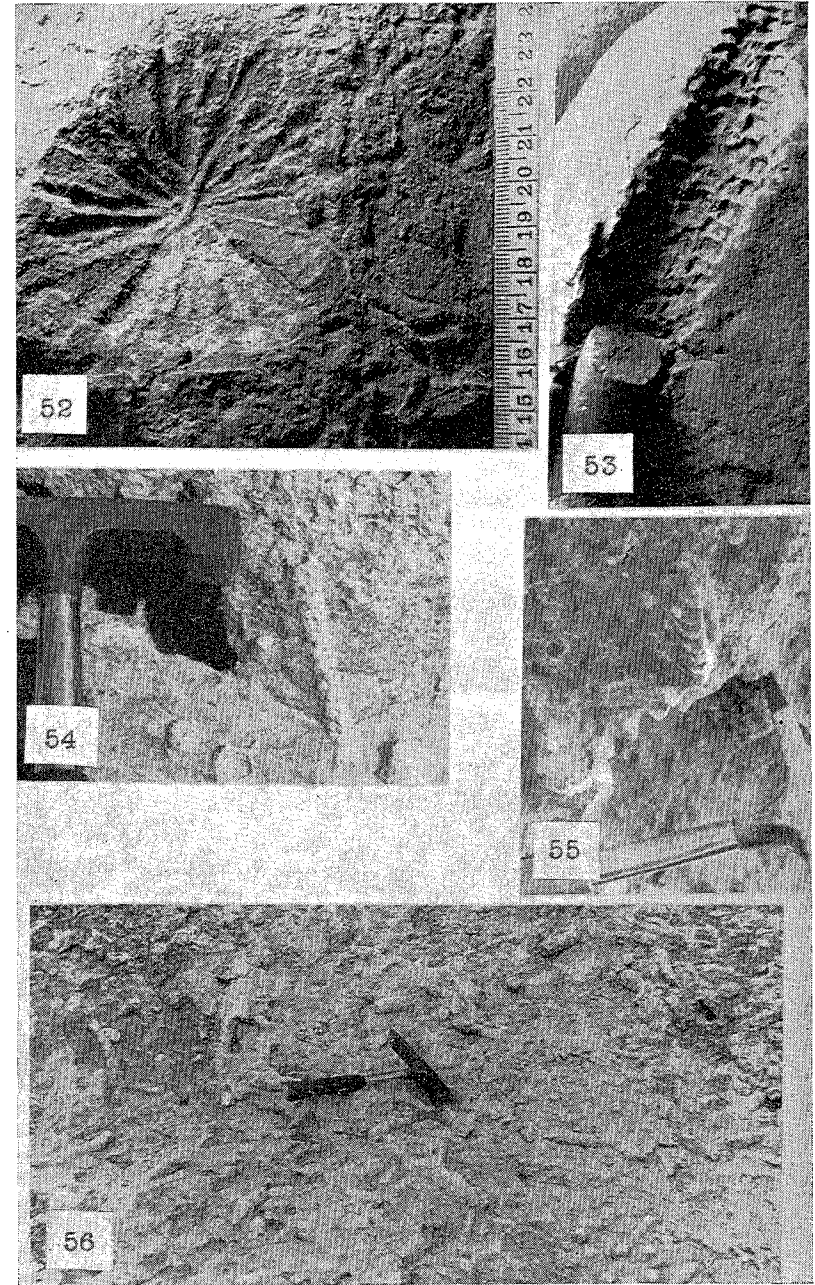
Fig. 52: Impresión, o hiporrelieve negativo, depresión en forma de cráter o embudo, muy difícil de clasificar, o de adjudicar a cualquier organismo. De una capa de caliza margosa de la localidad (5), asociado a capas con *Lepidocyclina*.

Fig. 53: Molde externo e interno de una *Ophiomorpha*, de la localidad (17); esta forma es muy característica, y muy fácil de reconocer, por su exterior granulado. La abertura es la porción inferior.

Fig. 54: Típica *Ophiomorpha*, de la localidad (10), frecuente en las margas de los acantilados de la Bahía de El Carenero, donde se nota también que el material de las paredes de la galería es diferente del de la roca caja; su posición es perpendicular a la estratificación, y suele estar restringido a ciertas capas, asomándose en la parte superior de las mismas, tal y como se ven otros tres ejemplares, en la porción inferior de la foto. Nótese que se destacan por erosión superficial.

Fig. 55: Varias *fidonichnias* adjudicables a *Zoophycos*, se han observado destacados por erosión diferencial, en la cara inferior de varias capas de marga arenosa en la localidad (10), asociados a *Ophiomorpha*.

Fig. 56: Las *domichnia* están representadas en las calizas coralinas Pleistocenas de la localidad (10), en el área de Bahía de Garambeo; su relleno también es calcáreo, y en algunos casos se han visto pinzas y otros residuos de *Callinassa* y otros cangrejos especializados hacia el final de los tubos. Nótese su abundancia y el hecho de que no están orientados en forma alguna con respecto a la capa, la cual es prácticamente horizontal. La inclinación de las galerías es posible, por la acumulación excesivamente lenta del material del arrecife, por la dureza y la porosidad del mismo. Un arrecife de coral está recorrido normalmente por túneles y galerías, unas, inherentes al crecimiento del mismo, y otras, elaboradas entre el armazón por diversos animales. El espesor de las galerías se conserva constante.

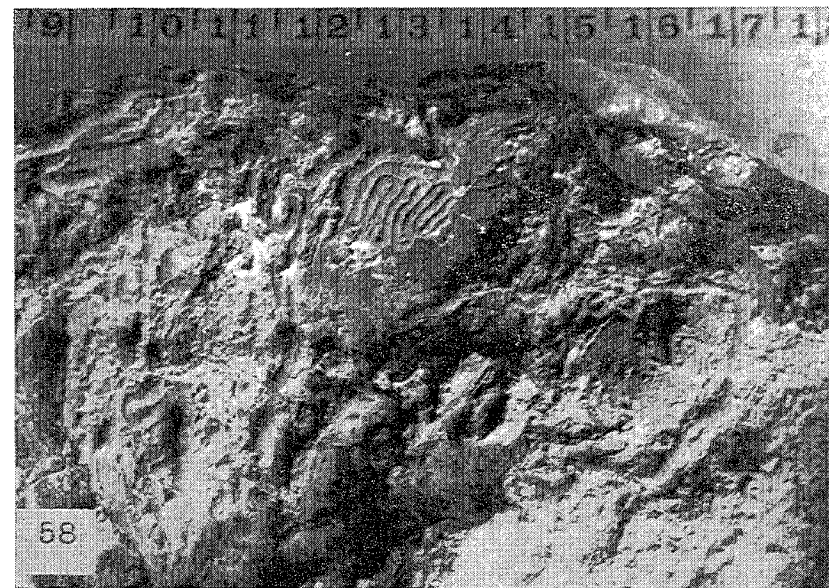
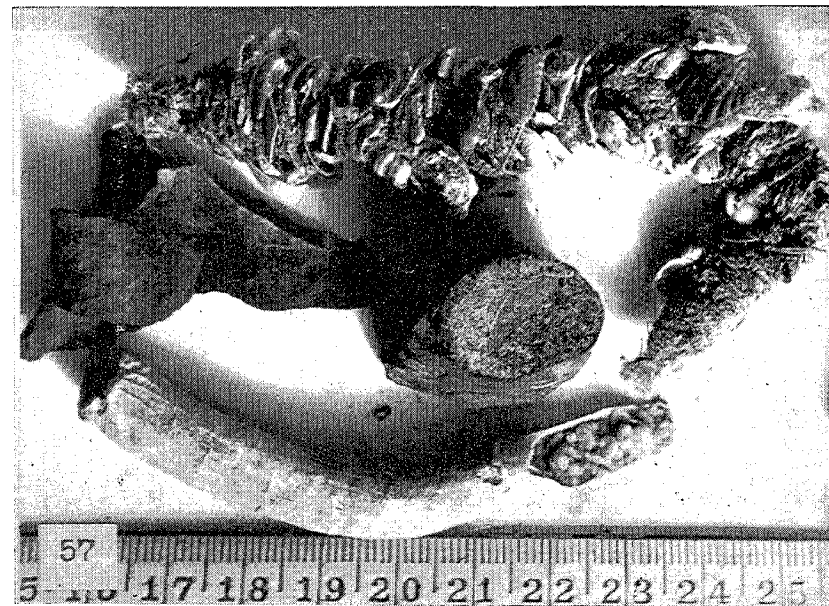


LAMINA 14

Fig. 57: En la gráfica se ven: arriba, la galería de un verme actual, *Terebella*, que procede de 1,5 brazas de profundidad, de Punta Tiburón, de fondo de arena micácea. El ejemplar ilustrado presenta varios moluscos típicos de su ambiente, incrustados en su superficie externa: *Chlamys* sp., *Cardita gracilis* Shuttleworth, *Arca zebra* Lamarck, *Lima* sp., *Persicula interrupta-lineata* Megerle von Muhlfeld y *Mazatlanina aciculata*, (Lamarck) entre otros. En la parte media dos de galerías recolectadas en la localidad (14) por la doctora Nada Vunjak, que corresponden a la de la figura 45.

En la parte inferior, una galería semihueca, frecuente en las capas lutíticas y calcáreas de la parte superior de la Formación Cubagua, en la Isla de Cubagua. Es una *Domichnia*, y su posición es generalmente perpendicular a la superficie de la capa.

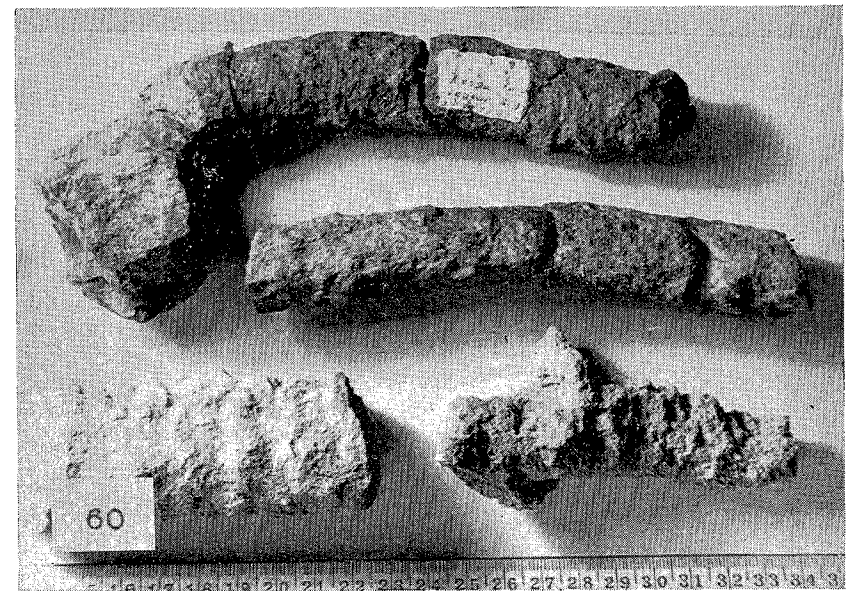
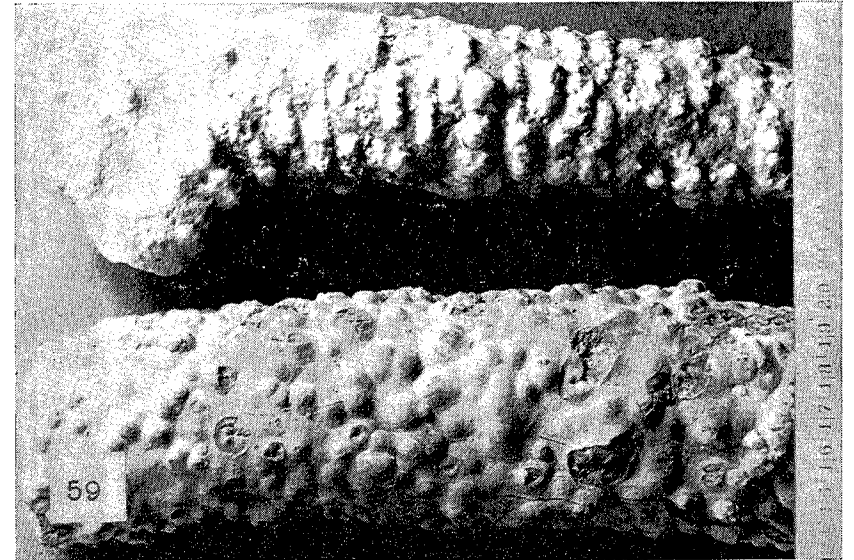
Fig. 58: El enrollamiento fobotáxico tipo *Helminthoida*, se observa en la superficie de una *Exogyra latissima* (Lamarck) colectada en la Formación Barranquín (Barremiense-Aptiense) por el autor, del acantilado al este de la Bahía de Cachimena, Estado Sucre. No se trata de *paschichnia* o *coprolichnia*, sino de tubos calcáreos de gusanos, procedentes de ambiente marino de aguas poco profundas.



LAMINA 15

Fig. 59: Dos ejemplares de *Ophiomorpha*, procedentes de la localidad (16), Quebrada Las Pailas. La de arriba es un ejemplar típico de *O.* cf. *O. nodosa* Lundgren, con su tope situado a la izquierda; sus gránulos superficiales son de arcilla calcárea, y está rellena interiormente de arena fina, micácea. La de abajo, representa una galería horizontal de *Ophiomorpha*, reemplazado parcialmente por limonita, procedente de capa de marga arenosa a 20 metros al oeste de la salida septentrional de la carretera de Playa Grande, frente al club del mismo nombre.

Fig. 60: Típicas *domichnia*, galerías cilíndricas. Las dos de arriba, son holotipo y paratipo, respectivamente, de *Macanopsis pagueyi*. Abajo, dos *domichnia*, procedentes de la localidad (7), Isla de Cubagua, capa media de marga, al sur de Nueva Cádiz.

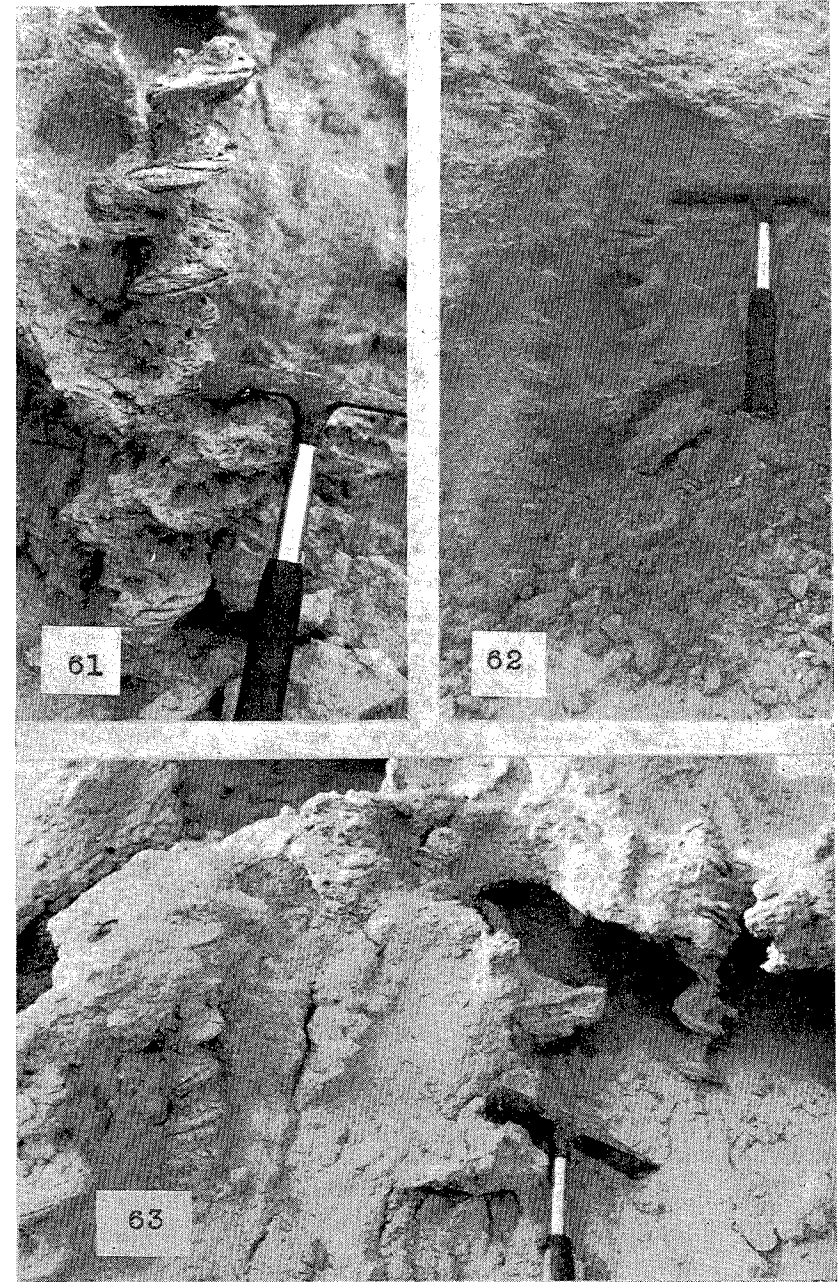


LAMINA 16

Fig. 61: Un ejemplar de *Gyrolithes bularti*, de la localidad tipo del mismo, de enrollamiento dextral que presenta, fácilmente visible, el surco en su cara inferior; nótese la estructura escalonada creada por la arena que relleno la galería. Su posición es perpendicular a la superficie de la roca, y su eje central está alterado aproximadamente igual que el buzamiento de la capa misma: 6° N.

Fig. 62: Dos ejemplares de *Gyrolithes*, uno sinistral (izquierda) y otro dextral (derecha), ambos de Cerro Amarillo, localidad (7).

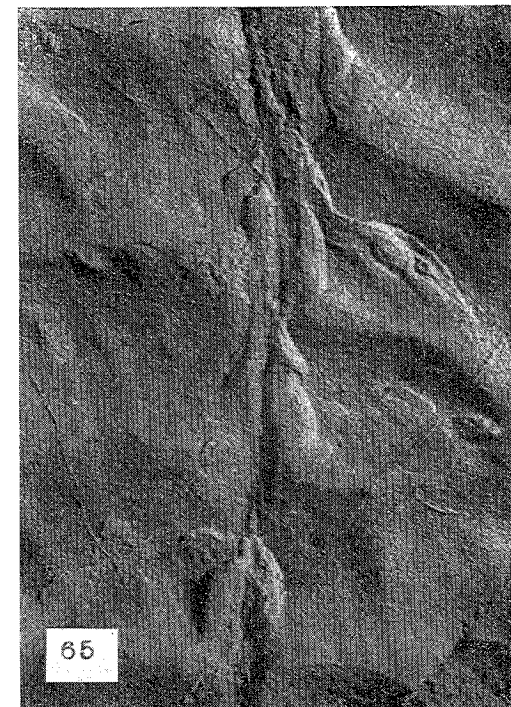
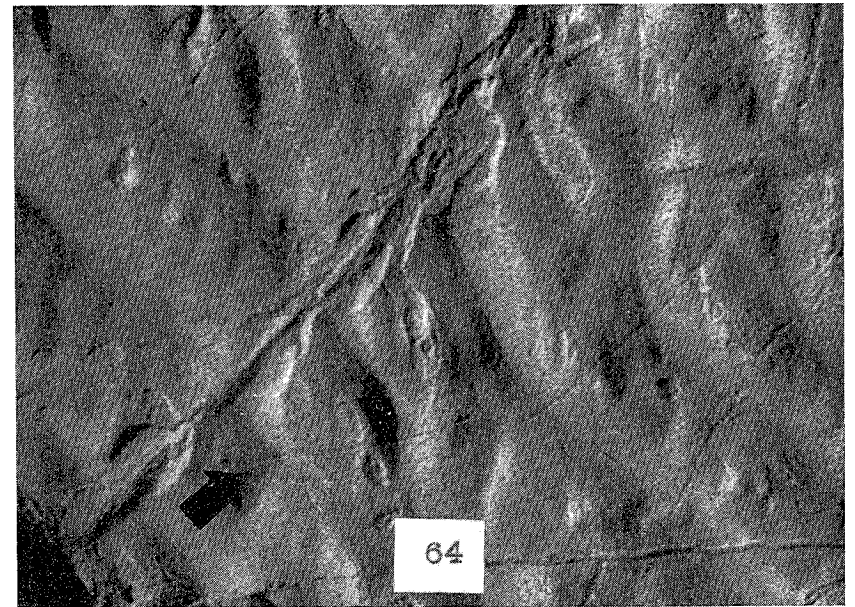
Fig. 63: Dos ejemplares de *Gyrolithes* dextrales y uno sinistral, asociados en una misma capa, demostrando que la dirección de giro no es factor de separación, ni por ecología ni por edad.



LAMINA 17

Fig. 64: Rizaduras de oleaje simétricas, en arenisca de la Formación Siquire (nombre no publicado aún, usado por J. Picard y N. Pimentel —geólogos del Ministerio de Minas e Hidrocarburos—, usado para las capas inferiores de los sedimentos lacustres del alto Tuy, Estado Miranda). Estas huellas fueron producidas por olas provenientes de la esquina izquierda inferior, y las rizaduras secundarias transversales, visibles en los valles de los anteriores, representan una corriente más débil proveniente del costado izquierdo. Contemporáneamente pasó algún objeto desconocido en la misma dirección de la corriente primaria (flecha) dejando un rastro inconfundible. Estas estructuras provienen de la cara superior de la capa. Tamaño reducido a la mitad del natural.

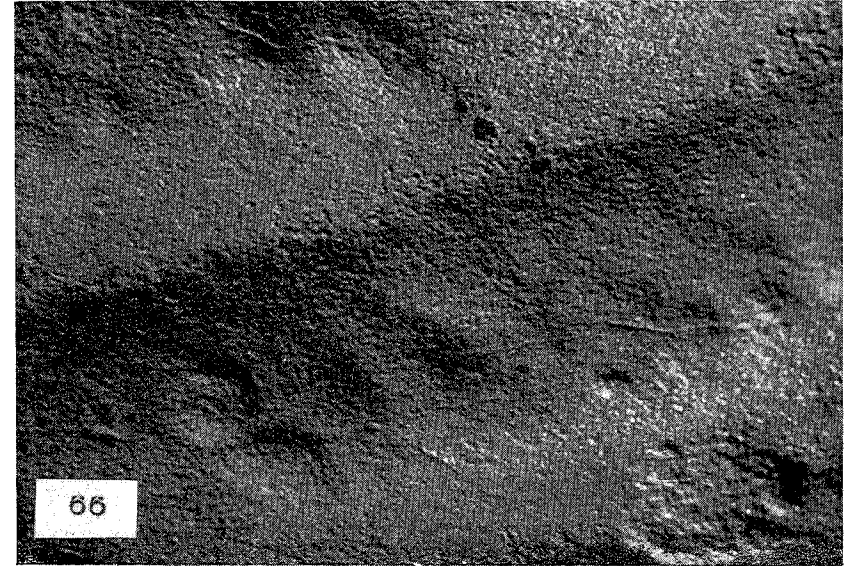
Fig. 65: Detalle de figura 64. Tamaño natural.



LAMINA 18

Fig. 66: Hoyuelos de burbujeo, se notan entre las rizaduras de una arenisca calcárea. Estos hoyuelos se forman por la salida de los gases creados en los sedimentos aún frescos. Se distinguen de las huellas de gotas de lluvia, por carecer de reborde. Procedentes de la misma capa de figuras 64 y 65. Tamaño natural.

Fig. 67: Plano superficial de una capa de arenisca, donde se observan hoyos de burbujeo de gran tamaño, algo desgastados por la erosión. El paredón de arenisca —que buza aprox. 87°S— está en el caño San Juan, afluente del río Querecual, a 20 metros al norte del Paso Santa Anita; el estrato está a 2 metros por debajo del contacto San Juan-Vidoño. La razón de incluir estas estructuras de origen mecánico en este trabajo, es para comparación, y porque dichas estructuras son raras de observar.



BIBLIOGRAFIA

- AGER, D. V. (1963): **Principles of Paleocology**. McGraw-Hill Book Co., 371 p.
- BARBOUR, E. H. (1892). "Notice of a new gigantic fossil". **Science**, vol. 19, p. 99-100.
- (1897). "Nature, structure and phylogeny of *Daemonhelix*". **Geol. Soc. Amer. Bull.**, vol. 8, p. 305-314, 9 pls.
- (1903). "Present knowledge of the distribution of *Daimonhelix*". **Science**, vol. 18, p. 504-505.
- BERMUDEZ, Dr. P. J. (1966). "Consideraciones sobre los sedimentos del Mioceno medio al Reciente de las costas central y oriental de Venezuela". **Bol. de Geología** (Venezuela), vol. 7, n. 14, p. 333-411.
- BOURNE, D. W. & HEEZEN, B. C. (1965). "A wandering Enteropneust from the abyssal Pacific, and the distribution of spiral tracks on the sea floor". **Science**, vol. 150, p. 60-63.
- CASTER, K. E. (1957). "Problematica". **Treatise on Marine Ecology and Paleocology**, Mem. 67, Geol. Soc. Am., p. 1.025-1.032.
- CRUZ, A. de la (1965). "Notas sobre moldes de Gusanos en la Formación Pagüey, Barinas". **Geos**, n. 13, p. 59-61, 4 lams.
- DRYDEN, L. (1933). "*Xenohelix* in the Maryland Miocene". **Nat. Acad. Sci., Proc.**, vol. 19, n. 1, p. 139-143, 3 figs.
- FUCHS, Dr. T. (1893). "Ueber die natur von *Daimonelix*, Barbour". **Annalen der k. k. Naturhistorisches Hofmuseums**, Wien, vol. 8, p. 91-94.
- (1901). "Ueber *Daemonhelix krameri* Ammon." **Verhandlungen der k. k. Geol. Reichsanstalt**, Wien, p. 171-172.
- GILLILAND, W. N. & LA ROCQUE, A. (1952). "A new *Xenohelix*? from the Paleocene of Utah". **Journ. Paleontology**, vol. 26, n. 3, p. 501-504, pl. 59, 1 text. fig.
- GONZALEZ de JUANA, C. (1965). **Geología de Venezuela**. Apuntes inéditos.
- GUILCHER, A. (1957). **Morfología litoral y submarina**. Edic. Omega, Barcelona, España. 264 p., 8 lams., 40 figs.
- HÄNTZSCHEL, W. (1962). "Trace fossils and Problematica". **Treatise on Invertebrate Paleont.** vol. W, p. 177-245, figs. 109-149.

- HARRINGTON, H. J. & MOORE, R. C. (1956). "Scyphomedusae", en **Treatise on Invertebrate Paleont.**, vol. F. (Coelenterata), p. 38-53.
- HECKER, R. F. (1965). **Introduction to Paleocology**. 165 p., 17 pls.
- HEEZEN, B. C., & HOLLISTER, C. D. (1964). "Deep-sea current evidence from abyssal sediments". **Marine Geology**, vol. 1, p. 141-174.
- HOWELL, B. F. (1962). "Worms", en **Treatise on Invertebrate Paleont.** vol. "W", p. 44-177, figs. 85-108.
- IMBRIE, J. & NEWELL, N. D. (1964). **Approaches to Paleocology**, 432 p.
- KINDLE, E. M. (1923). "Range and distribution of certain types of Canadian Pleistocene concretions". **Geol. Soc. Amer., Bull.**, vol. 34, p. 609-648.
- KUENEN, Ph. H., & MIGLIORINI, C. I. (1950). "Turbidity currents as a cause of graded bedding". **Jour. Geol.**, v. 58, n. 2.
- LLARENA, J. G. de. (1954). **Observaciones geológicas en el flysch Cretácico-Nummulítico de Guipúzcoa**. Mono. Instit. "Lucas Mallada" Invest. Geol., n. 13, pt. 1, 98 p.
- MANSFIELD, W. C. (1927). "Some peculiar fossil forms from Maryland". **Proc. U. S. Nat. Mus.**, vol. 71, art. 16, p. 1-9, pls. 1-5.
- (1930). "Some peculiar spiral fossil forms from California and Mexico". **Proc. U. S. Nat. Mus.**, vol. 77, art. 13, p. 1-3, pls. 1-2.
- MATTHEW, W. D. (1912). "Symposium of ten years of progress in vertebrate paleontology (Carnivora and Rodentia)". **Bull. Geol. Soc. Amer.**, vol. 23, p. 186.
- MAURY, C. J. (1917). "Santo Domingo type sections and fossils". **Bull. Amer. Paleont.**, vol. 5, n. 29, 251 p., 39 pls.
- McBRIDE, E. F. (1962). "Flysch and associated beds of the Martinsburg formation (Ordovician) central Appalachians". **Jour. Sediment. Petrol.**, vol. 32, p. 39-91.
- MELLENDEZ, B. (1950). "La Paleocología", en **Tratado de Paleontología**, vol. 2, p. 47-88, figs. 1-18, láms. 1-7.
- MILLER, B. L. (1920). "Erosion intervals in the Tertiary of N. Carolina and Virginia". **Bull. Geol. Soc. Amer.**, vol. 20, p. 673-678.
- MOORE, D. G. & SCRUTON, P. C. (1957). "Minor internal structures of some recent unconsolidated sediments". **Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists**, vol. 41, p. 2723-2751.
- MUÑOZ, J., N. G. (1966). "Turbiditas en sedimentos profundos de la cuenca oceánica de Colombia, e influencia del río Magdalena". **Geos**, n. 15, p. 7-101, 10 fotos.
- OSBORN, H. F. (1909). "Cenozoic mammal horizons of Western North America". **U. S. Geol. Survey Bull.**, 361, p. 73.
- PEIRSON III., A. L., SALVADOR, A & STAINFORTH, R. M. (1966). "The Guarico formation of North-Central Venezuela". **Asoc. Ven. Geol. Min. y Petrol., Bol. Inf.**, vol. 9, n. 7, p. 183-224, 4 figs., 6 fotos.
- PETTIJOHN, F. J. (1957). **Sedimentary Rocks**. Harper's Geoscience Series, Harper & Brothers, Publ., New York. 718 p.
- PETTIJOHN, F. J. & POTTER, P. E. (1964). **Atlas and Glossary of primary sedimentary structures**. Ed. Springer-Verlag. 370 p.

- PILSBRY, H. A. (1922). "Revision of W. M. Gabb's Tertiary Mollusca of Santo Domingo. **Acad. Nat. Sci. Phila., Proc.**, vol. 73, p. 305-435, pl. 16-47.
- RIVERO, F. Ch. de (1962). "Paleontología, paleoecología y ecología marina". **Geos**, n. 7, p. 5-101, ilustr.
- (1964). **Paleontología general**. Apuntes inéditos.
- (1964). "Ecología, paleoecología y distribución de los arrecifes orgánicos". **Geos**, n. 11, p. 41-122, ilustr.
- RODRIGUEZ, G. (1959). "The marine communities of Margarita Island, Venezuela". **Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean**, vol. 9, Nº 3, p. 237-280.
- ROMER, A. S. (1966). "Vertebrate Paleontology". 3ª Ed. The University of Chicago Press. 468 pp. ilustr., bibliografía.
- RUTSCH, R. (1934). "Die Gastropoden aus dem Neogen del Punta Gavilán in Nord-Venezuela". **Schweiz. Paleont. Gesell. Abh.**, band 54, n. 3, p. 1-88, pls. 1-7, figs. 1-11.
- (1939). "Upper Cretaceous fossils from Trinidad, B. W. I.". **Jour. Paleont.**, vol. 13, n. 5, p. 521-523, 2 figs.
- (1939a). "Die Gattung **Tubulostium** in Eocæn der Antillen". **Eclogae Geologicae Helveticae**, p. 231-237, pl. 12, fig. 1-5.
- SCHULTZ, C. B. (1942). "A review of the **Daimonhelix** problem". University of Nebraska Studies, Stud. en **Sci and Techn.**, n. 2, 30 p. 17 figs.
- SCHWARZBACH, M. (1963). **Climates of the past**. D. Van Nostrand Co., Ltd., p. 1-328, 134 figs., 48 tablas.
- SEILACHER, A. (1953). **Studien zur Palichnologie**. I: Ueber die Methoden der Palichnologie. Neues Jahrb u. Paläont., Abhandl. 96, p. 421-452.
- (1955). "An-aktualistisches Wattenmeer". **Paläont. Zeitschrift.**, 31, p. 198-208, taf. 22-23.
- (1958). "Zur ökologischen charakteristik von Flysch und Molasse". **Eclogae Geologicae Helveticae**, vol. 51, n. 3, 5. Congrès International de Sédimentologie, p. 1062-1078, 1 fig. y 3 tablas.
- (1964). "Biogenic sedimentary structures", en **Approaches to Paleocology**, por Imbrie, J., & Newell, N. D., editores; p. 295-316, figs. 1-8.
- SHEPARD, F. & LANKFORD, R. (1959). "Sedimentary facies from shallow borings in lower Mississippi delta". **Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull.**, vol. 43, n. 9, p. 2051-2167.
- SHROCK, R. R. (1948). **Sequence in layered rocks**. McGraw-Hill Book Company, Inc., 507 p., 397 figs.
- SUTER, H. N. (1939). "Geologic notes on the Punta Gavilán formation on the eastern part of State of Falcón". **Bol. de Geol. y Min.**, tomo I, nos. 2, 3, 4, p. 269-279.
- TWENHOFEL, W. H. (1921). "Impressions made by bubbles, rain drops and other agencies". **Bull. Geol. Soc. Amer.**, vol. 32, p. 359-371.
- VASSOEVICH, N. B. (1953). "O nekotorykh flishevikh teksturakh (znakakh)". Trudy. Lvovs. Geol. Obsh., Univ. Ivan Franko, Geol. ser., n. 3, p. 17-85.
- VENEZUELA (1965). "Léxico Estratigráfico de Venezuela". **Boletín de**

BIBLIOGRAFIA DE LA GEOLOGIA MARINA DE VENEZUELA

George A. Seiglie y Frances Ch. de Rivero

- AGUERREVERE, P. I. (1935). "Notas geológicas sobre Margarita y Coche". **Soc. Venez. Cienc. Nat.**, Bol. Nº 28, pp. 397-403.
- AGUERREVERE, S. E., y LOPEZ, V. M. "Geología de la isla Gran Roque y sus depósitos de fosfatos" - "The geology of the island Gran Roque (Federal Dependency, Venezuela) and its phosphate deposits". **Bol. Geol. y Min.** (Venezuela), vol. 2, Nos. 2-4, pp. 151-180, 10 pls., edición en inglés del mismo boletín, pp. 155-181, 10 pls. (1938); **Soc. Venez. Cienc. Nat.**, vol. 5, Nº 37, pp. 137-172, 18 figs. (incl. croquis geol.), 3 pls. (incl. geol. mapa) (1939).
- ALBERDING, H. (1957). "Application of principles of wrenchfault tectonics of Moody and Hill to Northern South America". **Geol. Soc. Amer.**, Bull., vol. 68, pp. 785-790, 4 figs., 3 pls.
- ANDEL, T. van (1935). "Recent sedimentation on the Orinoco". (Abstr.), **Jour. Sedim. Petrol.**, vol. 25, Nº 2, p. 140.
- ANDEL, T. van y POSTMA, H. (1954). "Recent sediments of the Gulf of Paria". **Reports Orinoco Shelf Expedition**, vol. 1, Verhand. Konink. Nederl. Akad. Wetensch. afd. Naturk., Eersté Reeks, Deel 20, Nº 5, 245 pp., 6 pls., 4 mapas, 78 figs.
- y SACHS, P. L. (1964). "Sedimentation in the Gulf of Paria during the Holocene transgression; a subsurface acoustic reflection study". **Jour. Marine Res.**, vol. 22, Nº 1, pp. 30-50, 2 pls., 10 figs. de texto.
- ATHEARN, W. D. (1965). "Sediment cores from the Cariaco trench, Venezuela". (Abstr.). Presentada a la 4a. Conferencia Geológica del Caribe, Puerto España, Trinidad, 1965. Bol. Informativo, **A.V.G.M.P.**, vol. 8, Nº 3, pág. 74.
- BALDA, F. A. (1963). "Geología de los islotes Caribe y los Lobos y descripción de tres nuevas formaciones del Oriente de Venezuela". **Cuadernos Oceanog. Inst. Oceanog.**, U.D.O., Nº 2, pp. 1-43; ilustr.
- y SEIGLIE, G. A. (1964). "Consideraciones sobre el origen de la Laguna de Unare". Univ. Oriente, **Lagena**, Nº 1, pp. 3-5.