



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"ICNOFÓSILES TERCIARIOS DEL ÁREA DE GABRIEL ESQUINCA, CHIS. Y SU SIGNIFICADO PALEOECOLÓGICO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

JESÚS ANTONIO VEGA LEÓN

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. PEDRO GARCÍA BARRERA

MEXICO, D. F.



1996

FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**M. en C. Virginia Abrín Batule**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

**Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "Icnofósiles Terciarios del área de Gabriel Esquinca, Chis. y su significado paleoecológico"**

**realizado por Jesús Antonio Vega León**

**con número de cuenta 7923724-2 , pasante de la carrera de Biología.**

**Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.**

**Atentamente**

<b>Director de Tesis</b>	
<b>Propietario</b>	M. en C. Pedro García Barrera.
<b>Propietario</b>	Dr. Sara Alicia Quiroz Barroso.
<b>Propietario</b>	M. en C. Francisco Sour Iovar.
<b>Suplente</b>	M. en C. Marina Sánchez Ramírez.
<b>Suplente</b>	Biól. Luis Chávez García.

*Jesús Antonio Vega León*

*Marina Sánchez R. Chávez*

Consejo Departamental de Biología  
  
COORDINACIÓN GENERAL  
DE BIOLOGÍA

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente al M. en C. Pedro García Barrera, por haber dirigido este trabajo de tesis y quien en todo momento compartió conmigo su valiosa experiencia profesional, su tiempo, su insuperable amistad y sobre todo que día con día hizo se acrecentara en mí, el interés por la Paleontología. De igual manera deseo expresar mi agradecimiento al comité revisor de tesis: Dra. Sara Alicia Quiroz Barroso, M. en C. Francisco Sour Tovar, M. en C. Marina Sánchez Ramírez y Biól. Luis Clávez García, por sus importantes sugerencias y críticas en la revisión del manuscrito, por su apoyo y consejos brindados. Al cuerpo académico del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, por haberme permitido desarrollar este trabajo en sus instalaciones y facilitarme, en todo momento tanto su tiempo como asesoría, materiales y espacio, a ellos gracias mil.

Agradezco de manera muy especial al Biól. Javier Avendaño, su desinteresado apoyo brindado durante nuestras estancias en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez y que hizo que el trabajo de campo fuera muy agradable. Finalmente y de manera muy especial, agradezco a todos los "cuates" del Museo de Paleontología; a "Piedrín", "Sarita", "Panchito", al "Andobas", al "Abuelito" (Marcelo), Itzia, Jorge y Daniel, con quienes compartí todos los momentos del desarrollo del trabajo de tesis, su amistad y sobre todo su apoyo y ayuda, a todos ellos muchas gracias y en especial a "Digger".

A mis padres, Isabel y Salvador, a quienes debo todo.

A mis hermanos, Lourdes, Salvador, Jorge y Carmen que me apoyaron en todo momento.

A Pilar, por todo lo que significas y has hecho por mi.

Gracias.

**INDICE**

<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>página.</b>
ICNOLOGÍA .....	1
ANTECEDENTES .....	3
OBJETIVOS .....	5
 <b>ÁREA DE ESTUDIO.</b>	
LOCALIZACIÓN Y ACCESO .....	6
BOSQUEJO GEOLÓGICO .....	9
ESTRATIGRAFÍA LOCAL .....	10
 <b>MÉTODO.</b>	
TRABAJO DE CAMPO Y DE GABINETE .....	13
CLASIFICACIÓN ICNOLÓGICA .....	15
ESTABLECIMIENTO DE NOMBRES ICNOLOGICOS .....	20
 <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	
DETERMINACIÓN TAXONÓMICA .....	22
ALCANCES ESTRATIGRÁFICOS .....	43
INTERPRETACIÓN PALEOECOLÓGICA .....	45
 <b>CONCLUSIONES</b> .....	 50
 <b>LITERATURA CONSULTADA</b> .....	 52

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó dentro del área de Gabriel Esquinca, Chiapas, donde se localiza un afloramiento fosilífero no descrito hasta este momento. Las rocas estudiadas se encuentran en una secuencia alternada de lutita-arenisca que representa un sistema flysch. Por esta y otras características se considera que forma parte de la Formación Soyalo de edad Paleocénica. Los estratos son portadores de numerosos icnofósiles de invertebrados marinos que formaban parte de una compleja comunidad béntica de organismos detritívoros y suspensívoros.

Entre los icnofósiles, se determinó la presencia de dieciséis icnogéneros que reflejan conductas clasificadas como de alimentación (*Fodinichmia*), desplazamiento (*Repichmia*), forrajeo (*Pascichmia*) y de habitación (*Domichmia*), por su forma de conservación, la mayor parte de ellos se han clasificado como semirrelieves de tipo *hypichmio*, en menor proporción de tipo *epichmio* y un sólo caso como relieve completo. Los citados icnogéneros han sido reportados como característicos de ambientes de mar profundo que van del batial al abisal y que forman parte de la icnofacies *Nereites*. Además, se reportan por vez primera nuevas edades para los icnogéneros *Terebellina* (Jurásico-Paleoceno) y *Yakutatia* (Cretácico medio-Paleoceno), asignándoles su nuevo alcance estratigráfico.

## INTRODUCCIÓN.

### ICNOLOGÍA.

Dentro del quehacer paleontológico existe un área de estudio encargada del análisis de aquellos elementos fosilizados que no son los restos físicos de los organismos, sino de las marcas o huellas dejadas por los animales durante sus actividades en vida; dicha disciplina es la Icnología.

La Icnología puede ser definida como el estudio de las marcas o huellas dejadas por los organismos, incluyendo su descripción, clasificación e interpretación (Simpson, 1975 *in* Frey, 1975). En un sentido práctico, la Icnología es el estudio de las interrelaciones de los organismos con el sustrato (Howard y Frey, 1975 *in* Frey, 1975).

Las huellas fosilizadas o icnofósiles (del latín *Ichmos* = Huella) son estructuras sedimentarias producidas biológicamente, como las pisadas, pistas, madrigueras, perforaciones, gránulos fecales y otros rastros producto de la actividad desarrollada por los organismos sobre el sustrato o dentro de él, por lo que se excluyen aquellas marcas que no reflejan una actitud conductual, tales como las que resultan del rodamiento o deriva de animales muertos.

La Icnología ha desarrollado estudios extensos y sistemáticos sólo durante las últimas tres décadas, siendo entonces reciente la posibilidad de asignar a las huellas fosilizadas de invertebrados marinos su gran valor paleontológico y sedimentológico; de ello sobresale la observación de que ciertos conjuntos de huellas forman parte de diferentes asociaciones ambientales y, al parecer, estos conjuntos han sido estables a lo largo del tiempo (Häntzschel, 1975).

Otra característica de los icnofósiles es que fueron formados en la misma unidad sedimentaria donde han sido encontrados (*in situ*), por lo que al ser estructuras no transportadas, nos ofrecen un registro local de la actividad de aquellos organismos que vivieron en ese mismo lugar, pero cuyos restos no

podieron ser conservados, lo cual conduce a establecer que los icnofósiles no forman parte de una tanatocenosis.

La mayoría de las huellas fosilizadas fueron hechas en un lapso posterior a la depositación de los sedimentos (post-depósito), y sólo una pequeña parte de ellas son contemporáneas a dicho proceso, indicando que los icnofósiles son atribuibles a una respuesta conductual de los organismos al tipo de sustrato y a otros parámetros paleoecológicos en que fueron desarrollados. En suma, muchos icnofósiles son buenos indicadores de facies.

Por otro lado, la distribución de los icnofósiles a través de las columnas estratigráficas puede ser usada como una base para interpretar la historia evolutiva de la conducta de organismos antiguos, al compararla con las huellas dejadas por los actuales. Las comparaciones de icnocenosis en sedimentos marinos de diferentes edades, ha demostrado que las asociaciones características de icnofósiles se dan en muchos lugares y en sedimentos de diferentes edades, donde cada una de las asociaciones pertenece a un ambiente marino en particular y está compuesta de asociaciones específicas de icnofósiles, lo que constituye una "Icnofacies". Es importante señalar que cada icnofacies está caracterizada por la composición y textura de los sedimentos y por factores oceanográficos tales como profundidad, salinidad, circulación del agua y muchos otros (Häntzschel, 1975).

El mismo autor señaló que los icnofósiles usualmente tienen poca importancia en la estratigrafía aunque pueden alcanzar el rango de fósiles índice cuando se encuentran en áreas restringidas, siendo el caso de aquellos que se presentan en abundancia dentro de estratos de unos cuantos centímetros de grosor, pero que pueden ser seguidos en un plano horizontal por varios kilómetros. Además, las huellas fósiles se caracterizan por presentarse durante lapsos considerables de tiempo y sólo en algunos casos, pueden ser empleados como fósiles guía para determinar la edad de aquellos estratos carentes de restos fósiles. Sobre lo anterior, existen algunos ejemplos de esta práctica en la que incluso se emplean sucesiones de huellas.

Como otra particularidad, los icnofósiles pueden aportar información importante en el área de la geología estructural, pues muchas huellas permiten distinguir la parte superior e inferior de los

estratos que las portan, tal y como sucede con aquellas madrigueras en forma de "U" o "J" en las que su parte curvada se dirige siempre a la parte inferior de los estratos y con ello se puede inferir si la roca se encuentran en posición invertida.

## ANTECEDENTES.

La región sureste de la República Mexicana ha sido objeto de numerosos trabajos geológicos y paleontológicos, básicamente promovidos por la prospección petrolera, lo que ha permitido encontrar yacimientos paleontológicos ricos en fósiles de invertebrados, vertebrados, vegetales así como en estructuras sedimentarias que, en conjunto con los primeros, han permitido realizar inferencias paleoambientales de la región estudiada.

Aguilar (1993), señaló que particularmente el estado de Chiapas ha sido estudiado desde el punto de vista geológico en sus zonas norte y centro, sobresaliendo los trabajos clásicos de Sapper (1894) y Mülleried (1957), entre otros. López-Ramos (1979) en su recopilación "Geología de México", en el Tomo III hace referencia a la Geología de Chiapas donde integra diversos aspectos geológicos y paleontológicos que anteriormente fueron tratados por separado.

En la última década los trabajos paleontológicos se han incrementado por ejemplo, Michaud (1987) estudió la paleogeografía y estratigrafía cretácica de Chiapas, siendo importante por la actualización de los trabajos bioestratigráficos; Quezada (1990) realizó una revisión de la Geología y Estratigrafía cretácico-terciaria del estado de Chiapas. Además, sobresalen aquellos trabajos efectuados por Alencáster (1971, 1977, 1978) y Alencáster, Y.G. y Francois Michaud (en prensa).

Respecto a icnofósiles, son pocos los trabajos sobre éstos realizados en México, teniéndose algunas referencias de aquellos relativos a vertebrados; la mayoría de ellos versan sobre icnitas de dinosaurios (Ferrusquía-Villafranca *et al.*, 1978, 1980, 1993; Applegate y Comas, 1982) y sólo se han escrito dos reportes sobre huellas de mamíferos cenozoicos (Cabral y Applegate, 1991a; 1991b *in* Cabral, 1995).

A pesar de la amplia información que ofrece el estudio de los icnofósiles de invertebrados marinos tanto en el área de la Geología como en la Paleontología, su estudio en nuestro país ha sido más que olvidado, pues son muy pocos los trabajos que en esta disciplina se han desarrollado de manera formal, siendo de los más representativos los de Contreras (1979), Contreras y Gio-Argaez (1985) y Sour-Tovar y Quiroz-Barroso (1990).

Lo anterior es de llamar la atención pues cabe recordar que los icnofósiles son elementos paleontológicos de alta representatividad en la mayoría de los afloramientos de ambientes marinos y lacustres (particularmente de invertebrados), por lo que su abundancia no deberá ser la limitante para incursionar en su estudio.

A partir de 1989, investigadores del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la UNAM iniciaron un reconocimiento paleontológico en áreas adyacentes a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, que ha permitido hasta el momento hallar localidades no descritas con abundantes fósiles de vertebrados e invertebrados, siendo uno de los primeros aportes el elaborado por Aguilar (1993), describiendo la bioestratigrafía terciaria de la localidad El Jobo.

En el esfuerzo por continuar el estudio de los yacimientos fosilíferos aún no descritos para la zona, se planteó el diseño del presente trabajo que intenta contribuir al conocimiento paleontológico local, para lo cual se han propuesto los siguientes:

## **OBJETIVOS**

- Elaborar la columna estratigráfica del área de Gabriel Esquinca, Municipio de San Fernando, Chiapas.
- Describir y determinar a los icnofósiles que afloran en el área de estudio.
- Determinar los tipos de actividad orgánica de acuerdo a las marcas fósiles identificadas.
- Definir el ambiente de depósito local.

## ÁREA DE ESTUDIO.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO.

El estado de Chiapas se encuentra al sureste de México, siendo la región más meridional del país; está limitada al oeste por el Istmo de Tehuantepec, al norte por la planicie costera del Golfo de México y la península de Yucatán, al sur por el océano Pacífico y al sureste por Guatemala.

En la región se encuentran tres provincias fisiográficas bien definidas (Mülleried 1957), las cuales se distinguen sucesivamente del Pacífico al Golfo de México: 1) La Sierra Madre de Chiapas, 2) La Depresión Central de Chiapas y 3) Los Cañones de Chiapas. El área de trabajo pertenece fisiográficamente a la Depresión Central de Chiapas, ubicándose en el Municipio de San Fernando al noroeste de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez capital del estado. El área de estudio queda comprendida entre las coordenadas geográficas  $16^{\circ} 52'$  y  $16^{\circ} 56' 32''$  de latitud norte y los  $93^{\circ} 10'$  y  $93^{\circ} 12' 30''$  de longitud oeste enmarcándose dentro de éstas las poblaciones de San Fernando, Benito Juárez y Gabriel Esquinca.

El acceso al área es a través de la carretera federal 190 que va de Tuxtla Gutiérrez a Berriozabal; después de recorrer aproximadamente cinco kilómetros y medio, se llega a la población de Juan Crispín, donde se dobla hacia el norte y se toma la carretera que conduce a la población de San Fernando, misma que se continúa a Chicoasén y aproximadamente a cinco kilómetros de recorrido, se localiza el entronque con el camino vecinal que conduce al poblado de Gabriel Esquinca.

En particular el afloramiento de icnofósiles (Localidad "E") objeto del presente estudio, se localiza aproximadamente a quinientos metros desde el entronque del camino a Gabriel Esquinca, dentro de los límites del rancho "Los Muñíz", siendo sus coordenadas geográficas  $16^{\circ} 54' 31''$  de latitud norte y  $93^{\circ} 10' 16''$  de longitud oeste (fig. 1).

Esta localidad se encuentra en la pendiente de una loma donde pueden ser visualizados, desde la base del tajo del camino, los estratos que componen a este afloramiento, quedando al descubierto en su superficie las rocas portadoras de icnofósiles, mismas que por su disposición así como por la acción de los agentes erosivos, se muestran en forma de escalones que permiten llegar a la cúspide de la citada loma.

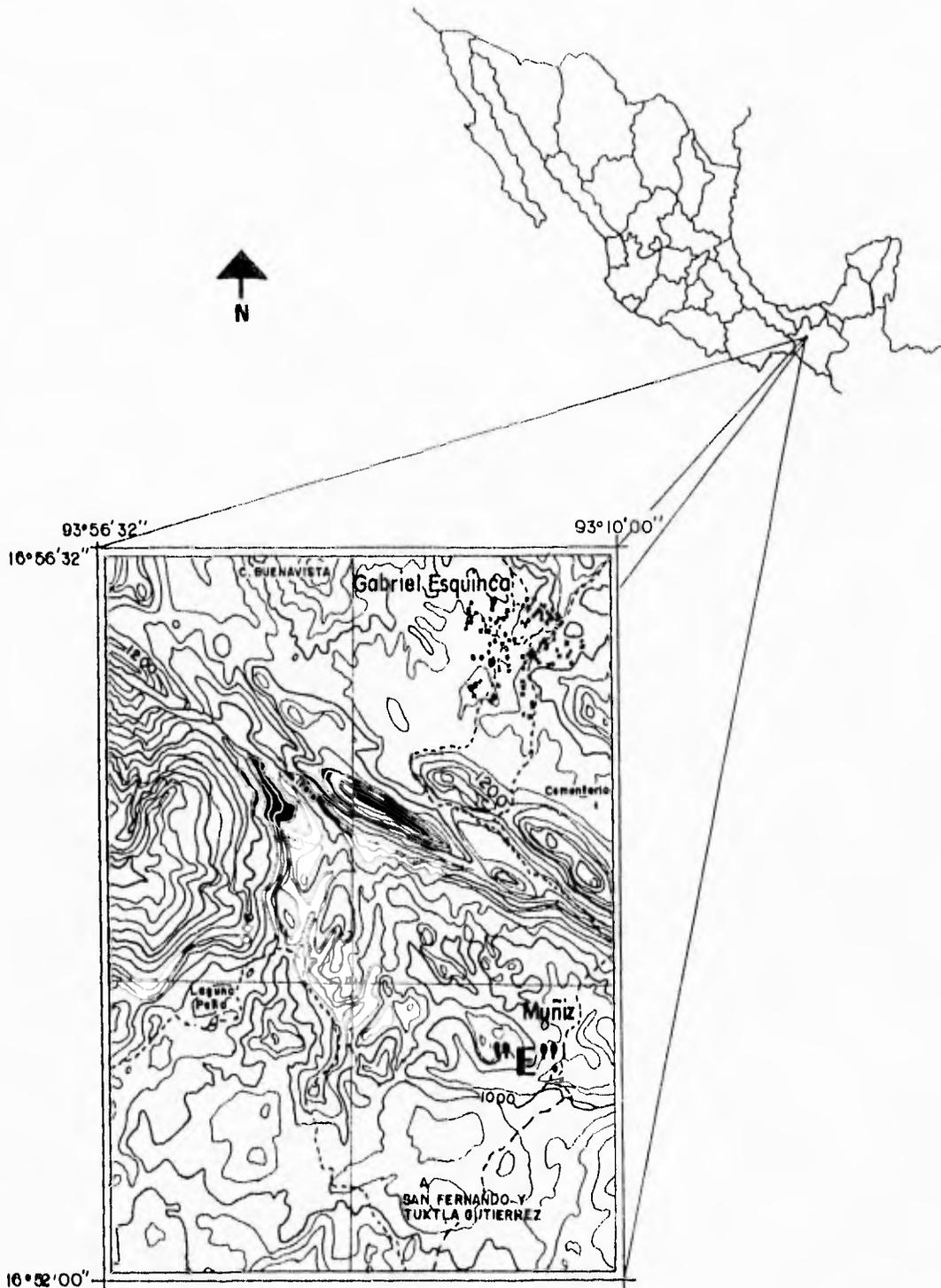


FIG. 1.- UBICACION Y ACCESOS AL AREA DE ESTUDIO (LOCALIDAD "E", RANCHO "LOS MUÑIZ", GABRIEL ESQUINCA, CHIS.

## BOSQUEJO GEOLÓGICO.

Dentro de los últimos estudios geológicos efectuados en el estado de Chiapas, Quezada (1990) reconoció las Formaciones Lacandón, Tenejapa, Soyaló, Lutitas Mancilla, El Bosque y Lamut como representantes del Terciario. De ellas, una sección perteneciente a la formación Soyaló fue identificada dentro del área de estudio, en la localidad portadora de icnofósiles.

La Formación Soyaló está constituida por una alternancia de lutita y arenisca con hasta 900 m de espesor, expuestas en los alrededores del Poblado de Soyaló, Chis., principalmente en los cortes de la Carretera de Escopetazo a Pichucalco, Chis., en el tramo correspondiente al sur de la citada población, de donde toma su nombre. Su distribución es amplia en la parte central, media norte y occidental de la Sierra de Chiapas. También se le ha identificado en los flancos y en el núcleo de algunos anticlinales y sinclinales de la región oriental de la Sierra, inmediatamente al SE de la Ciudad de Comitán, Chis., y aún hasta 75 km más al oriente de esta población, en los alrededores de la colonia Pacayal, cerca de la línea fronteriza con la República de Guatemala.

La edad asignada por Quezada a la Formación Soyaló corresponde al Paleoceno; además el ambiente de depósito de esta formación corresponde, en la base, a facies de talud que pasan transicionalmente de plataforma externa a mar abierto, relacionadas con la mecánica "flysch".

En lo referente al contacto inferior de la formación Soyaló, Quezada (1990) señala a las columnas más importantes que permitieron establecer dicho contacto, siendo estas las secciones Chilil (Paleoceno Inferior) y Tzizcao (Paleoceno); por otra parte, el espesor más significativo lo identifica en la Sección Pacayal (Paleoceno), estableciendo con ello el control de la parte basal de esta formación en contacto con los carbonatos de la Formación Angostura del Cretácico Superior con una edad que abarca del Campaniano superior al Maestrichtiano, tomando como referencia las secciones anteriormente citadas. El contacto entre las Formaciones Angostura y Soyaló de manera general es transicional, definido por un cuerpo de brecha calcárea con fragmentos de rudistas, en capas de espesor decreciente (masivas a delgadas), que gradan a packstone de bioclastos, para

seguidamente pasar a packestone arcillosos de globigerínidos, en capas delgadas que constituyen la base de la Formación Angostura.

Por otro lado, Frost y Laegenherm (1974), reconocen al Grupo Ocozocuantla como representativo del Cretácico Superior y cuya distribución, entre otras, asocia al área de estudio del presente trabajo y la ubica como subyacente a las Lutitas Soyalo, mismas que son homologadas a la Formación Soyalo anteriormente referida.

Considerando lo anterior, se establece el contacto entre la Formación Angostura (Cretácico Superior) y la Formación Soyalo (Paleoceno), que de acuerdo a estudios previos de Frost y Laegenherm (1974), fueron desde entonces descritas respectivamente como Grupo Ocozocuantla y Lutitas Soyalo; sin embargo, dentro del área de estudio no se reconoció dicho contacto debido a que no se tuvo oportunidad de observar algún afloramiento donde éste pudiera ser visualizado de manera directa, por lo que en la figura 2, el citado contacto no está indicado como tal, sino como un área cubierta de la columna.

### **ESTRATIGRAFÍA LOCAL.**

La localidad "E", misma que pertenece a la formación Soyalo, presenta una alternancia rítmica desde su base, de estratos delgados de lutita de color café verdoso, deleznable con intercalaciones de arenisca; los estratos de lutita van desde 1 a 5 cm de espesor, mientras que la de arenisca varía de 2 hasta 30 cm. La arenisca está constituida por material de grano fino a medio, compuesta de cuarzo, su coloración va del café al amarillo crema y se caracteriza por presentar icnofósiles en buen estado de conservación. Aproximadamente 2.5 m arriba de la base, se encuentra un estrato de conglomerado fino de unos 30 cm de espesor constituido por una matriz arenosa fina de color amarillo crema, que contiene clastos redondeados de cuarzo. Seguido de esto se continúa la secuencia de intercalaciones de lutita y arenisca hasta completar los nueve metros de la columna local. El rumbo de los estratos de la localidad "E" es de 35° este-oeste y el echado es de 5° al este.

Los estratos portadores de icnofósiles se señalan en la figura 2, que representa la columna estratigráfica de la localidad estudiada; en ésta se observa claramente la alternancia rítmica de lutita y arenisca, típica de las series *flysch* donde la cuenca de depósito es del tipo turbidítico y que es interpretada como una fase de relleno de un geosinclinal; acumuladas en una cuenca de depósito profunda.

Corrales *et al.* (1977) definen a las turbiditas como aquella alternancia de materiales con una estratificación muy regular. Sus capas se caracterizan en conjunto por poseer los contactos planos paralelos entre ellas e individualmente, por el sello impreso por las corrientes de turbidez. Las características impresas por las corrientes de turbidez pueden resumirse en dos: a) un contacto inferior neto de las capas (erosional y plano), frecuentemente con *sole marks* en la base; o b) una estructura interna muy característica de tales capas.

Cabe destacar que las rocas portadoras de icnofósiles presentan una buena clasificación de sedimentos, lo que las hace homogéneas en su estructura.

La mayoría de las huellas fosilizadas se presentan en la interfaz arenisca-lutita de los estratos señalados en la figura 2, no obstante muchas de las rocas colectadas se encontraron como fragmentos desprendidos de las capas de su procedencia, debido principalmente al desgaje producido por los procesos de intemperismo así como por el desplazamiento humano, factores a los cuales están expuestos los estratos, ya que se encuentran desnudos en la superficie. Lo anterior es la razón por la cual en el presente trabajo, no se pudo ubicar con precisión la procedencia de los estratos de las muestras portadoras de icnofósiles.

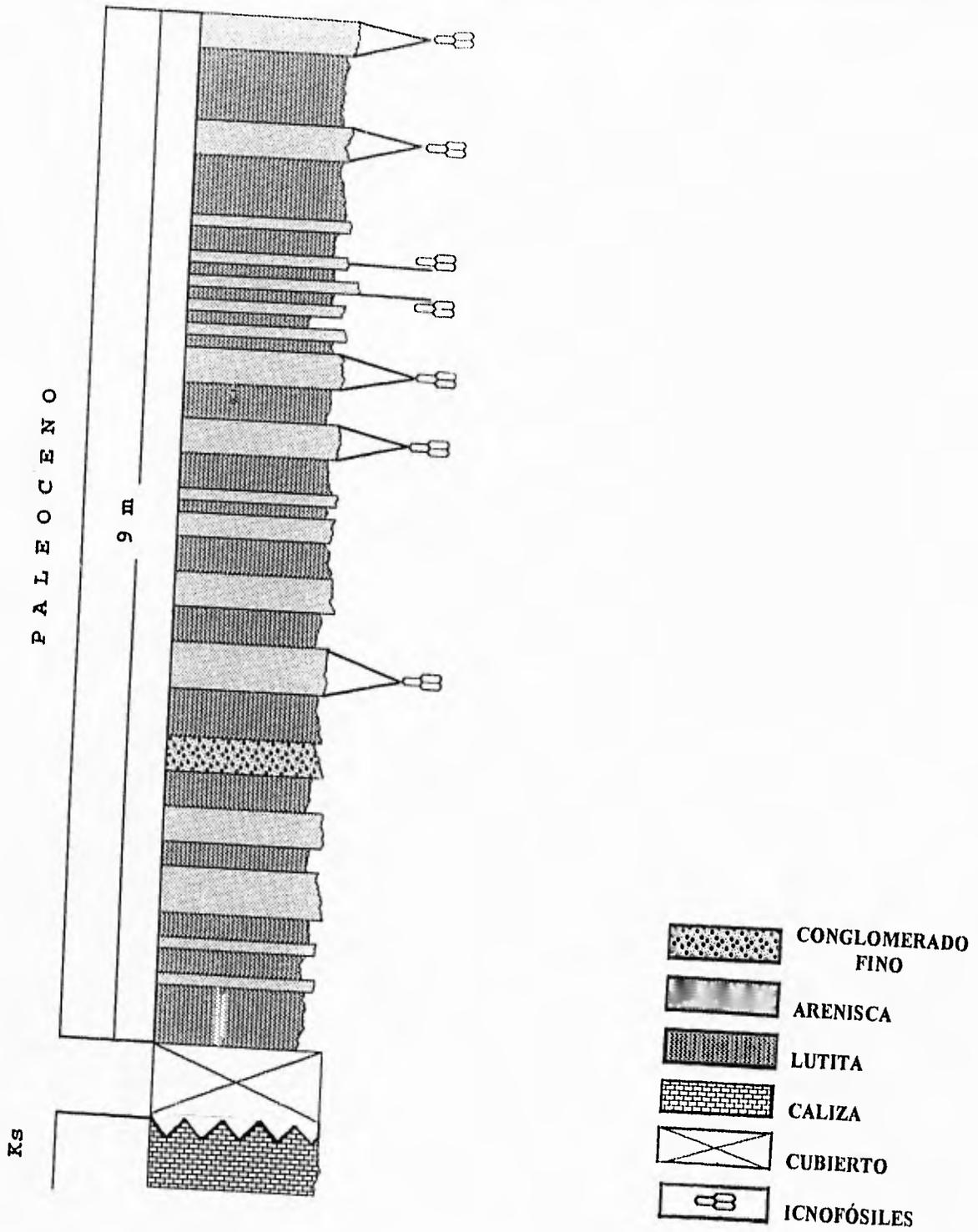


FIG. 2.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA LOCALIDAD "E" QUE FORMA PARTE DE LA FORMACIÓN SOYALÓ Y EN LA QUE SE SEÑALA LA UBICACION DE LOS ICNOFÓSILES COLECTADOS (INTERFAZ LUTITA-ARENISCA).

JESÚS ANTONIO VEGA LEÓN

## **MÉTODO.**

### **TRABAJO DE CAMPO Y DE GABINETE.**

En virtud de los pocos antecedentes que sobre los yacimientos fosilíferos existentes en el área de interés se tenían, el desarrollo del presente estudio consistió primeramente en efectuar un reconocimiento general de la región al noroeste de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, iniciando con recorridos de campo y posteriormente con trabajos de gabinete, los cuales se describen a continuación.

El trabajo en el campo consistió de dos visitas al área de estudio:

La primera de ellas, misma que se efectuó el abril de 1992, consistió en la exploración del área mediante recorridos prospectivos, auxiliándose al efecto con la carta topográfica E15 C59 escala 1:50 000 de "Chicoasén" (S.P.P., 1983) y una brújula Brunton.

Durante esos recorridos se ubicaron sobre la carta topográfica aquellas áreas en las que se observaron cambios aparentes en la litología. A cada área se le asignó una letra en orden progresivo para identificarlas como localidades.

En cada localidad se tomaron muestras de la litología para así dar seguimiento a las variaciones estratigráficas de la zona recorrida.

Cabe señalar que a través de este proceso se tuvo la oportunidad de localizar el yacimiento fosilífero objeto de este trabajo.

Dichos recorridos se efectuaron en vehículo a lo largo de la carretera con rumbo al poblado de Gabriel Esquinca y en el momento de identificar los cambios litológicos referidos, se iniciaban recorridos a pie en posición perpendicular al trazo de la carretera, con el objeto de obtener

acercamientos a éstos y tomar muestras en fresco. Las muestras colectadas fueron depositadas dentro de bolsas de plástico previamente etiquetadas con los siguientes datos:

**"E"** : Letra consecutiva de las localidades donde se colectó

**TLJ** : Clave del trabajo

**001** : Número consecutivo de la muestra

**F1**: Número consecutivo para aquellos casos en que existe más de un rastro en la misma roca

**01/IV/92** : Fecha de colecta

Simultáneamente se tomó nota de la clave y número de muestra, la localidad de procedencia, así como una breve descripción de la misma señalando el tipo de roca existente así como otros parámetros de las mismas, como coloración, presencia o ausencia de elementos fósiles (a nivel macro), presencia de carbonatos (mediante aplicación de ácido clorhídrico al 10%) y posición estratigráfica.

Asimismo se tomaron fotografías de cada localidad, a las que se les asignó la clave **F** y el número consecutivo en turno, así como una breve explicación de lo fotografiado.

Además de lo anterior, se efectuó en cada localidad la descripción de la secuencia estratigráfica local y un breve boceto de ella que serviría como referencia para darle seguimiento a lo largo del trayecto y así complementar la secuencia de toda el área prospectada. Como último dato se tomaron rumbos y echados de los estratos.

La segunda visita se efectuó en los meses de junio-julio de 1993, en la cual el trabajo básico consistió en coleccionar ejemplares de rocas portadoras de icnofósiles dentro de la localidad "E" anteriormente descrita.

El tratamiento que se aplicó a las muestras portadoras de icnitas fue el mismo que a las muestras litológicas, con la salvedad que éstas fueron empaquetadas primeramente con papel periódico para

proteger los elementos fósiles y posteriormente ser transportadas hasta el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, lugar donde se efectuó el trabajo de gabinete.

En la localidad "E" se efectuó el levantamiento de la columna estratigráfica local, midiendo su altura total así como el espesor individual de las capas que la constituyen.

El trabajo de gabinete inició con la limpieza de las muestras portadoras de icnofósiles, para ello se requiere sumergir en recipientes con agua a dichas muestras el tiempo suficiente, hasta aflojar el material deleznable adherido y ayudando al proceso mediante cepillado y agua corriente, hasta conseguir exponer con claridad todos aquellos rasgos fósiles.

Posteriormente y con apoyo de literatura especializada, se procedió a determinar las formas fósiles encontradas en las muestras, hasta el nivel taxonómico de icnogénero. Asimismo, se pudo determinar el tipo de icnofacie a la que pertenecen dichos elementos, basándose también en la literatura especializada. Se recabó información sobre la posible edad relativa y el paleoambiente del cual formaba parte la comunidad de icnogéneros determinados.

## **CLASIFICACIÓN ICNOLÓGICA.**

De acuerdo a Kelly (1990), las clasificaciones de los icnofósiles a nivel supraicnogénico básicamente incluyen a las siguientes categorías:

1.- Clasificación Biotaxonómica. Esta podrá ser empleada mientras sea posible identificar con exactitud al organismo constructor de algunos icnofósiles o rastros, en ausencia del cuerpo, siendo en muchos casos altamente especulativa y por lo tanto su uso es totalmente subjetivo.

2.- Clasificación por conservación. Implica la relación que guarda el rastro respecto a su posición dentro o sobre el sedimento. Se aplican los términos de "Relieve Completo" (*exichmia/endichmia*), "Epirrelieve" (*epichmia*) e "Hiporrelieve" (*hypichmia*). Su uso se considera objetivo.

3.- Clasificación Biológico-Conductual. Emplea los términos de reposo, arrastre, forrajeo, alimentación, habitación, escape, coprolito, fecal, pseudofecal, excavación, regurgitación, estructuras de penetración vegetal e incluso algunos autores incluyen estructuras estromatolíticas. El empleo de esta clasificación se considera subjetivo.

4.- Clasificación Paleoambiental. Considera la distribución de las icnofacies en relación a la profundidad, energía, salinidad, así como la dureza y suavidad del sustrato.

Considerando lo anterior, en el presente estudio serán empleadas las clasificaciones de tipo Biológico-Conductual (Seilacher, 1953 *in* Basan, 1978), así como la que considera la forma de conservación de las icnitas (Martinsson, 1970 *in* Basan, 1978), finalmente se empleará la clasificación Paleoambiental para determinar a qué icnofacie pertenecen los ejemplares colectados y así caracterizar el ambiente de depósito.

El primero de ellos, el esquema conductual o etológico, es por mucho el más importante, debido a que el registro conductual de los organismos bénticos está dictado y modificado por los parámetros ambientales prevalecientes, mismos que en conjunto aportan mayor información sobre el paleoambiente al que pertenecían.

Seilacher (1964) (*in* Basan, 1978) reconoce siete categorías básicas de conducta: huellas de reposo (*cubichmia*), huellas de locomoción (*repichmia*), estructuras de habitación (*domichmia*), huellas de forrajeo (*pascichmia*), madrigueras para alimentación (*fodinichmia*), sistemas de forrajeo (*agricichmia*), y huellas de escape (*fugichmia*). Estos son los patrones conductuales básicos, los cuales están genéticamente controlados, aunque los organismos que los producen no necesariamente están relacionados desde el punto de vista filogenético.

Las huellas de reposo (*cubichnia*), son formadas por una gran variedad de organismos móviles, especialmente de los epibentónicos y nectónicos. Los ejemplos de esto son tan variados como el sepultamiento temporal de los cangrejos al escapar de algún depredador, o las marcas de los lenguados que permanecen por horas reposando en el piso marino. Debido a que estas marcas representan un mínimo de movimientos, es común que en ellas se preserven rasgos anatómicos de los mismos organismos que las produjeron. Los mejores ejemplos de estos icnofósiles son *Rusophycus* (rastros de cangrejos) y *Asteriacites* (rastros de estrellas de mar).

Las huellas de locomoción (*repichnia*), son producidas por cualquier tipo de organismo bentónico o nectónico que se desplaza de un punto a otro. Los ejemplos más comunes son los producidos por depredadores, excavadores y algunos detritívoros, (por ejemplo gasterópodos). Las huellas de locomoción se conservan en las interfaces litológicas (por ejemplo, limo-arenisca) y son fácilmente confundidas con aquellas hechas en la interfaz agua-sedimento y después sepultadas por nuevo sedimento. Ejemplos de estos son *Aulichnites*, *Scolicia* y *Cruziana* (Seilacher, 1970 in Frey, 1978).

Las huellas de forrajeo (*pascichnia*), son hechas principalmente por organismos del epibentos (móviles y detritívoros) que se alimentan en o cerca de la superficie del sustrato. Los ejemplos de esto incluyen animales tales como almejas, las cuales "aspiran" la superficie a través de sus sifones. Todas estas huellas son esencialmente planas, representando en su mayoría una eficiente utilización del espacio de alimentación, por ejemplo los patrones meandriiformes o paralelos, concéntricos o de líneas radiales. Las formas planas de *Zoophycos* son un excelente ejemplo fósil, así como otras numerosas estructuras *spreiten* (Hollister y Heezen, 1975 in Frey, 1978).

Las estructuras de alimentación (*fodinichnia*), son elaboradas por organismos epibentónicos móviles y endobénticos detritívoros, siendo producidas exclusivamente entre los estratos. Los animales pueden alimentarse en la superficie empleando estructuras corporales tales como proboscis o pueden habitar temporalmente estructuras tales como tubos. La mayor diferencia etológica entre las huellas de forrajeo y las estructuras de alimentación radica en el "minado al desnudo" contra el minado bajo tierra. Las estructuras de alimentación pueden ser relativamente simples (*Arenicolites*), una serie de madrigueras y tubos (*Chondrites*) o tramas muy complejas o *spreiten* (*Rosselia*, *Daedalus*). Algunos

ejemplos muy comunes son las estructuras de alimentación dejadas por anélidos poliquetos, aunque es importante notar que no todas las conductas de alimentación endobentónicas dan por resultado diferentes icnofósiles.

Las estructuras de habitación (*domichnia*) son producidas principalmente por organismos del endobentos, ya sean sésiles o semisésiles.

Algunas no obstante, son producidas por depredadores o por excavadores. Los animales pueden permanecer la mayoría, sino es que toda su vida, dentro de una de estas estructuras o fabricar numerosas de éstas, como es el caso de algunos camarones que las abandonan periódicamente para construir una nueva. No obstante la función principal de estas estructuras es de proporcionar un lugar de habitación. Las madrigueras tienden a ser generalmente rectas y con paredes contenedoras, siendo muy fáciles de reconocer en el registro fósil a los icnogéneros *Skolithos*, *Ophiomorpha*, etc.

En esencia, las estructuras de escape (*fugichnia*), representan una actividad por demás dinámica, y ciertamente están más estrechamente relacionadas con las condiciones ambientales físicas que el resto de los icnofósiles. Las estructuras de escape más obvias son hechas por organismos semisésiles o por aquellos que prefieren vivir sobre o dentro del sustrato pero a poca distancia por debajo de la superficie de éste. Los organismos se desplazan en el interior de estas estructuras removiendo los granos de sedimento tanto para ascender como para ir más profundo en el sustrato. Un buen ejemplo de ello es *Ophiomorpha*.

Otro sistema de clasificación de los icnofósiles fue el propuesto por Martinsson (1970), (*in* Basan, 1978) en el cual relaciona a las estructuras por su forma de conservarse respecto a los estratos, considerando cuatro categorías:

A. *Epichnia*. Rastros ubicados en la superficie superior externa del estrato, donde se conserva el molde y que se mantiene en contacto con el medio (implica a los términos semirrelieve, epirrelieve y exogénico).

B. *Endichmia*. Rastros dentro del medio de conservación de los moldes; no se encuentran en contacto con la superficie externa (implica los términos: relieve completo y endogénico).

C. *Hypichmia*. Rastros ubicados en la superficie inferior externa (en la base del piso) del contacto donde se conserva el molde (implica los términos: semirrelieve, hiporrelieve, relieve completo intergenético).

D. *Exichmia*. Rastros que se encuentran por fuera del medio donde se conservan los moldes y que no se encuentran en contacto directo con éste (implica los términos: relieve completo y endogénico).

En la Tabla 1 (Esquema de la clasificación de conservación de Seilacher (1964) y de Martinsson (1970), (in Basan, 1978), se muestra la asignación de las anteriores categorías a los icnogéneros identificados.

El concepto de icnofacie fue desarrollado por Adolf Seilacher entre los años cincuentas y sesentas, basándose originalmente en el hecho de que muchos de los parámetros que controlan la distribución de los organismos generadores de rastros, tienden a cambiar progresivamente al incrementarse la profundidad del agua.

Actualmente se reconocen nueve icnofacias, mismas que son nombradas tomando como base el icnogénero más representativo, a saber: *Scoyenia*, *Trypanites*, *Teredolites*, *Glossifungites*, *Ptilonichmus*, *Skolithos*, *Cruziana*, *Zoophycos* y *Nereites*. Estas asociaciones fósiles reflejan las adaptaciones de los organismos productores de rastros a numerosos factores ambientales tales como la consistencia del sustrato, aporte de alimento, niveles de energía hidrodinámica, salinidad y niveles de oxígeno (Frey y Pemberton, 1984 in Pemberton et al. 1990).

## ESTABLECIMIENTO DE NOMBRES ICNOLÓGICOS.

El hecho de nombrar a las huellas fósiles tiene una larga historia (Basal 1979, *in* Kelly, 1990). El mismo autor señala que el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica de 1985 marca un paso importante al reconocer oficialmente un Código de Nomenclatura Icnológica, al tomar bajo su responsabilidad algunos aspectos de la problemática de la Icnología.

Bromley y Fürsich (1980) (*in* Kelly, 1990), establecen que durante el uso del código de nomenclatura, deberán considerarse las siguientes referencias máximas de la Icnología:

1.- Las huellas fósiles deben ser producidas por la actividad de cualquier organismo ya sea animal, planta o protista. La restricción de las huellas fósiles de animales en el código, es una limitante innecesaria para la Icnología y en un futuro al usarse deberá indicar si la huella fósil fue o no producida por un animal.

2.- Las huellas de organismos actuales pueden parecer idénticas a aquellas producidas por sus predecesores extintos. No hay una razón lógica para aislar las huellas fósiles de las recientes. Las incipientes huellas actuales, son potenciales huellas fósiles; algunas como las perforaciones y abrasiones en superficies duras, están ya litificadas.

En base a las consideraciones anteriores, lo ideal sería incluir al Código de Nomenclatura Icnológica dentro de un Código de Nomenclatura Biológica pero, debido a que de las huellas fósilizadas en pocos casos se conoce su origen exacto, es que el Código Icnológico se maneja aparte del biológico ya establecido.

Por otro lado, Bromley y Fürsich (1980) (*in* Kelly 1990), señalan seis principios fundamentales que permiten establecer la nomenclatura de las huellas fósiles:

1. Las huellas fósiles son estructuras producidas en sedimentos y en substratos duros (tanto de origen orgánico como inorgánico) a causa de la actividad de organismos (animales, plantas y protistas).

2. La nomenclatura de las huellas fósiles se basa únicamente en las características morfológicas de la estructura.
3. Una estructura en particular puede ser producida por el trabajo de dos o más organismos diferentes viviendo juntos o en sucesión dentro de una estructura.
4. El mismo organismo o especies de organismos pueden producir diferentes estructuras correspondiendo a diferentes patrones conductuales.
5. El mismo individuo o especies de organismos pueden producir diferentes estructuras correspondiendo a conductas idénticas pero en substratos diferentes, (en arena, arcilla o interfaces de arena-arcilla).
6. Estructuras idénticas pueden ser producidas por la actividad de organismos productores de huellas sistemáticamente diferentes, donde la conducta es similar.

De acuerdo a Kelly (1990), el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica de 1985 indica que sólo los nombres a nivel familia deberán ser usados para las huellas fósiles como un nivel formal supraicnogenérico.

En la práctica, las categorías superiores agrupan a los icnofósiles de manera informal.

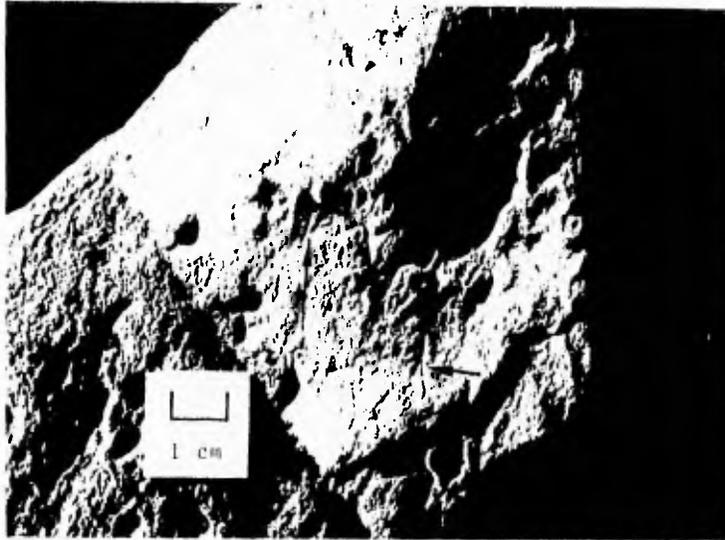
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.

A continuación se presenta la relación de los dieciseis icnogéneros determinados a partir de las descripciones referidas por Häntzschel (1975) y Howell (1962), las cuales están señaladas con letra cursiva además de la edad que asignan los mismos autores para cada uno de los icnogéneros. Posteriormente se agrega una breve interpretación paleoecológica de los icnogéneros colectados así como su clasificación conductual y por su forma de conservación. Al final de la sección se presenta la Tabla 1, en la que se condensan los datos de taxonomía y clasificaciones de cada uno de los icnogéneros determinados, así como el ambiente sedimentario al que son asociados.

#### *Chondrites*: STERNBERG, 1833.

*El "genero forma" en el amplio sentido de la palabra es de apariencia vegetal dendrítico, constituido de pequeños túneles cilíndricos ramificados; los túneles individuales nunca se cruzan unos a otros ni se interpenetran (tal vez sólo entre túneles de diferentes sistemas); uno o algunos de los ejes principales se abren a la superficie; las ramificaciones forman una trama hacia abajo y a través de los estratos y entonces (al menos en su porción distal) mayormente se tienden en posición paralela al plano de estratificación; las ramificaciones pueden ser de patrones regulares e irregulares (altamente variable); el ángulo de ramificación puede variar o ser constante, entre 25 y 40°; las ramas pueden estar arregladas en patrones pinados o radiales o formar grupos compactos; el diámetro de los túneles va de 0.5 a 5 mm, permaneciendo constante a lo largo del sistema; desde otro punto vista varían desde grandes (e.g., "*Buthotrephis*") a pequeñas (la mayoría *Chondrites*); algunos túneles presentan transversalmente bolitas elipsoidales (posiblemente de origen fecal); la conservación se da por el método de llenado de los túneles y está controlado por factores estratiónómicos. Los alcances del icnogénero se estiman del Ordovícico hasta el Terciario. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 17 F2

Este icnogénero está representado en la muestra TLJ 17 F2. El rastro consiste en un sistema de pequeños segmentos rectilíneos, algunos de los cuales presentan alguna ramificación sencilla y en general con disposición en apariencia radial, que representa sólo un plano de la madriguera que debió ser tridimensional. Las dimensiones de dichos rastros son aproximadamente de 1.5 mm de diámetro y su longitud máxima de 2.8 cm.

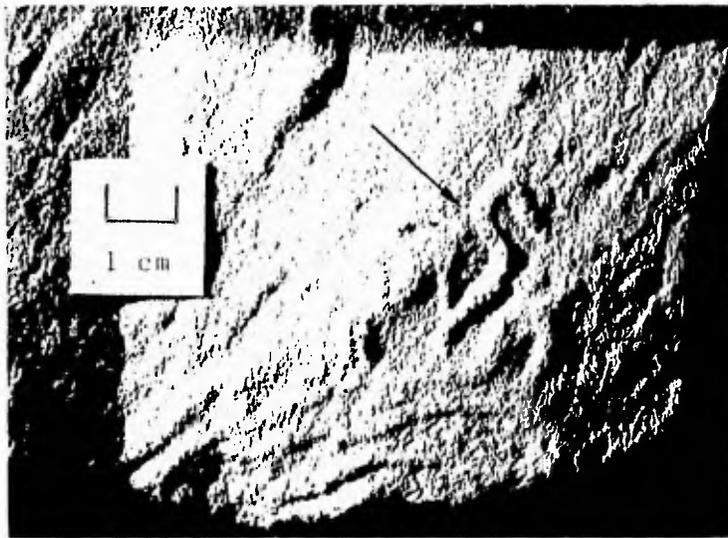
El patrón conductual que refleja esta forma corresponde al de *fodinichmia*, representando una estrategia de alimentación de organismos detritívoros.

Su posición respecto de los estratos se muestra sobre la superficie externa, por lo que debe considerarse como un semirrelieve *epichmia*; su construcción es *post-depositum*.

Estas estructuras son típicas de ambientes marinos profundos, que van del batial al abisal, representando a la icnofacies *Nereites*.

*Cosmorhaphie*: FUCHS, 1895.

"Meandros libres", de crestas lisas, simples y de forma extraordinariamente regular en dos ordenes de tallas; los recodos no se encuentran cercanos uno del otro; pueden presentar formas reminiscentes de algunas líneas de fresa de gasterópodos. Los alcances de este icnogénero van del Cretácico al Terciario, siendo comunes en depósitos *flysch*. (Häntzschel, 1975).



Ejemplar TLJ 56

icnogénero colectado en las muestras TLJ 56 y 59 F2. Su morfología consiste en pequeños sistemas de pistas sinuosas en un solo plano, paralelo al plano de sedimentación. No se sobrepone unas a otras ni presentan ramificación alguna. Los meandros son cortos e irregulares, además de espaciados.

Esta forma se conserva como un hiporrelieve del tipo semirrelieve (convexo), de origen *post-depositum*.

La conducta que refleja esta estructura representa a *pascichnia*, indicando que se trataba de una estrategia de alimentación. Esta forma es característica de ambientes marinos profundos desde el batial al abisal y forma parte de la icnofacies *Nereites*.

*Desmograpton*: FUCHS, 1895.

*Relieves elevados, ásperos en forma de largas y muy estrechas letras "H", usualmente alineados como cintas; formas variables; similares a Paleomeandron PERUZZI pero con apéndices largos, sus terminaciones son en punta de clava. El alcance de este icnogénero va del Cretácico al Terciario Tardío, usualmente encontrados en depósitos flysch. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 64

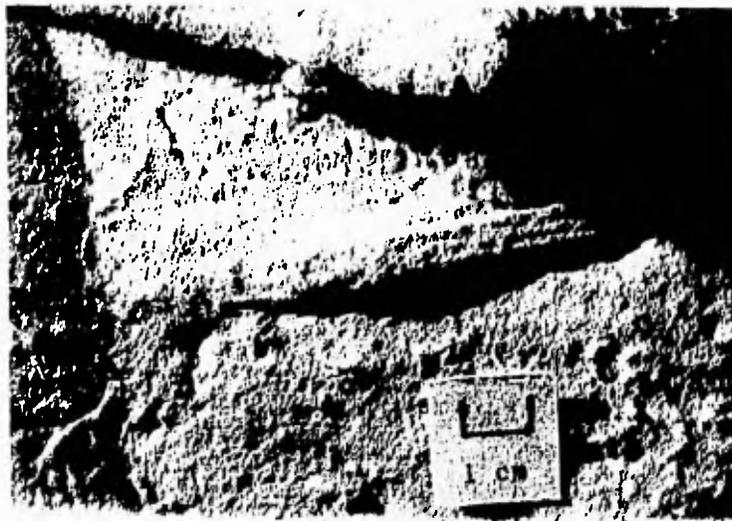
Estas marcas se encontraron en la muestra TLJ 64. Se presentan como segmentos prácticamente rectos, alargados y paralelos entre sí, entre algunos de ellos se presenta un pequeño segmento que une a las hebras más largas, proporcionándoles la apariencia de letras "H". Ninguna de las hebras se sobrepone o se traslapa con otras.

Estos rastros se conservan en posición horizontal al plano de sedimentación, como semirrelieves en posición *hypichnia*.

Las marcas de este tipo representan una conducta de alimentación más o menos compleja, por lo que forman parte del patrón etológico *Pascichmia*, que también es típico de los ambientes marinos profundos (batiales-abisales), representando a la icnofacie *Nereites*.

*Eophyton*: TORELL, 1868.

*Marcas de arrastre o de dragado, rectas paralelas o curvadas sobre el plano de estratificación; producidas por organismos o por compresión de objetos inorgánicos. Originalmente fueron interpretadas como de origen vegetal (monocotiledóneas). Los alcances de esta estructura van del Precámbrico hasta el Reciente, siendo su distribución cosmopolita. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 19 F2

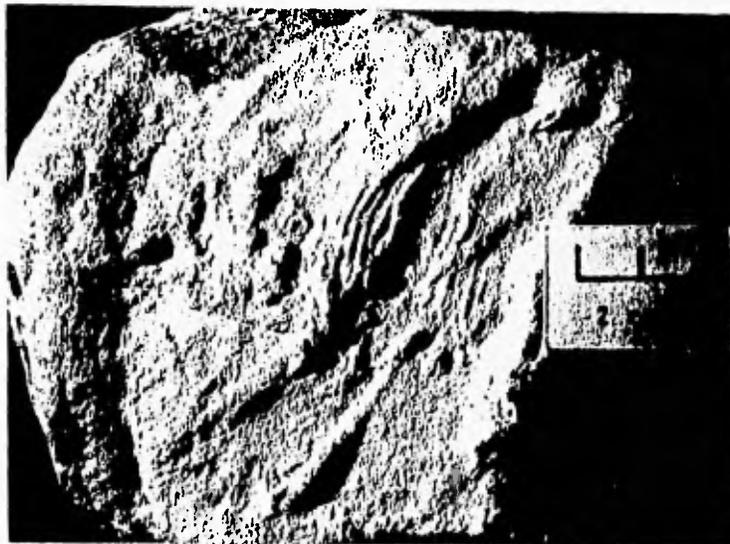
Esta estructura se encontró en la muestra TLJ 19 F2. La marca está representada por un segmento rectilíneo robusto, que presenta en su superficie líneas de estriación bastante bien marcadas que corren a lo largo de todo el segmento y paralelas entre sí. Este icnogénero está considerado por Häntzschel, (1975) como un pseudofósil, empero en el presente trabajo es considerado como un icnofósil.

Este rastro se conserva como un semirrelieve en posición *hypichnia*, horizontal al plano de estratificación y formado *post-depositum*.

Si bien el origen de esta estructura no es claro por su fisonomía, la forma puede representar una actividad de desplazamiento (*repichnia*), misma que por encontrarse en los mismos estratos de otros icnogéneros propios de ambientes profundos, se asocia en el presente trabajo a la icnofacie *Nereites*.

***Helminthoida*: SCHAFFHÄUTL, 1851.**

*Rastros de túneles con numerosos meandros regulares, paralelos y muy próximos entre sí aunque también los hay no tan cercanamente espaciados, irregulares y no siempre paralelos. Su grosor va de 1 a 3 mm y los meandros con un máximo de 1 cm y de 10 cm de longitud. [ De acuerdo a RUDOLF RICHTER son "Meandros guiados" y compresos.] Su alcance va del Cretácico al Terciario, siendo común encontrarla en ambientes de depósito flysch. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 22 bis.

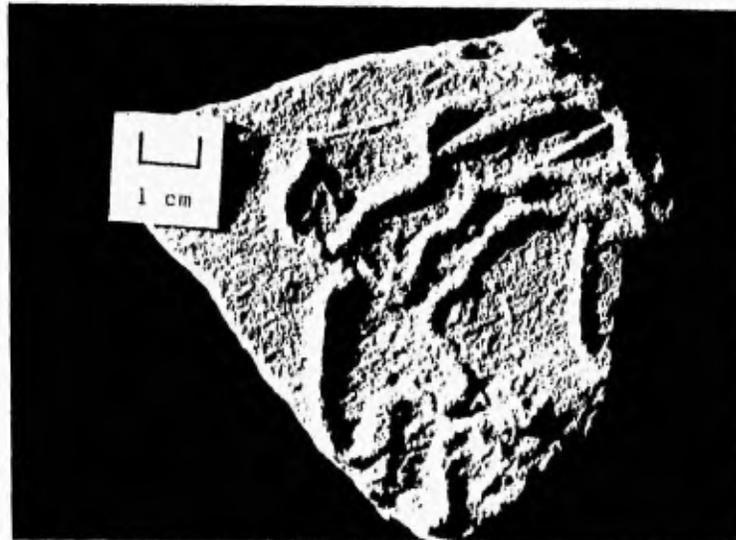
Pista colectada con la clave TLJ 22 bis. El ejemplar está representado por un rastro en secuencia lineal continua delgada aunque no regular, que forma meandros cerrados y próximos entre sí, los cuales no se enciman o entrecruzan ni se ramifican.

Su forma de conservación es del tipo semirrelieve *hypichmia*, en posición paralela al plano de estratificación.

Esta forma representa una actividad de alimentación compleja (*Pascichmia*), de ambientes marinos profundos que van de batiales a abisales y representan a la icnofacie *Nereites*.

*Helminthopsis*: HERR, 1877.

*Huellas meandricas simples, pero no tan rigurosamente desarrolladas como en Helminthoida (s.s., RUDOLF RICHTER, 1928), en parte con ondulaciones marginales. El alcance del icnogénero va del Ordovícico al Terciario. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 18 F1

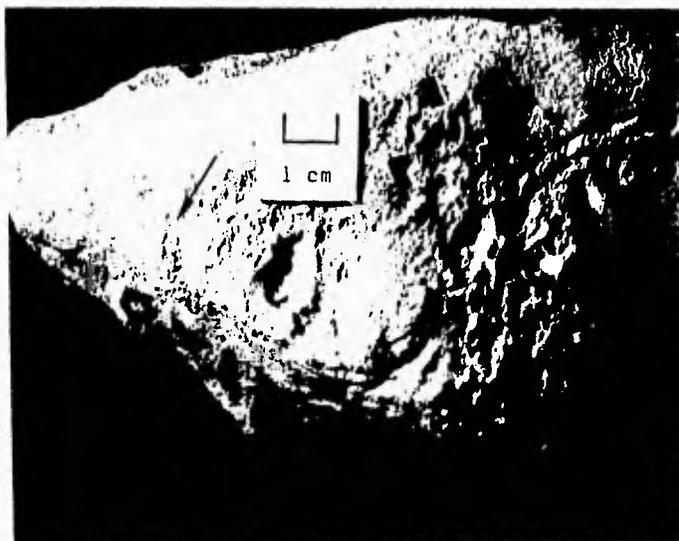
Se encuentra representada en las muestras TLJ 18 F1 Y 52 F2. Se observan rastros meandriformes que denotan un movimiento raquíico pero elaborado; los recodos son más o menos abiertos. En algunas partes se presentan pequeñas ramificaciones que en apariencia terminan en ciegos.

Estos ejemplares se conservan como semirrelieves *hypichneos* en posición paralela al plano de sedimentación.

La conducta representada es de alimentación del tipo *Pascichnia* que es típico de los ambientes marinos batiales-abisales, por lo que pertenecen a la icnofacie *Nerettes*.

*Keckia*: GLOCKER, 1841.

*Túneles cilíndricos rellenos con anulaciones transversas; son "segmentos" de excavación doblados o rectos, ramificados y que van de 1 a 2 cm de ancho y de longitud variable postrados sobre el plano de sedimentación, similar a Taenidium HEER 1877, pero mucho más largo; el relleno posiblemente es portador de material fecal que pasó a través del intestino del animal constructor. El alcance del icnogénero va del Cretácico al Terciario. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 68 F2

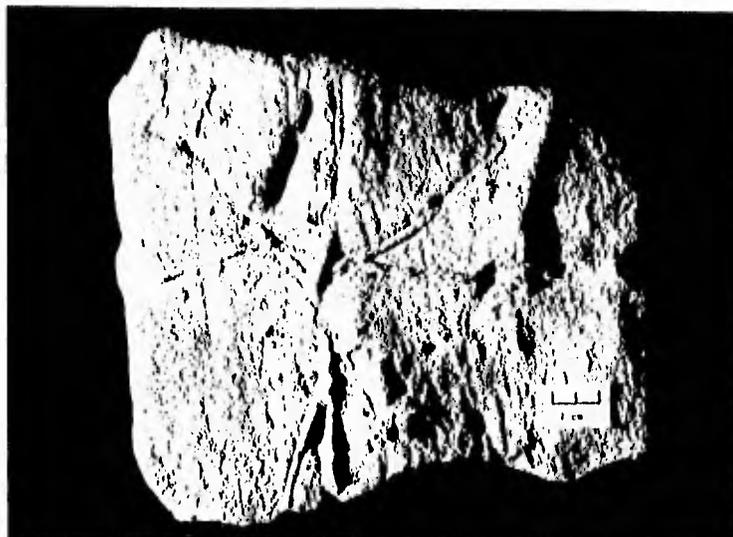
Rastro representado en la muestra TLJ 68 F2. Esta forma consiste de un tubo largo subcilíndrico, que dibuja un rastro en forma de campana muy abierta y que se caracteriza por presentar marcas de empaquetamiento o segmentación anular en su interior, mismas que denotan la dirección en que se desplazaba el organismo que la produjo.

Este rastro se conserva como un semirrelieve *epichneo* en posición paralela al plano de sedimentación. Su construcción fue *post-depositum*.

La conducta que refleja esta marca denota ser un albergue posiblemente temporal (*Dominichnia*) de algún organismo detritívoro. Por correlación con otros icnogéneros localizados en los mismos estratos, se extrapola que esta forma también es representante de los ambientes marinos batiales-abisales, por lo que se asigna a la icnofacie *Nereites*.

***Megagraption***: KSIAZKIEWIZ, 1968.

*Redes consistentes de polígonos irregulares y rectángulos, los cuales nunca se cierran, formados por cuerdas cilíndricas rectas o ligeramente curvadas de 1 a 5 mm de ancho; con ramificaciones a intervalos más o menos regulares y cercanos a formar ángulos rectos; posiblemente es una forma transicional de *Squamodictyon* VYALOV & GOLEV, 1960. Evidentemente de origen post-deposito. El alcance de este icnogénero va del Cretácico tardío al Terciario inferior, típico de ambientes flysch. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 50

Pistas representadas en las muestras TLJ 16, 17 F1, 20, 50, 51, 52 F1, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 63 Y 73. Estas estructuras son las más abundantes en las muestras colectadas y están representadas por tubos que van de cilíndricos a subcilíndricos, algunos ramificados, entrecruzados y de diámetros variables, no presentan alguna ornamentación en particular y dan la apariencia de ser estructuras vegetales

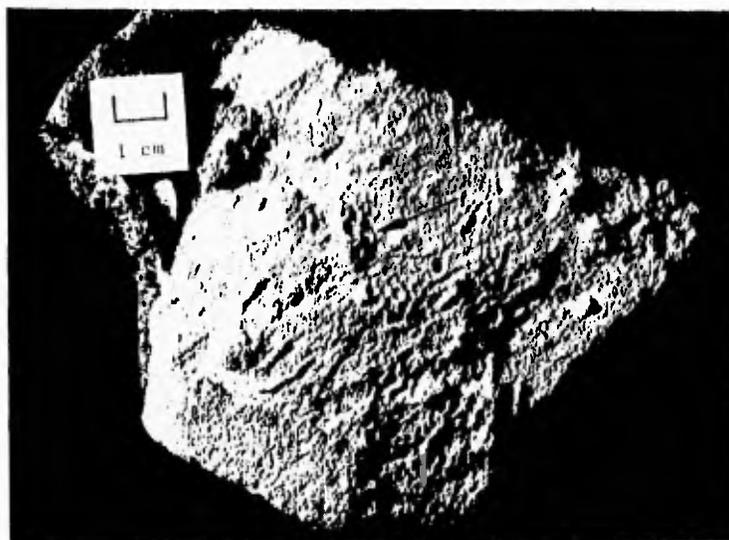
Estas pistas se conservan como semirrelieves *hypichmeos*, casi siempre en posición paralela al plano de sedimentación; se observa que algunos penetran en otros planos.

La conducta que representan estas estructuras incluye a los tipos *Repichnia* y *Fodinichnia*, su origen es *post-depositum*.

Son estructuras muy comunes en los ambientes marinos profundos, corresponden a la icnofacies *Nereites*.

***Paleodictyon***: MENE GHINI, 1850.

*Trama de crestas semejante a un panal en hiporrelieve, consistente de polígonos marcadamente regulares de seis lados pero también los hay de cuatro a ocho lados; el patrón reticular varía considerablemente en tamaño pero el diámetro de las celdas es constante individualmente a lo largo de la red (de menos de 1 mm hasta cerca de 50 mm); las paredes de las cuerdas van de 0.5 a 2 mm de ancho y ocasionalmente están constituidas por "granos" ovales estrechamente arreglados en líneas, los cuales pueden cruzarse regularmente unos a otros; la red puede cubrir grandes áreas de cerca de 1 m<sup>2</sup>; en ocasiones los polígonos se elongan a causa de las corrientes. El alcance estratigráfico del icnogénero va del Ordovícico al Terciario. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 59 F4

Estas formas se encuentran registradas con la clave TLJ 59 F4 y 62 F2. Los ejemplares están representados como tramas en forma de panal de seis lados; una de ellas y que es más pequeña, presenta los hexágonos cerrados mientras que el segundo ejemplar (de mayor tamaño) no los presenta completamente cerrados, por lo que es posible que ambos representen icnoespecies diferentes.

La manera en que estas estructuras se conservan es en forma de semirrelieves *hypichneos*, en posición paralela al plano de sedimentación. La construcción de esta estructura es de desarrollo *post-depositum*.

Este icnogénero representa una actividad de forrajeo (*Pascichmia*), la cual es bastante elaborada y típica de ambientes marinos que van de batiales a abisales, siendo la icnofacie *Nereites* a la que pertenece esta forma.

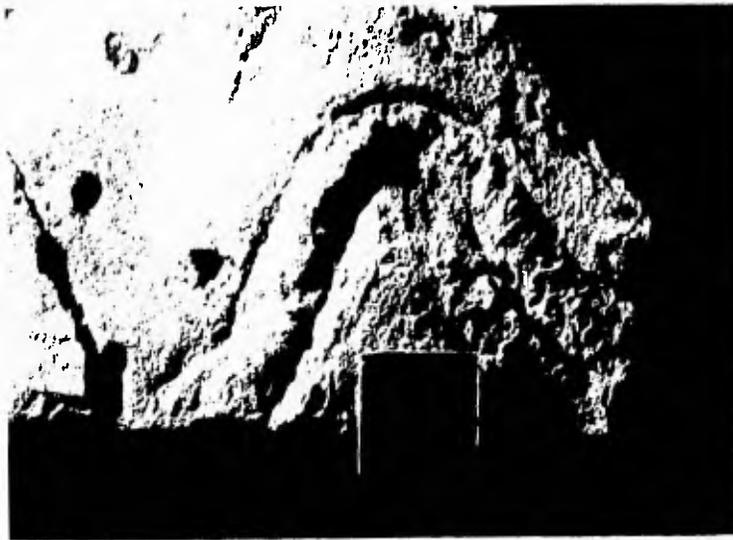
***Scolicia*: DE QUATREFAGES, 1894.**

*Rastros de gasterópodos en posición horizontal y bilateralmente simétricos, largos y en forma de bandas; la forma depende de su origen ya sea como un rastro superficial o como uno interno; la variación de su escultura es causada por diferentes métodos de excavación, de arrastre y remoción de sedimentos; existen dos tipos principales:*

1) *Especies tipo (Scolicia s. str. = "Grupo" Palaeobullia GÖTZINGER & BECKER, 1932) representando un "verdadero rastro" como rastro superficial de epirrelieve negativo, consistente de un eje medio de forma variable, en forma de cinta o en forma de cresta y costillado; las partes laterales presentan estriaciones laterales (las estriaciones en dirección hacia atrás desde la línea media) o en forma de "parrilla", tan grande o igual en longitud que el eje medio; las especies tipo descritas ampliamente por QUATREFAGES, representan a esta tipo.*

2) *Rastros internos como rastros solitarios, variedad de un relieve completo de excavación ("Grupo" Subphyllochorda GÖTZINGER & BECKER, 1932); con forma de banda, trifido, con variadas marcas longitudinales; en ambos lados de la cinta media característica con un aquillado estrecho y crestas. Ambos grupos ocasionalmente son rastreados a lo largo de grandes distancias. Originalmente fueron interpretados por DE QUATREFAGES como largos anélidos de casi 2 m de longitud, ahora son considerados como marcas de arrastre o de alimentación (o ambos) de gasterópodos excavadores. Son propios de facies de amplios rangos (*Nereites* y *Cruziana*) ubicados en grandes planos de estratificación de depósitos *flysch* europeos, surcados por incontables rastros*

del tipo *Paleobullia*. El tratamiento nomenclatural de estos rastros es difícil. El alcance del icnogénero va del Cámbrico al Terciario. (Häntzschel, 1975).



Ejemplar TLJ 70

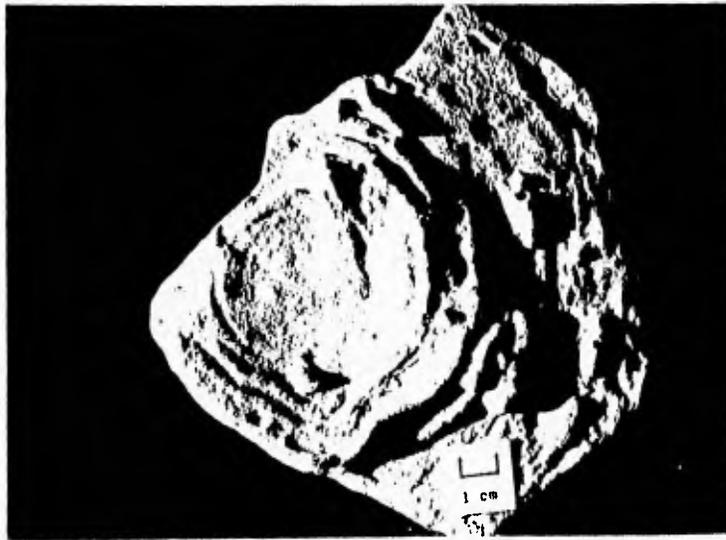
Esta forma tiene la clave TLJ 70. Este icnogénero consta de un rastro curvo (forma de campana) en posición paralela al plano de estratificación. Presenta una cresta central con estriaciones anulares a todo lo largo de ésta y que esta flanqueada en ambos lados por un canal que presenta ciertas estriaciones en posición oblicua al trazo. De acuerdo a los dos tipos básicos que se reportan para el icnogénero, ésta representa al grupo *Palaeobullia*.

Por su conservación, esta marca pertenece al tipo semirrelieve *epichmeo* y representa una conducta de locomoción y alimentación (*repichmia-fodinichmia*).

El ambiente al que pertenece esta marca alcanza un amplio rango que va del marino infralitoral al abisal, razón que por correlación al resto de los icnofósiles encontrados en los mismos estratos, se le asigna en este trabajo como perteneciente a la icnofacie *Nerettes*.

*Spirorhaphe*: FUCHS, 1895.

Hebras enrolladas en espiral, con un grosor que va de 0.5 a 3 mm y que corre desde un punto externo hasta uno interno; el diámetro de la espiral va de 5 hasta 30 cm, al llegar al centro da una vuelta hacia atrás entre las hebras primarias. Se consideran como marcas de forrajeo además de una nueva interpretación de túnel tridimensional multipisos. Se le ha encontrado en depósitos *flysch* y su alcance va del Cretácico al Terciario tardío. (Häntzschel, 1975).



Ejemplar TLJ 72

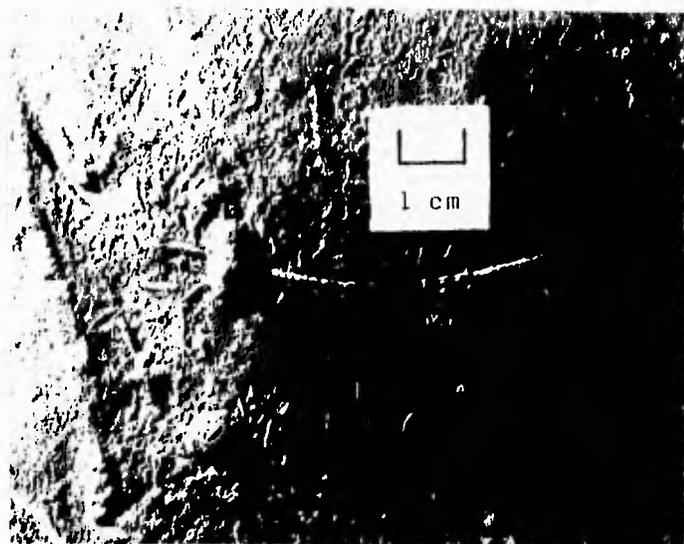
Ejemplar con la clave TLJ 72. Está constituido por una pista continua de trazo circular concéntrico, las hebras no se tocan o entrecruzan y conservan su diámetro a lo largo de toda la estructura.

La estructura se conserva como un semirrelieve de tipo *hypichneo* y en posición paralela al plano de sedimentación. Su elaboración es *post-depositum*.

El rastro representa una conducta de alimentación muy elaborada (*Pascichnia*), típica de organismos marinos de ambientes que van de batiales a abisales. El icnogénero pertenece a la icnofacie *Nereites*.

*Terebellina*: ULRICH, 1910.

*Tubos largos, subcilíndricos, suavemente curvados, acuminados en el extremo inferior, con paredes algo gruesas compuestas de diminutos granos silíceos cementados y con la superficie ligeramente estriada en forma transversal. Su alcance se limita al Jurásico. (Howell 1962),*



Ejemplar TLJ 75

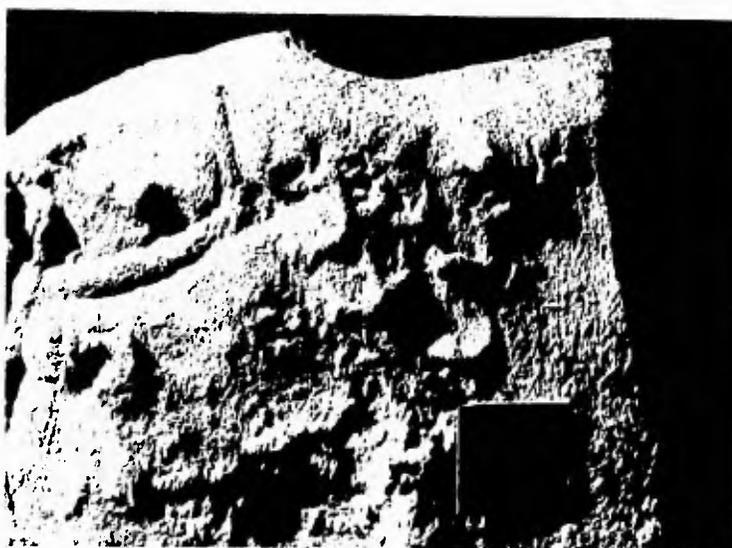
Ejemplares representados en las muestras TLJ 59 F3 y 75. Está representado por tubos blanquecinos aplanados dorsoventralmente y ligeramente curvados. Presenta ligeras estriaciones en su superficie y una depresión central que corre a todo lo largo del tubo, misma que debe su origen al proceso de compresión por parte de los estratos sobreyacientes.

La estructura se conserva como un relieve completo *hypichneo*, en posición paralela al plano de sedimentación. Su construcción es *post-depositum*.

Representa el domicilio (*Dominichmia*) del organismo constructor. Este icnogénero también se asocia a la icnofacies *Nereites*.

*Unarites*: MACSOTAY, 1967.

Rastros muy irregulares torcidos y ramificados, pudiendo ser rectos o ampliamente curvados; las cuerdas con un ancho de 1 a 3 mm y circulares en corte transversal, comúnmente con ramificaciones en forma de espina bastante cortas. Similares a rastros de forrajeo, tal vez idénticas a *Protopaleodictyon* KSIANZKIEWICS, 1970 y *Acanthorhophe* KSIANZKIEWICS, 1970. Esta forma se ha encontrado en depósitos flysch y su alcance sólo se ha reportado para el Paleoceno. (Häntzschel, 1975).



Ejemplar TLJ 62

Representado en la muestra TLJ 62. Galería semicurvada que presenta un par de ramificaciones en forma de "Y" y que en los puntos terminales o ciegos adquiere una apariencia lobular. El grosor a lo largo del trazo es uniforme y sus bordes son lisos.

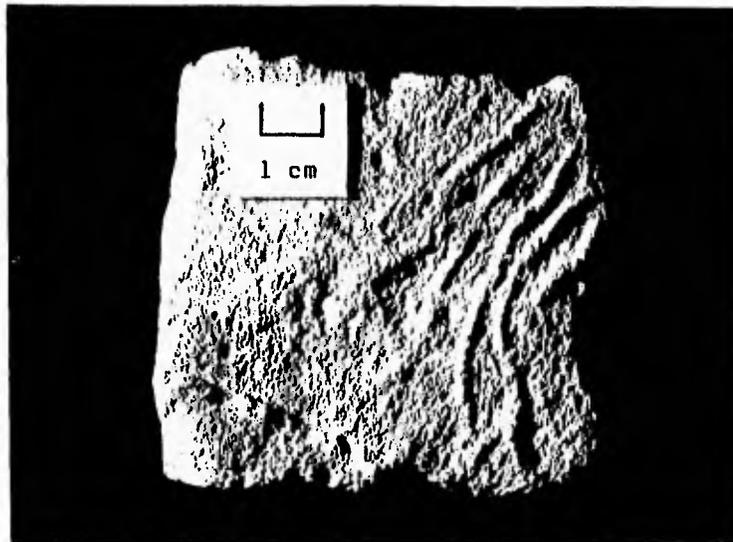
La forma en que se ha conservado este ejemplar es como un semirrelieve de tipo *hypichmeo* en posición paralela al plano de sedimentación.

La estructura representa una elaborada conducta de alimentación *Pascichmia*.

Este icnogénero es representativo de la icnofacies *Nereites*, ya que se asocia a ambientes marinos que van del batial al abisal.

*Urohelminthoida*: SACCO, 1888.

*Huellas en relieve formando meandros amplios con un apéndice o "cola" en cada vuelta, su apariencia es de cuerdas de "tenedor" de 1 mm a 2 mm de grosor. Se consideran marcas de forrajeo. Se encuentran en depósitos flysch. Alcance del icnogénero, del Cretácico al Terciario tardío. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 65

Estructura representada en la muestra TLJ 65. Pistas largas y meandriformes que en cada vuelta presentan una pequeña elongación. Los meandros son más o menos amplios y las hebras alargadas guardan una posición paralela entre sí. Los bordes son lisos y el grosor del trazo es homogéneo.

Estas pistas se conservan como un semirrelieve de tipo *hypichmeo*, en posición paralela al plano de sedimentación. Su construcción es *post-depositum*.

Esta pista refleja una conducta de alimentación elaborada (*Pascichnia*), típica de ambientes marinos que van del batial al abisal, representante de la icnofacies *Nereites*.

*Yakutatia*: ULRICH, 1904.

*Cuerpos cilíndricos, variando en grosor desde 2 a 6 mm; bifurcando de 1 a 3 veces, formando de 1 a 1.7 giros en los cuales el extremo interno está acuminado; el externo es obtuso. Alcance estratigráfico limitado al Cretácico superior. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 54 F2

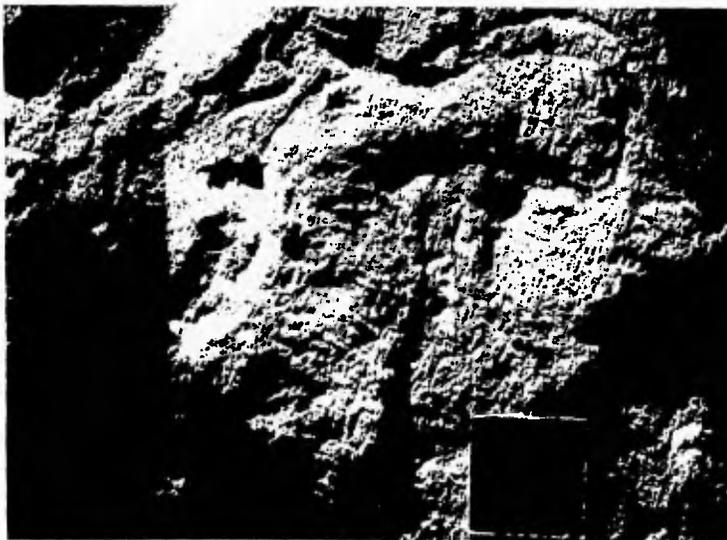
Rastro colectado con la clave TLJ 54 F2. Galerías meandriformes con varias bifurcaciones, mismas que forman recodos de trazo semicircular. La distribución de los segmentos no tiene un patrón definido, sino más bien errático, por lo que incluso llegan a anastomosarse algunos tramos de las pistas. Los bordes de éstas son lisos y de diámetro más o menos constante.

La manera en que se conservan estas pistas es como un semirrelieve de tipo *hypichneo*, en posición paralela al plano de sedimentación y de origen *post-depositum*.

La conducta que refleja esta forma es de alimentación (*Pascichmia*), se estima por correlación estratigráfica, respecto del resto de los icnofósiles colectados en el mismo lugar, que el icnogénero pertenece a ambientes marinos profundos relativos a la icnofacies *Nereites*.

***Zoophycos*: MASSALONGO, 1855.**

*Estructuras complejas spreiten con numerosas variaciones morfológicas, 1) helicoidal y 2) tendida o planar. La forma planar de Zoophycos es similar a una espiral cerrada de spreite, pudiendo ser de forma de "asta"; grosor de 1 a 7 mm. Uno de los icnofósiles de mayor discusión; originalmente interpretados como improntas de algas marinas, posteriormente como cuerpos fósiles (esponjas, corales), como de origen inorgánico (producidas por corrientes de remolino), como icnofósiles. Tentativamente consideradas como madrigueras para alimentación fabricadas por organismos vermiformes de cuerpo blando, producidas como un minado helicoidal sistemático y forrajeo a través del sedimento, conchiye en lóbulos de excavación; otra interpretación es como improntas de partes prostomiales distendidas de poliquetos sedimentívoros (*Sabellidae*) lo cual es aceptado por pocos autores; ninguna interpretación ha sido generalmente aceptada y resta aún mucho por discutir. Se les ha encontrado en ambientes pertenecientes a las icnofacies *Zoophycos-Nereites* y su alcance va del Ordovícico al Terciario. (Häntzschel, 1975).*



Ejemplar TLJ 55

Este ejemplar se encuentra registrado con la clave TLJ 55. Se describe como una pista plana poco tortuosa que se encuentra flanqueada a todo lo largo, y en ambos lados, por una cuerda lisa que limita la parte central del rastro, donde se observan marcas spreiten. Su posición es paralela al plano de sedimentación, razón por la que se considera como una estructura muy semejante a la forma planar descrita por Massalongo.

El rastro se conserva como un semirrelieve *hypichnio* que refleja una actividad de alimentación *fodinichnia*. Este se encuentra asociado a depósitos flysch e incluso a los cambios de pendiente donde se inicia el talud, por lo que se le encuentra en ambientes marinos que van desde el circalitoral hasta el abisal, pudiendo entonces por correlación respecto al resto de los icnofósiles, hacerle parte de la icnofacia *Nereites*.

	Taxonomía	Clasificación Etológica *	Clasificación Conservación @	Ambiente Sedimentario
TLJ 17 F2	<i>Chondrites</i> (STERNBERG, 1833)	Fodinichnia	Semirrelieve Epichnia	Batial-Abisal
TLJ 56,59 F2	<i>Cosmorhaphe</i> (ABEL, 1895)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 64	<i>Desmograption</i> (FUCHS, 1895)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 19 F2	<i>Eophyton</i> (TORELL, 1868)	Repichnia ?	Semirrelieve Hypichnia	Cosmopolita
TLJ 22 bis	<i>Helminthoida</i> (SHAFHÄUTL, 1851)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 18 F1, 52 F2	<i>Helminthopsis</i> (HERR, 1877)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 68 F2	<i>Keckia</i> (GLOCKER, 1841)	Domichnia	Semirrelieve Epichnia	Batial-Abisal
TLJ 16,17 F1,20,50,51,52 F1,53,54,55 F1,F2,57,58,60,61,62,63,73	<i>Megagraption</i> (KSIANZKIEWICZ, 1968)	Repichnia y/o Fodinichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 59 F4, 69 F2	<i>Paleodictyon</i> (MNEGHINI, 1895)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 70	<i>Scolica</i> (DE QUATREFAGES, 1894)	Repichnia y/o Fodinichnia	Semirrelieve Epichnia	Infralitoral-Abisal
TLJ 72	<i>Spirorhaphe</i> (FUCHS, 1895)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 59 F3, 75	<i>Terebellina</i> (ULRICH, 1910)	Fodinichnia	Relieve completo Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 62	<i>Unarites</i> (MACSOTAY, 1967)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 65	<i>Urohelminthoida</i> (SACCO, 1888)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 54 F2	<i>Yakutatia</i> (HÄNTZSCHELL, 1877)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 55	<i>Zoophycos</i> (MASSALONGO, 1855)	Fodinichnia	Semirrelieve Hypichnia	Circa litoral-Abisal

**TABLA 1.** Clasificación de los icnogéneros en base a la conducta que representa (\*SEILACHER, 1953.) y por su modo de conservación (@ MARTINSON, 1970.), ambas *in* Basan, 1978.

	Taxonomía	Clasificación Etológica *	Clasificación Conservación @	Ambiente Sedimentario
TLJ 17 F2	<i>Chondrites</i> (STERNBERG, 1833)	Fodinichnia	Semirrelieve Epichnia	Batial-Abisal
TLJ 56,59 F2	<i>Cosmorhaphe</i> (ABEL, 1895)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 64	<i>Desmograption</i> (FUCHS, 1895)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 19 F2	<i>Eophyton</i> (TORELL, 1868)	Repichnia ?	Semirrelieve Hypichnia	Cosmopolita
TLJ 22 bis	<i>Helminthoida</i> (SHAFHÄUTL, 1851)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 18 F1, 52 F2	<i>Helminthopsis</i> (HERR, 1877)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 68 F2	<i>Keckia</i> (GLOCKER, 1841)	Domichnia	Semirrelieve Epichnia	Batial-Abisal
TLJ 16,17 F1,20,50,51,52 F1,53,54,55 F1,F2,57,58,60,61,62,63,73	<i>Megagraption</i> (KSIANZKIEWICZ, 1968)	Repichnia y/o Fodinichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 59 F4, 69 F2	<i>Paleodictyon</i> (MENECHINI, 1895)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 70	<i>Scolicia</i> (DE QUATREFAGES, 1894)	Repichnia y/o Fodinichnia	Semirrelieve Epichnia	Infralitoral-Abisal
TLJ 72	<i>Spirorhaphe</i> (FUCHS, 1895)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 59 F3, 75	<i>Terebellina</i> (ULRICH, 1910)	Fodinichnia	Relieve completo Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 62	<i>Unarites</i> (MACSOTAY, 1967)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 65	<i>Urohelminthoida</i> (SACCO, 1888)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 54 F2	<i>Yakutatia</i> (HÄNTZSCHELL, 1877)	Pascichnia	Semirrelieve Hypichnia	Batial-Abisal
TLJ 55	<i>Zoophycos</i> (MASSALONGO, 1855)	Fodinichnia	Semirrelieve Hypichnia	Circa litoral-Abisal

**TABLA 1.** Clasificación de los icnogéneros en base a la conducta que representa (\*SEILACHER, 1953.) y por su modo de conservación (@ MARTINSON, 1970.), ambas *in* Basan, 1978.

## ALCANCES ESTRATIGRÁFICOS.

En la Tabla 2 se presentan los alcances estratigráficos señalados por Häntzschel (1975) y Howell (1962), de los dieciseis icnogéneros identificados para la sección de estudio. En ella se observa que la mayoría de los icnogéneros reportados quedan incluidos dentro del período Terciario, ya sea abarcando su totalidad, o parcialmente a algunas de sus subdivisiones.

Basándonos en la edad asignada por Quezada (1990) a la Formación Soyalo, se infiere que los icnofósiles del área de estudio representan una edad correspondiente al Paleoceno, no obstante se deben señalar dos particularidades, la primera corresponde a la edad reportada para el icnogénero *Terebellina* (Jurásico) y la segunda a la reportada para el icnogénero *Yakutatia*. (segunda mitad del Cretácico). Ambas edades pertenecen al Mesozoico y por lo tanto corresponden a edades más antiguas respecto a los alcances de los restantes icnogéneros, por lo que al haber sido colectadas todas ellas dentro de una misma localidad y pertenecer a la misma columna estratigráfica, se determinan nuevas edades para los dos icnogéneros referidos.

ICNOGENEROS	PALEOZOICO						MESOZOICO			CENOZOICO					RECIENTE
	CAM	ORD	SIL	DEV	CAR	PER	TRI	JUR	CRE	PAL	EOC	OLI	MIO	PLI	
<i>Chondrites</i>															
<i>Cosmorhapse</i>															
<i>Desmograption</i>															
<i>Eophyton</i>															
<i>Helminthoida</i>															
<i>Helminthopsis</i>															
<i>Keckia</i>															
<i>Megagraption</i>															
<i>Paleodictyon</i>															
<i>Scolicia</i>															
<i>Spirorhapse</i>															
<i>Terebellina</i>															
<i>Unarites</i>															
<i>Urohelminthoida</i>															
<i>Yakutatia</i>															
<i>Zoophycus</i>															

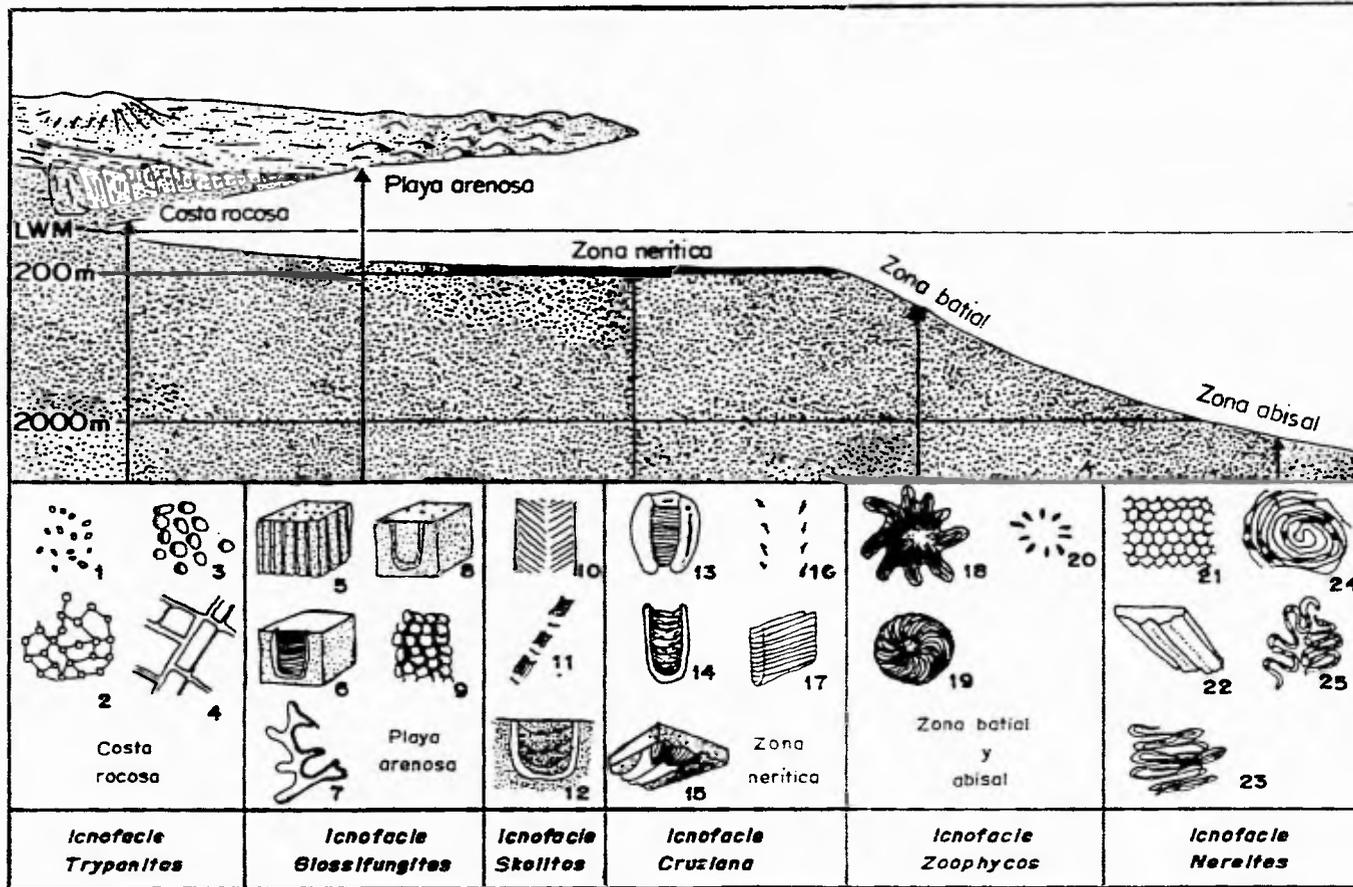
Tabla 2. Alcances estratigráficos de los icnogéneros identificados, reportados por Häntzschel, (1975) y Howell, (1962) en la localidad "E" (Rancho "Los Muñiz", Gabriel Esquinca, Chiapas).

## INTERPRETACIÓN PALEOECOLÓGICA.

De acuerdo a lo manifestado en la discusión de cada una de los icnogéneros reportados, se observa que la icnofacie recurrente identificada en la localidad de estudio es aquella reconocida como *Nereites*, la cual se ubica en el sistema marino profundo, abarcando las zonas batial (de 200 a 3000 m de profundidad) y abisal (3000 a 6000 m de profundidad) Vegas (1980). Este ambiente profundo se caracteriza por presentar aguas quietas pero oxigenadas, en lugares interrumpidos por pendientes de cañones submarinos, corrientes profundas o flujos turbidíticos (depósitos flysch); o puede ser altamente estable, presentando una baja tasa de sedimentación. Dentro de los depósitos flysch o semejantes, existe la típica presencia de lodos pelágicos intercalados con turbidita. En regiones más distales, el registro principal es de depositación continua y de bioturbación, aunque cabe señalar que el mar profundo no se encuentra universalmente bioturbado, al menos no de igual forma en cada sitio.

La icnofacie *Nereites* se caracteriza por presentar icnofósiles complejos y estructuras de madrigueras para alimentación que reflejan una alta organización y eficiencia conductual; las estructuras spreiten típicamente tienden a ser planas. También se presentan numerosos rastros de desplazamiento-alimentación así como rastros fecales sinuosos, característicos de algunos icnogéneros que mayormente se ubican intraestratos (Fig. 3).

Los organismos fabricantes de dichas estructuras eran detritívoros o excavadores. La diversidad y abundancia de icnofósiles es significativa dentro de los depósitos flysch y decrece en regiones más distales (Frey y Pemberton, 1985).



**Fig. No. 3.** Ilustración de las Icnofacies de ambientes marinos y de los icnogéneros de las huellas fósiles en relación a la profundidad. 1, perforaciones de poliquetos *Polydora*. (2) *Entobia*, perforaciones de esponjas cliónidas. 3, perforaciones de equinodermos. 4, perforaciones algales. 5, *Skolithos*. 6, *Diplocraterion*. 7, *Thalassinoides*. 8, *Arenicolites*. 9, *Ophiomorpha*. 10, *Cruziana*. 11 *Diomorphicnus*. 12, *Corophoides*. 13, *Rusophycus*. 14, *Rhizocorallium*. 15, *Phycodes*. 16, *Diplichnites*. 17, *Teichichnus*. 18, *Zoophycos*. 19, *Spirophyton*. 20, *Lorenzinia*. 21, *Palaodictyon*. 22, *Taphrolimnithopsis*. 23, *Helminthoida*. 24, *Spirorhophe*. 25, *Cosmorhophe*. No todas estas huellas son compatibles en el tiempo; muchas de ellas tienen analogías cercanas dentro de los mares recientes. (modificado de Howard, 1978, in Basan, (de.) 1978).

Dentro de la sección de estudio se encontraron icnofósiles que evidencian los siguientes comportamientos: alimentación (*Fodinichmia*), farrajeo (*Pascichmia*), locomoción (*Repichmia*), de albergue (*Domichmia*) y aquellos que pueden simultáneamente representar dos actividades conductuales (*Repichmia/Fodinichmia*), lo cual concuerda con las descripciones hechas por diferentes autores respecto al tipo de huellas fósiles dejadas por los organismos bénticos que habitan a grandes profundidades. Dichas marcas representan patrones conductuales típicos de ambientes donde el aporte de alimento proviene de regiones menos profundas en forma de una "lluvia de detritus", la cual no se distribuye de manera uniforme a lo largo del fondo marino, sino irregularmente en forma de "parches", lo cual restringe la distribución uniforme de los organismos productores de marcas, aunque estos detritus pueden ser redistribuidos por medio de corrientes profundas y acumularse dentro de madrigueras o algunas otras depresiones del piso marino (Grassle, 1991).

La relación entre la fuente del recurso alimenticio y las formas características de los icnofósiles encontrados se explica como una estrategia adaptativa por parte de los organismos generadores de marcas, al mejorar la utilización del recurso alimenticio mediante la evolución de métodos de búsqueda más eficientes y complicados. El desarrollar formas espiraladas (*Spirorhaphe*) o sinuosas (*Urohelminthoida*) por citar algunas, representa la optimización del espacio donde se encuentra el alimento, obteniéndose con ello la mayor cantidad de este recurso con un gasto relativamente menor de energía, siendo la mayor de las ventajas de la alimentación por forrajeo.

Otra de las estrategias alimenticias presentes en el ambiente profundo, aunque menos representativa, es aquella efectuada por organismos filtradores o suspensívoros. Estos organismos pertenecen al endobentos y desarrollan sus propias madrigueras (tubos calcáreos o de silicio) dentro de las cuales efectúan sus actividades vitales, emergiendo parcialmente de ellas para capturar partículas alimenticias en suspensión. La evidencia de la presencia de este tipo de organismos se encuentra representada por aquellos icnofósiles constituidos por tubos (*Terebellina*). La escasez de este tipo de rastros se debe a que en ambientes profundos, como el representado en la localidad estudiada, los organismos sésiles se encuentran limitados a aquellas áreas donde el alimento (lluvia de detritus) les es aportado de manera adecuada a sus necesidades, aunque su abundancia puede ser poco significativa, tal como sucede en el caso que nos ocupa.

Para el caso de aquellas marcas que representan lo que en el presente estudio se consideran como conducta mixta (*Repichnia*/*Fodinichnia*), reflejan en primera instancia una actitud de desplazamiento del organismo, aunque el trasfondo real de ello pudo ser la obtención de alimento.

El caso anterior se reporta como conducta mixta debido a que esas son las referencias que se manejan en la literatura consultada aunque, en un sentido estricto, quien esto escribe opina que deberá considerarse como conducta netamente alimenticia (*Fodinichnia*), toda vez que el proceso de obtención de alimento por parte de los organismos béticos errantes implica un desplazamiento, tal y como sucede con la conducta de forrajeo (*Pascichnia*).

Existe un caso particular en el presente estudio, que es el icnogénero *Eophyton*. Este tipo de marca, de acuerdo a la literatura consultada, está categorizado como un pseudofósil debido a que no se tiene la certeza de si es producido por el desplazamiento de algún organismo, o se trata de la marca dejada por el rodamiento o arrastre de alguna estructura inorgánica. No obstante, el hecho de dejar abierta la posibilidad de que dicha estructura tenga un origen conductual, generada por algún organismo aún por asociar, que su alcance estratigráfico se reporta desde el Cámbrico hasta el Reciente y que su distribución sea cosmopolita, son elementos válidos que permiten que este rastro sea considerado e incluido en el presente trabajo como un icnofósil, bajo su identidad previamente establecida, misma que deberá conservar hasta que su verdadero origen sea determinado.

En términos generales, se observa que la localidad "E" durante el Paleoceno formaba parte de un ambiente marino profundo, posiblemente de algún cañón submarino, representado por una alternancia de lutita y arenisca, típica de una secuencia *flysch*. En dicho lugar se desarrollaban organismos béticos del tipo errantes y sésiles, tanto detritívoros como suspensívoros, que en el afán de conseguir el alimento desarrollaron estrategias alimenticias complejas, las cuales han quedado preservadas como icnofósiles representativos de la Icnofacie *Nereites*.

La icnofacie se caracteriza por presentar una amplia diversidad de organismos, mismos que se sostenían del aporte alimenticio de regiones menos profundas. El alimento llegaba hasta ahí en forma de una lluvia de detritos, lo que determinó la distribución de los organismos. También se deduce que

el ambiente se encontraba bien oxigenado y que el aporte de sedimentos era lento, todas ellas características que permitieron sostener a dichas comunidades y que en la actualidad solamente pueden ser reconocidas a través del registro fósil y la litología.

Finalmente se debe indicar que la mayoría de los icnofósiles se encontraron en la interfaz de lutita-arenisca.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CONCLUSIONES

El desarrollo del presente trabajo, ha permitido cumplir con los objetivos propuestos para el mismo de la siguiente forma:

- ✓ Se determinaron y describieron dieciséis icnogéneros de icnofósiles colectados en la localidad "E" (Rancho "Los Muñiz"), que se ubica dentro del área de estudio (Gabriel Esquinca, Municipio de San Fernando, Chiapas).
- ✓ Se elaboró un esquema de la columna estratigráfica localizada dentro de la localidad "E", misma que por su litología y arreglo ha sido asignada como parte de la Formación Soyaló, descrita por Quezada (1990), a la que se le asigna un origen turbidítico típico de sistemas Flysch y de edad correspondiente al Paleoceno (Terciario).
- ✓ Con los elementos anteriores se pudo establecer que el paleoambiente al que perteneció la columna estudiada formaba parte de un sistema de mar profundo (batial-abisal) y, de acuerdo al tipo de marcas encontradas (icnogéneros), se determina que dicho sistema pertenece a la icnofacie *Nereites*.
- ✓ La icnofacie *Nereites* ha permitido reconocer que dicho paleoambiente, además de pertenecer a un sistema de mar profundo, era portador de una compleja comunidad de organismos bénticos, los cuales se desarrollaban en un ambiente donde el aporte alimenticio provenía de ambientes someros en forma de "lluvia de detritus", que sus aguas se encontraban bien oxigenadas y que el material sedimentable provenía posiblemente de un talud.
- ✓ Los icnogéneros determinados, mismos que se encontraban en la interfaz lutita-arenisca, reflejan diferentes actividades de organismos bénticos (detritófagos y sedimentívoros) que, de acuerdo con Seilacher (1967), indican conductas de desplazamiento (*Repichnia*), de alimentación (*Fodinichnia*), de forrajeo (*Pascichnia*) y de domicilio (*Domichnia*).

- ✓ Se reportan por vez primera nuevas edades para los icnogéneros *Terebellina* y *Yakutatia*, asignándoles su nuevo alcance estratigráfico hasta el Paleoceno.
  
- ✓ En complemento a lo anterior y como consecuencia directa, se incrementa el conocimiento paleontológico del área de Gabriel Esquina, Chis., lo que representa un apreciable avance en el contexto Icnológico del país.

## LITERATURA CITADA.

- AGUILAR, P. M. (1993). Bioestratigrafía del Terciario (Paleogeno) de la localidad El Jobo, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. 77 pp.
- ALENCASTER, Y.G. (1971). Rudistas del Cretácico Superior del Estado de Chiapas. Paleontología Mexicana (34), 100 pp.
- ALENCASTER, Y.G. (1977). Moluscos y Braquiópodos del Jurásico Superior de Chiapas. UNAM. Revista del Inst. Geol. (2): 151-166.
- ALENCASTER, Y.G. (1978). Distribución de faunas marinas del Sur de México y del Norte de América Central durante el Cretácico. UNAM. Inst. Geol. Boletín (101),: 47-65.
- ALENCASTER, Y.G. y FRANCOIS MICHAUD. Rudistas (Bivalvia-Hippuritacea) del Cretácico Superior de la región de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (México). Actas Fac. Ciencias de la Tierra. Univ. Autón. de Nuevo León. Acta número 5, (en prensa).
- APPLGATE, S.P. y COMAS, O., 1982. Huellas de dinosaurios en Yosocuta, Oaxaca, México. Memorias de la Sociedad Geológica de México, VI Convención.
- BASAN, P.B., 1978. Trace fossil concepts. SEPM short course No. 5. Society of Economic Paleontologist and Mineralogists: Tulsa, Ok. 201 p.
- CABRAL, P.M.A., 1995. Los icnofósiles de vertebrados terrestres del terciario tardío del área de Tepexi de Rodríguez estado de Puebla, Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 107 pp.
- CABRAL, P. M. A. y APPLGATE, S. P., (1991a). Preliminary report of large fossil mammal's footprints from the Pie de Vaca Formation in Tepexi de Rodriguez, Puebla, Mexico: First record of this kind of ichnofossil in Mexico. Journal of Vertebrate Paleontology. (11):3 p.19A
- CABRAL, P. M. A. y APPLGATE, S. P., (1991b). Las huellas fósiles de camélidos de la localidad "Pie de Vaca" en Tepexi de Rodríguez, Puebla: Un informe preliminar. Soc. Mex. de Paleontología, Memorias del II Congreso Nacional de Paleontología, p. 95
- CONTRERAS, B.A.D., 1979. Contribución al conocimiento de los Icnofósiles del Miembro Chicontepec Inferior de la Formación Chicontepec, estado de Puebla. Tesis profesional, F.C. U.N.A.M. 73 P.

- CONTRERAS, B. A. y R. GIO-ARGAES, 1985. Consideraciones Paleobiológicas de los Icnofósiles de la Formación Chicontepec en el Estado de Puebla. Rev. Inst. de Geología, UNAM, 6 (1), 73-85.
- CORRALES, Z.I., J. ROSELL, L. M. SANCHEZ, J. A. VERA, y L. VILAS, 1977. Estratigrafía. Ed. Rueda, Madrid.
- FERRUSQUÍA-VILAFRANCA, I., 1976. Estudios geológico-paleontológicos en la región mixteca, pte. I; Geología del área de Tamazulapan-Teposcolula-Yanhuitlan, Mixteca Alta, Estado de Oaxaca, México. Univ. Nal. Autón. México, Bol. Inst. de Geología, (97), p.160.
- FERRUSQUÍA-VILAFRANCA, I., APPLGATE, S.P. Y ESPINOSA-ARRUBARRENA, L., 1978. Las huellas más australes de dinosaurios en norteamérica y su significación geobiológica. Actas II Cong. Argentino de Paleont. y Bioestrat., y I Cong. Latinoam. de Paleont. Buenos Aires. Tomo I, p.249-263.
- FERRUSQUÍA-VILAFRANCA, I., APPLGATE, S.P. Y ESPINOSA-ARRUBARRENA, L., 1980. Rocas vulcano-sedimentarias mesozoicas y huellas de dinosaurios en la región suroccidental pacífica de México. Univ. Nal. Autón. de México, Rev. Inst. de Geología, (1):150-162.
- FERRUSQUÍA-VILAFRANCA, I., TILTON, T. L., LANG, H. R., PITTMAN, J.G. y LOCKLEY, M. 1993. Dinosauricnitas tardicretácicas en Puebla suroccidental y su significación geológico-paleontológica. Soc. Mex. de Paleontología, Memorias del IV Congreso Nacional de Paleontología. p. 33.
- FREY, R. W. (ed.), 1975. The study of trace fossils. Springer-Verlag: New York. 562 p.p.
- FREY, R. W., 1978. Behavioral and Ecological Implications of Trace Fossils. In: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. (Ed.) Trace fossils concepts. SEPM short course No.5. Tulsa Ok. 1978: 49-75.
- FREY, R. W. y S. G. PEMBERTON, 1985. Biogenic structures in outcrops and cores. 1. In: Society of Economic Paleontologists & Mineralogists (Ed.) Approaches to ichnology. Bulletin of Canadian Petroleum Geology (33):72-115.
- FROST, AND LAEGENHERM, (1974). Cenozoic reef biofacies. Northern Illinois University Press.pp.3-42.
- GRASSLE, J. F., 1991. Deep-Sea Benthic Biodiversity. BioScience. 41 (2) 463-468.
- HÄNTZSCHEL, W., 1975. Trace fossil and problematica. In C. Teichert (Ed.) Treatise on invertebrate paleontology, Part W, Miscellanea (suppl. 1.). Geological Society of America and University of Kansas Press: Lawrence, Kansas 1975: 177-245.

- HOWELL, B.F., 1962. Worms. In: Teichert (Ed.). Treatise on invertebrate paleontology, Part W, Miscellanea (suppl. 1.). Geological Society of America University of Kansas Press: Lawrence, Kansas. 144-176.
- KELLY, S.R.A., 1990. Trace Fossils. In: Derek, E.G. Briggs & Peter R. Crowther. (Eds.) Palaeobiology. A Synthesis. On behalf of the Palaeontological Association. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 355-362.
- LOPEZ-RAMOS, E., 1979. La geología de México, Tomo III. (eds. escolar) S.E.: 245-251.
- MICHAUD, F., 1987. Stratigraphie et paleogéographie du mesozoique du Chiapas (sud-est du Mexique). Tesis doctoral. Université Pierre et Marie Curie, Paris. 301 pp.
- MÜLLERIED, F. K. W., 1957. Geología de Chiapas. Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas: 51-57.
- PEMBERTON, S. G., R. W. FREY & T. D. A. SAUNDERS, 1990. Trace fossils. In: Derek E.G. Briggs & Peter R. Crowther. (Eds.) Palaeontology. A Synthesis. On behalf of the Palaeontological Association. Blackwell Scientific Publications. Oxford:355-362.
- QUEZADA, M. J. M., 1990. El Cretácico Medio-Superior y el límite Cretácico Superior-Terciario Inferior en la sierra de Chiapas. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. (39) 1: 3-98.
- SAPPER, C., 1894. Informe sobre la geografía física y la geología del estado de Chiapas y Tabasco. Bol. Agric. Min. e Indust. Marzo : 187-211.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1983. Carta Topográfica "Chicoasen E15C59" 1:50 000, Dirección General de Geografía. México.
- SEILACHER, A., 1967. Fossil behavior. Scientific American. 4 (3):72-80.
- SOUR-TOVAR, F. y S. QUIROZ-BARROSO, 1990. "Siguiendo la huella, Icnofósiles de México". Información Científica y Tecnológica, CONACyT. 12 (171): 27-32.
- VEGAS, V. M., 1980. Introducción a la Ecología del Bentos Marino. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Monografía no. 9. Washington, D.C. 98 p.p.