

**Sedimentología y Estratigrafía de la Formación Coronel Oviedo
(Paleozoico Superior), del Paraguay Oriental**

CHRISTIAN FERNANDO COLMAN PATIÑO

Orientador: Prof. MSc. **Narciso Cubas Villalba**

Co-Orientadores: Prof. Dr. **Jorge Oscar Rabassa**
Prof. Dr. **Oscar Alfredo Martínez**

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de
Licenciatura en Ciencias, Mención Geología, Departamento de Geología.

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

San Lorenzo - Paraguay
Julio – 2016

Sedimentología y Estratigrafía de la Formación Coronel Oviedo (Paleozoico Superior), del Paraguay Oriental

Este trabajo de grado fue aprobado por la Mesa Examinadora como requisito parcial para optar por el título de licenciatura, otorgado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción.

CHRISTIAN FERNANDO COLMAN PATIÑO

Aprobado en fecha 21 de Julio del 2016

Comité Asesor del Trabajo

1. Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba
2. Prof. MSc. Higinio Moreno Resquín
3. Prof. MSc. María Mercedes Arias

A mis padres Roque Colman y Cristina Patiño, también a mis hermanos Roque Colman y Norman Colman.

DEDICO

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a mis padres Roque Colman Morínigo, Cristina Patiño Lezcano, también a mis hermanos Roque Colman y Norman Colman, por el apoyo incondicional, durante todo el tiempo que he invertido en la culminación de la carrera.

Al Prof. MSc. Narciso Cubas, quien cumplió en todo momento con el desempeño de Orientador, guiándome y aconsejándome de forma objetiva, también positiva, para el desarrollo y la culminación de este trabajo.

Al Prof. Dr. Jorge Rabassa, Director del CADIC-CONICET, y al Prof. Dr. Oscar Martínez, de la Universidad Nacional de la Patagonia, San Juan Bosco, Sede Esquel. Quienes cumplieron en todo momento con el desempeño de Co-orientadores de este trabajo, atendiendo mis dudas y consultas con objetividad y positivismo, buscando soluciones prácticas a los obstáculos que se presentaron durante el desarrollo y culminación del trabajo final de grado.

Al Prof. Lic. Moisés Gadea, por las correcciones y sugerencias hechas durante momentos de duda y confusiones.

A Yennifer Sarubbi, por la paciencia que ha mostrado para conmigo en momentos de nerviosismos, también por los consejos, sugerencias y correcciones hechas, las cuales las he aceptado humildemente y con mucho cariño.

A mis amigos y compañeros, tanto laboral como de carrera, los estudiantes y técnicos Ricardo Souberlich, Justo Vargas, quienes me escucharon por largas horas, mientras procedía a la corrección del trabajo en voz alta, me aconsejaban modificando mis ideas y corrigiendo mis expresiones.

A la Lic. Mónica Servín y a la Lic. Silvia Paniagua, de la Dirección de Hidrocarburos del Viceministerio de Minas y Energías, por todo el apoyo concedido con el trabajo y las gestiones necesarias para la obtención de los permisos correspondientes, a modo de poder acceder a los registros e informes de perforación, también, a la manipulación y descripción de los núcleos de rocas del Pozo Mallorquín.

A los estudiantes y amigos, Hilario Ramoa, Matias Tondo y Federico Argüello, por la ayuda ofrecida durante los días de descripción de los testigos de perforación.

Finalmente al Departamento de Geología y a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, por la confianza y oportunidades que me han brindado, para mi desarrollo tanto personal como profesional.

Sedimentología y Estratigrafía de la Formación Coronel Oviedo (Paleozoico Superior), del Paraguay Oriental

Autor: Christian Fernando Colman Patiño

Orientador: Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba

Co-Orientadores: Prof. Dr. Jorge Oscar Rabassa
Prof. Dr. Oscar Alfredo Martínez

RESUMEN

Durante el Periodo Carbonífero, sedimentitas de origen glacial fueron depositadas en buena parte del Continente Gondwánico; en nuestro país existen evidencias de estas sedimentitas asignadas a depositaciones en ambientes glaciares dentro de la muy conocida y estudiada Cuenca del Paraná. En esta cuenca y durante el Carbonífero Superior, se dio lugar sedimentaciones sincrónicas de dos formaciones geológicas glaciares, la Formación Coronel Oviedo y la Formación Aquidabán, ambas de la Región Oriental.

Siguiendo una estratigrafía secuencial, también basándonos en las profundidades de interés, se procedió a una descripción sedimentológica de testigos del pozo de perforación "Mallorquín N° 1", perforados por la TEXACO INC (1989 – 1991), resaltando las características secundarias de sedimentación. Esto nos permitió identificar los tipos de paleoambientes en que se depositaron estas sedimentitas para aquellos tramos en donde se pudo observar dichos núcleos de roca y para aquellos tramos con las que no se contó con los núcleos, se procedió a la identificación de la litología por medio de los registros de perforación de la empresa, completando de esta forma la columna estratigráfica para la Formación Coronel Oviedo del Paraguay Oriental.

Sedimentología y Estratigrafía de la Formación Coronel Oviedo (Paleozoico Superior), del Paraguay Oriental

Autor: Christian Fernando Colman Patiño

Orientador: Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba

Co-Orientadores: Prof. Dr. Jorge Oscar Rabassa
Prof. Dr. Oscar Alfredo Martínez

ABSTRACT

During the Carboniferous Period, glacial sediments were deposited across the Gondwana continent. In our country there is evidence of these sedimentites assigned to depositions in glacial environments in the largest known and widely studied Parana Basin. In this basin during the Upper Carboniferous it gave place a synchronous deposits of two glacial geological formations, the Coronel Oviedo formation and Aquidabán formation, both in the Eastern Region.

Following a sequence stratigraphy, also based in the Depths of Interest, we proceeded at a sedimentological description of the drilling core "Mallorquín N° 1", perforated by the TEXACO INC (1989-1991), highlighting the secondary characteristics of sedimentation. This allowed us to infer and identify the types of palaeoenvironments where these sedimentites were deposited in those stretches where it was observed the cores of rock and for those stretches with those not counted with the core, then proceeded to the identification of lithology through the drill logs of the company, thus completing the stratigraphic column for the Coronel Oviedo formation in the Eastern of Paraguay.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	Pág. 1
2. OBJETIVOS.....	Pag. 4
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	Pag. 4
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	Pag. 4
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	Pag. 5
4. UBICACIÓN.....	Pag. 6
5. ASPECTOS GEOGRAFICOS DE LA ZONA ESTUDIADA.....	Pag. 8
6. MARCO TEÓRICO.....	Pag. 9
6.1. CARACTERISTICAS DE LOS GLACIARES.....	Pag. 9
6.1.1. CLASIFICACION DE LOS GLACIARES.....	Pag. 10
6.1.1.1. CLASIFICACION TERMICA.....	Pag. 10
6.1.1.2. CLASIFICACION MORFOLOGICA.....	Pag. 10
6.1.2. MOVIMIENTO DE LOS GLACIARES.....	Pag. 11
6.1.3. PROCESOS EROSIVOS.....	Pag. 11
6.1.3.1. TIPOS DE PROCESOS EROSIVOS.....	Pag. 11
6.1.4. TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN.....	Pag. 12
6.2. ANTECEDENTES.....	Pag. 13
6.3. GEOLOGIA REGIONAL.....	Pag. 14
6.4. GEOLOGIA GLACIAL PALEOZOICA EN PARAGUAY.....	Pag. 18
7. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	Pag. 26
7.1. SEGMENTO NUMERO 1.....	Pag. 27
7.1.1. ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA.....	Pag. 27
7.1.2. INTERPRETACION.....	Pag. 32
7.2. SEGMENTO NUMERO 2.....	Pag. 34
7.2.1. ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA.....	Pag. 34
7.2.2. INTERPRETACION.....	Pag. 40
7.3. SEGMENTO NUMERO 3.....	Pag. 43
7.3.1. ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA.....	Pag. 43
7.3.2. INTERPRETACION.....	Pag. 52
7.4. SEGMENTO NUMERO 4.....	Pag. 55

7.4.1. ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA.....	Pag. 55
7.4.2. INTERPRETACION.....	Pag. 63
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	Pag. 67
9. ANEXOS.....	Pag. 70
10.DEFINICIONES BÁSICAS Y GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	Pag. 76
11.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	Pag. 81

LISTA DE TABLAS

MAPA 1 Mapa Político del Paraguay.....	Pag. 6
MAPA 2 Mapa de Ubicación del Pozo Mallorquín No. 1.....	Pag. 7
GRAFICO 1 Clasificación de los Tipos de Hielos.....	Pag. 12
GRAFICO 2 Registro de las Glaciaciones a Nivel Mundial.....	Pag. 20
TABLA 1 Litologías ígneas comparadas otras litologías.....	Pag. 33
TABLA 2 Litología sedimentaria con porcentajes.....	Pag. 33
TABLA 3 Litologías ígneas comparadas con otras.....	Pag. 41
TABLA 4 Litologías sedimentarias con porcentajes.....	Pag. 41
TABLA 5 Litologías ígneas comparadas con otras.....	Pag. 54
TABLA 6 Litologías sedimentarias con porcentajes.....	Pag. 54
TABLA 7 Litologías ígneas comparadas con otras.....	Pag. 66
TABLA 8 Litologías sedimentarias con porcentajes.....	Pag. 66
TABLA 9 Cantidad de litologías caracterizadas.....	Pag. 68
TABLA 10 Comparación entre litologías sedimentarias.....	Pag. 68

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 1.....	Pag. 70
FOTOGRAFIA 2.....	Pag. 70
FOTOGRAFIA 3.....	Pag. 71
FOTOGRAFIA 4.....	Pag. 71
FOTOGRAFIA 5.....	Pag. 72
FOTOGRAFIA 6.....	Pag. 72
FOTOGRAFIA 7.....	Pag. 73
FOTOGRAFIA 8.....	Pag. 73
FOTOGRAFIA 9.....	Pag. 74
FOTOGRAFIA 10.....	Pag. 74
FOTOGRAFIA 11.....	Pag. 75
FOTOGRAFIA 12.....	Pag. 75

1. INTRODUCCION

A partir del evento del ciclo tectono-magmático del Brasiliano (Proterozoico-Ordovícico), se inicia la Orogénesis “Pan Africana”, denominada así en África, la cual da inicio al estadio primario del continente Gondwana, conocido como “Gran Gondwana”.

La historia geológica de América del Sur está relacionada estrechamente a África, como componente del continente de Gondwana, asimismo, la geología de la Cuenca del Paraná exhibe similitudes a la geología africana, en donde unidades estratigráficas, la orogénesis, la configuración estructural, la flora, la fauna, volcanismos, glaciaciones y otros aspectos se desarrollaron de forma prácticamente simultánea en ambos continentes.

Dentro del “Gran Gondwana” se producen las primeras depositaciones en la Cuenca del Paraná, esta cuenta con una superficie aproximada de 1.200.000 km², en donde los depósitos según el registro estratigráfico para nuestro país, se da a partir del Ordovícico, con las sedimentitas del Grupo Caacupé. Esta cuenca es compartida por tres países más a parte del nuestro; Argentina, Uruguay y la mayor parte de la cuenca en el Brasil.

Durante el Neopaleozoico, (Carbonífero – Pérmico), se produjo un amplio desarrollo de ambientes glaciarios en el super-continente Gondwánico, dentro de la Cuenca del Paraná, que se extendió en el tiempo desde el Estefaniano, (Carbonífero Superior), hasta el Pérmico Inferior, abarcando un lapso de tiempo mínimo de 25 Ma., por lo que se trató de la glaciación más prolongada del Eón Fanerozoico (Benedetto, 2012).

Gran porcentaje del paisaje de los continentes australes que integraban Gondwana se encontraba cubierto por glaciares, pero las características y extensiones de la glaciación que tuvo lugar no han podido ser resueltas en términos geográficos precisos (Socha, B. et al., *in* Rabassa, J., & Ollier, C., 2014). El cuerpo de hielo que cubría a Gondwana fue excepcionalmente extenso, superando incluso la máxima expansión glacial del Pleistoceno, con registros que llegaron hasta cerca de los 30° de latitud (Benedetto, 2012).

En nuestro país, las sedimentitas glaciogénicas fueron mencionadas primeramente por Boettner, (1947). Posteriormente Harrington, (1950) asevera la presencia de dichas sedimentitas glaciogénicas y las ubica estratigráficamente dentro del conjunto de rocas pertenecientes al Carbonífero Superior y Pérmico Inferior, correlacionándolas con rocas de la Cuenca del Paraná en el sector brasilero.

La principal unidad denominada como rocas del Carbonífero del Paraguay es la Formación Coronel Oviedo, ubicada en la parte central del país, (Fulfaro, 1996).

Las sedimentitas de esta unidad afloran en la Región Oriental del Paraguay en forma de una faja de dirección NNW-SSE, directamente en posición Sur a la Falla de Jejuí/Aguaray Guazú, y pasa horizontalmente a la Formación Aquidabán al norte de la falla mencionada anteriormente, que se ha depositado de forma sincrónica con la Formación Coronel Oviedo (Proyecto PAR 83/005, 1986).

Esta unidad presenta dos contactos con las unidades subyacentes: (a) en contacto discordante con las rocas del periodo Devónico, y (b) en contacto tectónico con las rocas del Grupo Itacurubí. El contacto con las rocas suprayacentes del Grupo Independencia del Pérmico Medio a Superior es transicional (Hoja San José, 1998).

A parte de las descripciones de las características físicas de las sedimentitas en las diferentes bibliografías, son también citadas para esta formación geológica geoformas con relieves típicos de acumulación glacial tales como *drumlins* y *eskers*, los cuales se hallan en gran parte recubiertos por sedimentos modernos. Algunos afloramientos presentan también un intenso intemperismo causante de suelos residuales profundos (Palmieri, J. H. & Velázquez J. C., 1982).

Hasta la actualidad, la bibliografía disponible no cuenta con referencias detalladas de las consideraciones paleoambientales que puedan ser deducidas a partir de descripciones sedimentológicas de las rocas de la Formación Coronel Oviedo, por ende, este trabajo busca tomar los datos de los registros y comparar con las descripciones de los testigos de perforación disponibles, a modo de poder aseverar y clasificar las sedimentitas de los eventos paleoambientales glaciarios que dieron lugar a la depositación de las diferentes litologías, todo esto evidenciado

dentro de la secuencia estratigráfica de la mencionada anteriormente Formación Coronel Oviedo.

Se busca también la diferenciación usando como guía clasificaciones ya establecidas en trabajos nacionales y la asimilación de los paleoambientes a las cuales corresponderían dichas sedimentitas, tratando, de esta forma, explicar de manera sencilla como pudieron haberse desarrollado tales eventos, hasta su posterior remoción por el desarrollo de otros paleoambientes de periodos continuos.

2. OBJETIVO GENERAL

- Establecer las relaciones entre la sedimentología y la estratigrafía de la Formación Coronel Oviedo con el paleoambiente del Paleozoico superior en el oriente de Paraguay

2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar la sedimentología de las unidades estratigráficas que componen la Formación Coronel Oviedo, a partir del análisis de los registros de perforación y de los testigos disponibles.
- Reinterpretar el esquema estratigráfico de la Formación Coronel Oviedo, a partir de la descripción de los registros de perforación y del análisis de los testigos disponibles.
- Reconocer los procesos y el desarrollo de subambientes depositacionales en la unidad geológica estudiada.

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Este Trabajo Final de Grado se estructuró a través en un marco de descripciones e interpretaciones de una secuencia estratigráfica a partir de testigos de perforación, para la obtención de resultados, considerando trabajos realizados con anterioridad por profesionales extranjeros en busca de hidrocarburos en nuestro país. Se separó en tres etapas para una más fácil interpretación.

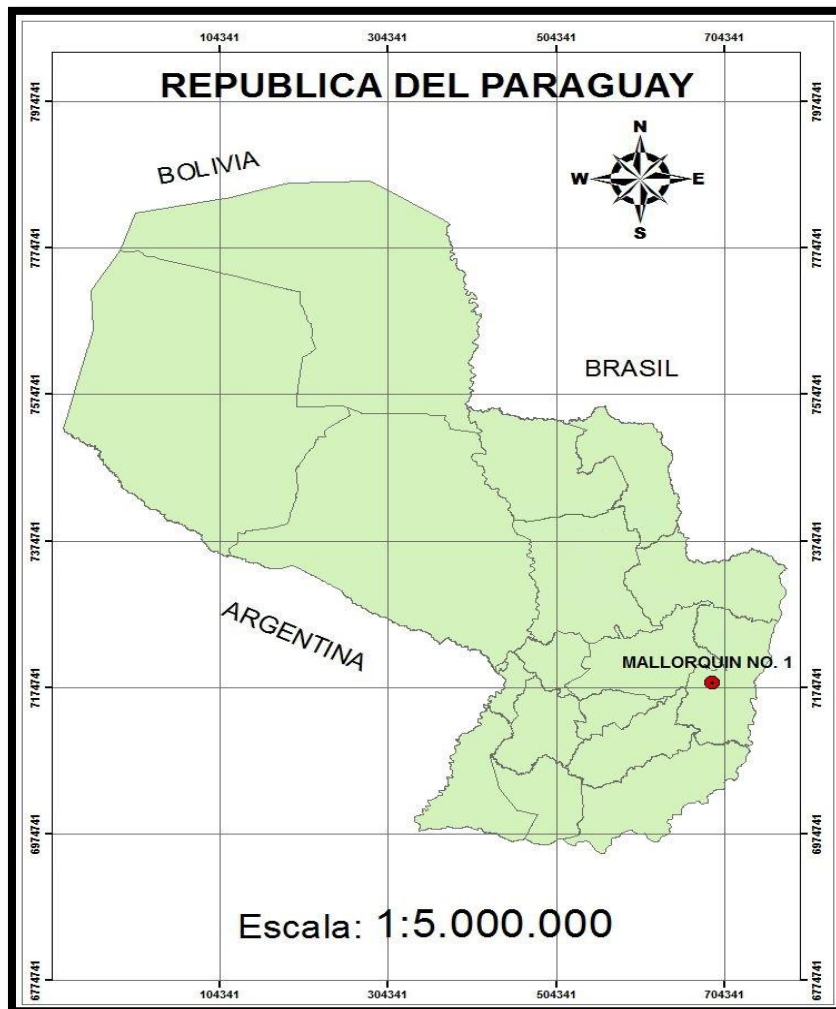
Etapa 1: Esta primera etapa, abarcó los dos primeros meses y se basó exclusivamente en trabajos de gabinete, en donde se buscó la obtención de información referente al área de trabajo seleccionada; estratigrafía y sedimentología de la Formación Coronel Oviedo. Luego de analizar las bibliografías y datos obtenidos, se consideró la viabilidad y factibilidad del proyecto para su elaboración, desarrollo y presentación. Se realizó la identificación de pozos petroleros que presentaron las características necesarias para su inclusión dentro del proyecto (pozos que atraviesan a la Formación Coronel Oviedo), los que no contaban con esa característica fueron descartados.

Etapa 2: En esta segunda etapa, que abarcó al segundo y tercer mes del semestre, luego de seleccionar el pozo que cumplía con las características necesarias para continuar con el trabajo, el cual en este caso es el pozo Mallorquín No. 1., se procedió después a la observación de las secuencias estratigráficas y descripción de las características sedimentológicas a partir de los testigos de perforación, los cuales se encuentran depositados en las instalaciones del Viceministerio de Minas y Energías, dependiente del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.

Etapa 3: En esta tercera etapa o etapa final, la cual comprendió a los últimos 3 meses del semestre, se procedió primeramente al procesamiento de los datos obtenidos durante la segunda etapa, con herramientas informáticas específicas para dicho fin, buscando una cuidadosa y correcta interpretación paleoambiental, para su posterior incorporación al proyecto final de grado, su presentación, seguido de la defensa final.

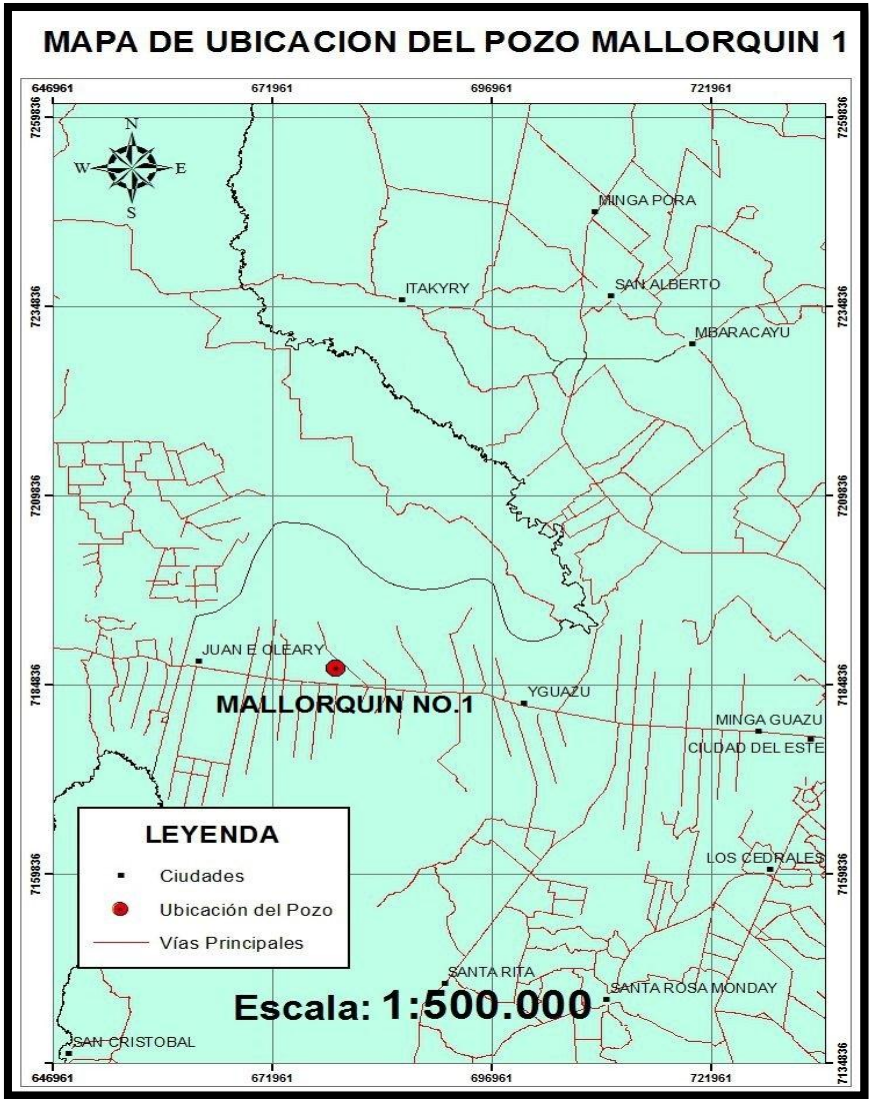
4. UBICACIÓN

La ubicación de la zona de trabajo corresponde a las coordenadas del pozo seleccionado para su estudio. En este caso fué seleccionado un pozo de exploración petrolera, el cual es; **Mallorquín No. 1** ($25^{\circ} 28' 48''$ S; $55^{\circ} 16' 40''$ W).



Mapa 1: MAPA POLITICO DEL PARAGUAY; señalando la posición del pozo de exploración petrolera (Mallorquín No. 1.).

El Pozo Mallorquín No. 1 corresponde a la única zona laboral (Zona Alto Paraná), para acceder al sitio se toma la Ruta Nacional Número 7, (Dr. Gaspar Rodríguez de Francia), luego para desviar en este punto a la izquierda, distante 5 Km de la localidad.



Mapa 2: Mapa de Ubicación del pozo Mallorca Número 1.

5. ASPECTOS GEOGRAFICOS DE LA ZONA ESTUDIADA.

Zona Alto Paraná: Alto Paraná, ubicado al Este de la Región Oriental, está comprendido entre los paralelos 24° 30' y 26° 15' de Latitud Sur y los meridianos 54° 20' y 55° 20' de Longitud Oeste. Limita al Norte con Canindeyú, al Oeste con Caaguazú y Caazapá, al Sur con Itapúa, y al Este el río Paraná lo separa de Brasil y Argentina.

Las áreas próximas al río Paraná presentan pendientes pronunciadas, con altas barrancas en todo el curso del río, de norte a sur. Pueden señalarse las últimas salientes de las sierras de San Rafael, de Itapúa y las de San Juan Nepomuceno, de Caazapá, que penetran en el territorio de Alto Paraná en las regiones fronterizas con estos departamentos. No existen desprendimientos significativos de estas sierras.

El río Paraná y sus principales afluentes: Itambey, Limoy, Yguazú, Acaray, Monday, Yacuy Guazú, Ypety y Ñacunday, así como numerosos arroyos, conforman el sistema hídrico. Los ríos Paraná y Acaray son utilizados por las hidroeléctricas Itaipú y Acaray respectivamente, situación que lo convierte en el departamento con mayor energía hidroeléctrica del país. Los ríos Monday y Ñacunday son también potenciales generadores de energía electrohidráulica. La estación meteorológica del departamento indica que la temperatura media anual es aproximadamente de 23 °C, con media máxima de 29 °C y mínima de 19 °C. Las frecuentes lluvias producen gran humedad ambiental, muy favorable para los cultivos agrícolas.

6. MARCO TEORICO

Considerando el ambiente depositacional glaciario para estas sedimentitas, se describen brevemente las características principales de los glaciares, la forma de erosión, transportes y sedimentación que estos producen, directa o indirectamente.

6.1. Características de los Glaciares

El principio del “actualismo”, basado en el conocimiento de los ambientes glaciarios actuales, nos indica cuál pudo haber sido la configuración de los ambientes glaciarios y los tipos de depósitos que éstos desarrollaron durante el Periodo Carbonífero. Por lo tanto, el registro estratigráfico puede brindarnos información de las características paleogeomorfológicas y por ende de los tipos de sedimentos depositados en dichos paleoambientes.

En la historia de la Tierra se reconocen varios episodios glaciarios desde tiempos precámbricos, que han quedado impresos en el registro geológico por diversas características erosivas y sedimentarias (Gutiérrez, 2008). Los glaciares se desarrollan en condiciones en las que la acumulación de nieve excede a la fusión de la misma, y esto requiere condiciones climáticas adecuadas para que ello así suceda, así como modelados que proporcionen lugares apropiados para su acumulación (Gutiérrez, 2008).

Los glaciares son capaces de transportar grandes cantidades de material rocoso a distancias considerables, pero no todos los detritos movilizados se deben a la actividad erosiva del glaciar. Las aguas resultantes de la fusión del hielo forman parte del sistema glacial y son el producto principal de la ablación de los glaciares (Gutiérrez, 2008). En este trabajo se considera también que pudo tener lugar en la misma época un ambiente periglacial, el cual se caracteriza por la presencia de suelos congelados y el predominio del ciclo de hielo y deshielo del terreno. El dominio periglacial se desarrolla en las zonas polares y en áreas alpinas de latitudes medias y bajas, en muchas cordilleras del mundo (Gutiérrez, 2008).

6.1.1. Clasificación de los Glaciares

Las actividades investigativas sobre las glaciaciones antiguas y actuales poseen diferentes direccionamientos. Los trabajos sobre Geología glacial los llevan a cabo los estudiosos del Cuaternario, que se ocupan fundamentalmente de la estratigrafía y cronología glacial, mientras que los geomorfólogos analizan los procesos glaciarios y el modelado resultante de la actuación de las masas de hielo, así como la evolución de las mismas. La Glaciología estudia la naturaleza, comportamiento físico y trabajo realizado por los glaciares (Gutiérrez, 2008).

Se han propuesto numerosas clasificaciones para las acumulaciones de hielo, pero las más utilizadas, ya que permiten una fácil diferenciación, son las que se basan en el régimen interno de la temperatura de los glaciares y en la geometría de los mismos.

6.1.1.1. Clasificación Térmica

La principal diferenciación en la clasificación térmica está en la temperatura del agua subglacial y la presión a la que está confinada por el peso de la potencia de hielo del glaciar, se clasifican en: a-) Hielo Frío y b-) Hielo Cálido. Debido a estos tipos de hielos se pueden diferenciar los: a-) Glaciares Polares y b-) Glaciares Templados.

6.1.1.2. Clasificación Morfológica

Esta clasificación se realiza en base a su geometría, posición y tamaño de las masas de hielo. Algunas acumulaciones están confinadas por la topografía y otras no presentan ningún tipo de confinamiento. Debido a esos factores citados anteriormente se clasifican en: a-) Casquetes de Hielos Continentales, b-) Plataformas de Hielo, c-) Casquetes de Hielos de Montañas o Mesetas y de

Llanuras, d-) Glaciares de Circo, e-) Glaciares de Valles de Tipo Alpino, f-) Glaciares de Valle del Tipo Salida o Escape, g-) Glaciares de Piedemonte, h-) Glaciares de Campos de Hielo e i-) Glaciares de Nicho o de Laderas.

6.1.2. Movimiento de los Glaciares

El hielo fluye sobre la superficie por acción de la gravedad, este movimiento produce la remoción de material de la zona de acumulación y su transporte hasta la zona de ablación del glaciar, en este flujo se distinguen dos tipos de procesos: a-) Deformación Interna y b-) Deslizamiento Basal, estos tipos de flujos están ligados de forma directa al tipo de glaciar según la clasificación térmica.

6.1.3. Procesos Erosivos

Son condiciones en las cuales los glaciares producen la erosión del medio rocoso, están sujetos a la variación de varios factores los cuales controlan la intensidad de la erosión, se engloban en tres grandes grupos: a-) Importancia del Sistema Glaciar, b-) Características del Sustrato Rocosos y c-) Geometría del Lecho Rocosos.

6.1.3.1. Tipos de Procesos Erosivos

Los procesos erosivos son muy variados por varios factores. Se identifican los siguientes: a-) Abrasión, b-) Fracturación y c-) Evacuación de Detritos.

6.1.4 Transporte y Sedimentación

Los glaciares tienen la capacidad de transportar grandes cantidades de materiales a distancias muy considerables, pero no todos los materiales transportados se deben a la capacidad erosiva del glaciar. La abundancia de detritos constituye un control importante para procesos sedimentarios y características glaciarias. La producción de sedimentos varía substancialmente entre dos casquetes y dos valles glaciares.

Estos detritos pueden transportarse dentro del glaciar en tres ambientes distintos. El material transportado sobre la superficie del hielo corresponde a los “detritos supraglaciares”. El material transportado dentro de la masa de hielo en donde su proporción con respecto al cuerpo de hielo rara vez supera los 15%, es conocido como “detritos endoglaciares”, por último, los materiales transportados por debajo de la masa o cuerpo de hielo son conocidos como “detritos subglaciares”. Existen también una cantidad considerable de factores que rigen las depositaciones en ambientes glaciarios y otros factores que modifican los detritos sedimentados. Existen tres tipos generales de sedimentación de till, los cuales son: a-) Deshielo Supraglacial, b-) Deshielo Subglacial y c-) Descarga Marginal. Este último se produce en los bordes del glaciar y produce la sedimentación de los detritos supraglaciares, los detritos endoglaciares y los detritos subglaciares.

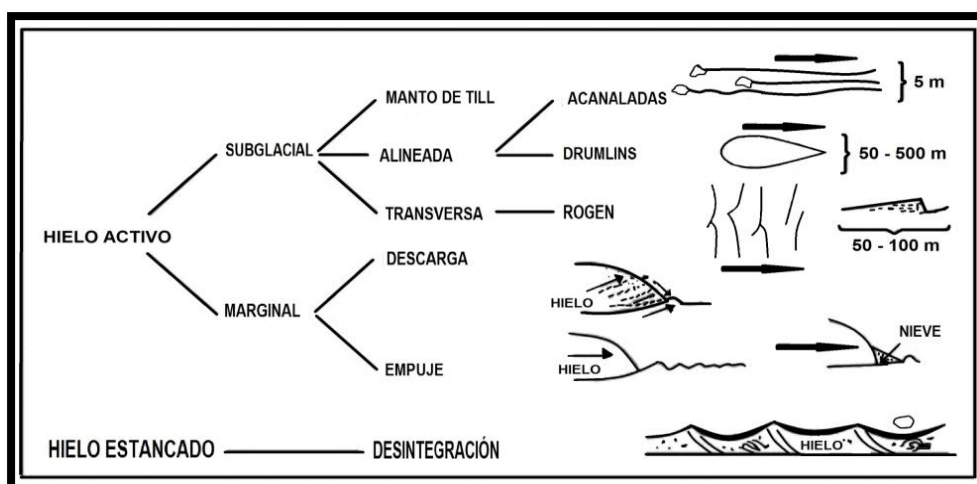


Gráfico 1: Clasificación de los tipos de hielos, los cuales dan lugar posteriormente a los diferentes tipos de depósitos y geformas. Extraído del libro de “Geomorfología” de Gutiérrez Elorza M. 2008.

6.2 Antecedentes

Según la bibliografía, el primer estudioso de la geología del Paraguay, en realizar citaciones correspondientes a rocas de un ambiente glaciario fue Boettner (1947). Posteriormente Harrington (1950), confirma estas observaciones realizadas por Boettner; además de confirmar la existencia de estas sedimentitas, realiza una comparación y logra correlacionar a estas rocas, agrupándolas dentro de la denominación de Serie de Tubarão de la Cuenca del Paraná, correspondiente al Carbonífero Superior y Pérmico Inferior (Hoja Coronel Oviedo, 1999).

Seguidamente Eckel (1959), utiliza también la denominación de Serie Tubarão, nombrado por Harrington (1950). Posteriormente se describen unas areniscas intercaladas con tillitas, asignándolas como correspondientes a la Formación Tubarão del Carbonífero Superior, nueva denominación hecha por Putzer (1962).

La denominación de Formación Tubarão fué cambiada luego por la de Serie Cerro Corá, en trabajos anónimo de 1966, Cuadrícula 40 y 41. La designación provisoria de Serie Gondwana y Serie Tubarão, lo propuso, Comte (1968) para caracterizar las tillitas, siltitas y areniscas glaciarias de la región centro sur del país Orué (1996). Extendiendo los trabajos anteriores Hutchinson (1979), considera a la unidad compuesta por areniscas conglomerádicas, siltitas y arcillitas, denominándola como Secuencia Permo-Carbonífera (Hoja San José, 1998).

Como resultado de las exploraciones mineras realizadas por The Anschutz Co. (1981) se incluyó a todas las rocas del Carbonífero Superior y las del Pérmico Inferior, nominándolas como rocas del Permo-carbonífero Inferior y rocas del Permo-carbonífero Superior.

Posteriormente, continuando los trabajos en las rocas glaciarias del Carbonífero, Wiens (1982) nombró a esta secuencia como Formación Coronel Oviedo (Proyecto PAR 83/005, 1986).

La descripción de este conjunto de rocas, diferenciándolo en diamictitas, arcillitas y ritmitas agrupándolo como Grupo Coronel Oviedo, fue realizado por el Proyecto PAR 83/005 en el año 1986 (Hoja Villarrica, 2001).

Actualmente la denominación utilizada para referirse a esta secuencia estratigráfica del Carbonífero Superior y Pérmico Inferior es la Formación Coronel Oviedo.

6.3 Geología Regional

Con relación a las rocas de la Cuenca del Paraná del Paleozoico, Harrington (1950), elaboró un bosquejo geológico del Paraguay Oriental a escala 1:5.000.000 y describió los afloramientos a modo de poder interpretar la secuencia estratigráfica de esta cuenca en nuestro territorio, hasta hoy en día sigue siendo uno de los trabajos más representativos.

Desde allí surgieron un sinnúmero de trabajos que modificaron y/o complementaron las propuestas hechas por Harrington (1950), tales como: Eckel (1959), el mismo Harrington (1956-1972), investigaciones paleontológicas de Wolfart (1961), e investigaciones geológicas de Putzer (1962), The Anschutz Co. (1981) y Proyecto PAR 83/005 (1986), Debido a esto surgieron varias columnas estratigráficas en donde se establecían variantes de nomenclaturas para series, grupos, formaciones y miembros, todos éstos tomando en cuenta las observaciones anteriores realizados por otros autores.

El Paleozoico se inició con la sedimentación de conglomerados intercalados con areniscas conglomerádicas, las cuales van pasando de forma gradual a areniscas, formando este conjunto de rocas clásticas al Grupo Caacupé (Hoja San José, 1998).

El Eopaleozoico en el Paraguay está representado por unidades del Ordovícico Superior y Silúrico Inferior, los cuales se encuentran aflorantes en dirección NW-SE en el centro oeste del Paraguay Oriental (Proyecto PAR 83/005, 1986).

“Cariy Loma Playa Fósil del Devónico Paraguayo”, corresponde a un artículo publicado por Conradi (1938), a partir de esto quedaron descubiertas numerosas formaciones sedimentarias fosilíferas. Continuando con su trabajo, Harrington (1950), describe una gran variedad de fósiles del Silúrico correspondientes a: pelecípodos, trilobites y braquiópodos. Esto basado en las investigaciones y exploraciones hechas por Boettner (1940/1944).

Estas unidades Eopaleozoicas son designados como Serie Caacupé del Silúrico inferior y la Serie Itacurubí del Devónico Inferior, Harrington (1950), dividiendo a la Serie Caacupé en conglomerados Paraguarí y areniscas Piribebuy. Dentro de la Serie Itacurubí asigna a las arcillas de la cantera Vargas Peña y también a las areniscas intercaladas con arcillas aflorantes próximos a la ciudad de Eusebio Ayala. Nuevamente Harrington (1956), designó con el nombre de Grupo Caacupé y Grupo Itacurubí, pero mantenía aun las edades asignadas en el trabajo anterior, siendo esta aceptada posteriormente por Eckel (1959). Seguidamente, la subdivisión del Grupo Caacupé en tres unidades; Areniscas Tobatí, Areniscas de Cerro Jhú y Conglomerados Paraguarí, fue hecha por Harrington (1972).

El Grupo Itacurubí se divide en Areniscas de Eusebio Ayala, Lutitas de Vargas Peña y Areniscas de Cerro Pero, Wolfart (1961) y le atribuye un origen marino de edad Llandoveryana, debido al contenido fosilífero (Hoja San José, 1998). La confirmación de la edad Silúrica inferior para los fósiles encontrados en la Formación Vargas Peña fue hecha por Escobar (1978), (Hoja Caacupé, 1999). Estas denominaciones fueron aceptadas y utilizadas por diferentes autores posteriores.

La modificación de la estratigrafía del Grupo Itacurubí, en donde se reconocieron tres unidades, diferentes a las reconocidas por Harrington anteriormente, fue hecha por Orué, D. et al., (1992), (Hoja Caacupé, 1999).

Correspondiente a las rocas Devónicas, no se observan aflorantes en el campo, sino que se conocen registros de ellas en los pozos Asunción 1 y 2 Pecten (1982), en donde se realizaron descripciones de aproximadamente 450 m. de espesor de sedimentos devónicos. A pesar de no ser datables, son considerados como Silúrico Superior a Devónico Inferior (Hoja Coronel Oviedo, 1999). La reactivación tectónica, a partir del Devónico Superior, aborta la sedimentación de la

secuencia en toda la Cuenca y estructura localmente el área central de la Región central del país (Hoja San José, 1998).

Para la secuencia Paleozoica Superior, Harrington (1950), cita ocurrencias de conglomerados glaciarios, areniscas y arcillitas de la Serie Tubarão, de edad Carbonífero Superior a Pérmico Inferior, bajo la denominación de Serie Independencia, también emplea por vez primera el término Formación Misiones, para designar rocas clásticas rojas, a las cuales les asignó una edad Triásica. Luego Eckel (1959) correlaciona estas unidades permocarboníferas y mesozoicas con formaciones brasileras.

Las secuencias Pérmicas están representadas actualmente por el Grupo Independencia. Harrington (1950), describe en los alrededores de la ciudad de Villarrica, una sucesión de sedimentitas arenosas y arcillosas como pertenecientes a la Serie Independencia ubicándolas como correspondientes al Pérmico Superior. La correlación estratigráfica de estas secuencias con las del lado brasilero fue realizada por Eckel (1959); posteriormente Putzer (1962) describe restos fósiles de vegetales en estas secuencias Pérmicas.

Esta es separada en una unidad inferior y otra superior, se las denomina rocas permocarboníferas, diferenciándolas principalmente por sus características ambientales, en donde la secuencia inferior es conglomerática y en la secuencia superior se encuentra con una alternancia areno-arcillosa. The Anschutz Co. (1981), define la unidad permocarbonífera subdividiéndola en dos Grupos: Permocarbonífero Inferior, el cual sería el Grupo Coronel Oviedo y el Permocarbonífero Superior que sería el Grupo Independencia, este último compuesto por las formaciones: San Miguel, Tacuary, Tapytá y Cabacué. Posteriormente el (Proyecto PAR 83/005, 1986), reconoce ambos grupos establecidos anteriormente por The Anschutz Co. (1981), pero para la unidad superior el Grupo Independencia, reconoce sólo dos formaciones: San Miguel y Tacuary.

Para el Mesozoico, fue Harrington (1950), quién utilizó por primera vez el nombre de Formación Misiones en la literatura geológica paraguaya, atribuyéndole una edad Triásica. También describe al noreste del país extensos derrames basálticos, a los cuales denomina rocas eruptivas de Serra Geral. Eckel (1959)

confirmó la correspondencia de los sedimentos clásticos de la Formación Misiones y menciona las mismas rocas basálticas descritas por Harrington, como aflorantes a lo largo del Río Paraná. Las Formaciones Tapytá y Cabacué que fueron incluidas dentro del Grupo Independencia, fueron consideradas como la base fluvial de las areniscas eólicas de la Formación Misiones (Proyecto PAR 83/005, 1986).

La Formación Sapucaí nominada por Palmieri & Velázquez (1982), corresponde a intrusivas alcalinas de edad Jurásico Superior a Cretácico Inferior, observando que se agrupa en áreas totalmente tectonizadas y pertenecientes a grandes alineamientos estructurales (Proyecto PAR 83/005, 1986). Siguiendo la secuencia estratigráfica se encuentra la conocida Formación Alto Paraná, el cual corresponde a basaltos predominantemente toleíticos, que afloran de dirección Norte-Sur (Proyecto PAR 83/005, 1986).

A partir del Cretácico Superior, se produjo un nuevo evento depositacional con sedimentos de ambientes fluviales, y vuelve a presentarse como recubrimiento de la superficie basáltica en la Cuenca del Paraná (Proyecto PAR 83/005, 1986).

La Era Cenozoica en nuestro territorio se encuentra marcado por una amplia movimentación vertical con sedimentación de fanglomerados y vulcanismos en la Región Oriental. Esta reactivación Cenozoica producto de la separación continental se desarrolló con reflejos de carácter de “*Rift*” en las cuencas sedimentarias en el interior de América del Sur (Proyecto PAR 83/005, 1986). A esto se lo definió como un sistema de fallas, a la cual se denominó como Graben de Ypacaraí (Harrington, 1950); luego Putzer (1962), se refiere a estas estructuras como zonas de fallas subverticales y que el Ciclo Tectónico Sudatlántico reestructura nuevamente la Cuenca del Paraná a partir del Triásico, formando en el interior de los continentes estructuras distensionales. DeGraff (1981), confirma la idea de fallas normales orientadas de dirección N-S, subsiguientemente (Proyecto PAR 83/005, 1986), lo denominan “Rift de Asunción”, en donde la estructura en general es reactivada durante el Ciclo Tectónico Andino en el Paleógeno, dando como resultado la morfología actual.

Primeramente (Harrington, 1950), denominó a esta unidad de relleno del Rift de Asunción como Formación Misiones, debido a la litología, su color y la época de

deposición, aceptado y utilizado posteriormente por varios autores: (Eckel, 1959), (Anónimo, 1966) y (The Anschutz Co., 1981).

El relleno de esta fosa fue denominado como Formación Patiño por, Spinzi (1982), pero esta denominación fue utilizada inicialmente por: Gómez, (1979) y Franco et al., (1980). Gómez, (1991), nombra a esta secuencia como “Grupo Asunción”, posteriormente fue utilizado luego por Bartel, (1994) y Orué, (1996).

Ligados a este evento, son conocidas en los alrededores de la ciudad de Asunción, rocas magmáticas intrusivas alcalinas desde Bertoni (1921), Boettner (1947), Miraglia (1965) y Stormer et al. (1975).

La ocurrencia de nefelinitas aflorantes en los alrededores de Asunción es descrita por Bitschene (1987). Luego Bitschene & Báez (1989), analizan químicamente los basaltos y fonolitas de la Provincia Central. Comin-Chiaramonti et al. (1991), describe la petrología y química de los xenolitos incluidos en esta roca.

La datación por el método K/Ar de las fonolitas traquiíticas del Cerro Giménez, dando una edad de 66,0 Ma., fue hecha por, Velázquez et. al. (1992), por lo que asignaron que estas rocas pertenecerían a la fase magmática del Ciclo Tectónico Andino del Paleógeno Inferior.

6.4 Geología Glacial Paleozoica en Paraguay y en otras Regiones de Gondwana.

Gondwana fue una gran masa continental que se forma hacia finales del Proterozoico y sobrevivió con pequeñas modificaciones hasta el Mesozoico. Su nombre deriva de la región central de la India donde aflora una sucesión de estratos relativamente continua que se extiende desde el Carbonífero Superior al Cretácico Inferior. Estas rocas sedimentarias poseen restos fósiles de vegetales nombrados “Glossopteris”, cuyas características permitieron a los paleontólogos el poder establecer una correlación bioestratigráfica con otras sucesiones sedimentarias de África, Sudamérica, Australia y Antártida (Veroslavsky, 2006).

Durante el Eopaleozoico y afectando la mayor parte de Gondwana Occidental, tuvo lugar un importante evento glacial, conocido como; “Glaciación Gondwánica”. Se encontraron depósitos relacionados a este evento en Bolivia, Argentina, Brasil, Uruguay, Sudáfrica, Antártida y también en nuestro país. Este evento paleoambiental no fue un evento isocrónico, dependió de su edad, de su posición paleolatitudinal de la región considerada.

Según los registros, los más antiguos corresponderían a lo de Bolivia, mientras que los más jóvenes se encuentran en Sudáfrica, correspondiendo al Pérmico Inferior. Entonces, la “Glaciación Gondwánica” incluye al menos tres eventos principales correspondientes al; (a-) Devónico – Carbonífero Inferior, (b-) Carbonífero Superior y (c-) Carbonífero Superior al Pérmico Inferior, (Veroslavsky, 2006).

En la región Occidental del Paraguay, la columna estratigráfica de las cuencas sedimentarias estudiadas no presenta distinción entre el Carbonífero Inferior y Superior. Sin embargo en el Paraguay Oriental las sedimentitas del Carbonífero Superior suprayacentes a las rocas del Devónico y a las rocas del basamento cristalino del Proterozoico yacen en discordancia erosiva (Proyecto PAR 83/005, 1986), se encuentra de forma infrayacente a las rocas del Grupo independencia del Pérmico, en contacto discordante litológico, con superficie regular erosiva de las areniscas de la Formación San Miguel (Orué, 1996).

La unidad principal de las Rocas del Carbonífero es la Formación geológica en la cual está centrado nuestro estudio, la “Formación Coronel Oviedo”, que al norte del país esta unidad se interdigita con la Formación Aquidabán. Actualmente se considera a la Formación Coronel Oviedo como correlativa a la Formación Itararé del Brasil de edad Carbonífero (Estefaniano) – Pérmico, (Fúlfaro, 1996).

La Formación Coronel Oviedo contiene, diamictitas, comúnmente referidas como tillitas, areniscas y con finas intercalaciones de capas de argillitas, los afloramientos son pobres y escasos. En adición a las tillitas y areniscas con capas de argillitas, también se encuentran varvitas, al norte de la ciudad de Coronel Oviedo se encuentran afloramientos de tills supra-glaciarios, Fúlfaro (1996). Estos tills supra-glaciarios, presentan una matriz de granulación fina, cantos distribuidos de forma aleatoria y lentes de areniscas (Proyecto PAR 83/005, 1986).

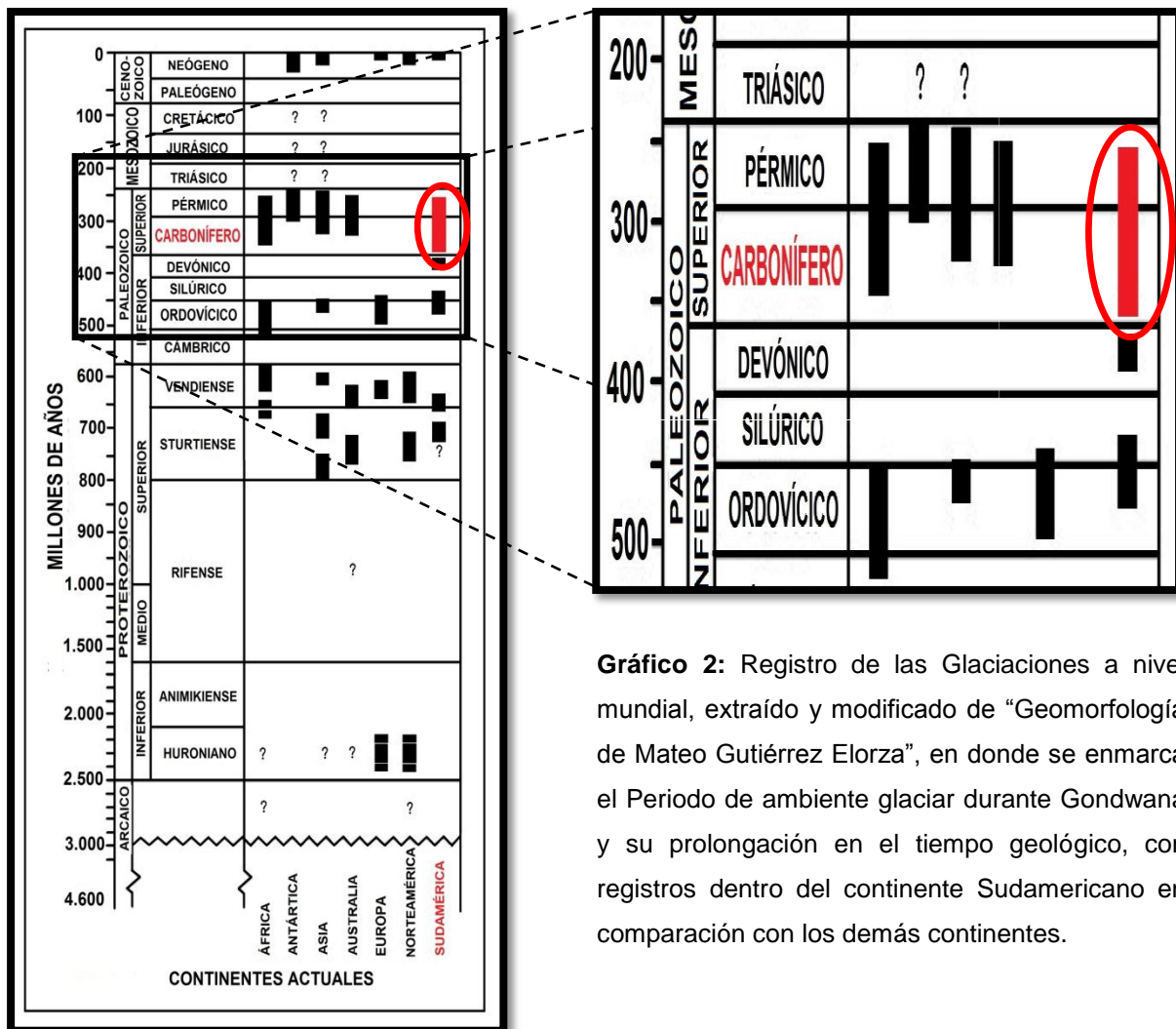


Gráfico 2: Registro de las Glaciaciones a nivel mundial, extraído y modificado de “Geomorfología de Mateo Gutiérrez Elorza”, en donde se enmarca el Periodo de ambiente glacial durante Gondwana y su prolongación en el tiempo geológico, con registros dentro del continente Sudamericano en comparación con los demás continentes.

También son mencionados depósitos de composiciones limo-arcilloso transportados, que recubren a siltitas amarillentas y friables los cuales poseen un alto porcentaje en presencia de cantos rodados, con cantos estriados de granitos rosados, pórfidos cuarcíferos y cuarcitas, todos éstos con diámetro máximo de 15 cm, correspondientes de la Suite Caapucú. Areniscas de grano fino muy uniforme de escasa cementación, masivas, a veces contienen rodados de pórfidos y cuarcitas de Caapucú diseminados irregularmente, lo cual indica la movimentación glacial de de Sur a Norte en nuestro país, (Palmieri & Velázquez, 1982).

Al Este de la ciudad de San José, en una pequeña cantera, se exponen unas areniscas finas macizas, alteradas y conglomerádicas, los cuales también presentan clastos de rocas metamórficas, en donde el tamaño oscila entre los 1 y 5 cm en sus ejes mayores y menores, son sub angulosos (desgastados en uno de sus extremos

y estrías) estos clastos o “*dropstones*” o “*guijarros caídos*” se encuentran dispersos, sin arreglo y algunos en disposición vertical, estos inferidos a depositaciones en ambientes marinos o lacustres distales e indican ambientes glaciofluviales asociados a un sistema lagunar (Hoja San José, 1998).

Para las sedimentitas glaciarias que se encuentran aflorantes en la zona central del país, se realizaron clasificaciones de acuerdo a las características litológicas, estas clasificaciones son las siguientes;

Areniscas y arcillitas intercaladas: corresponden a una sucesión de areniscas claras de finas a muy finas, de granos redondeados a subredondeados, con estratificación entrecruzada, dispuestos en capas de 7 a 10 cm, creciente hacia arriba, intercalada con arcillitas de colores claros, se presentan de forma planoparalela y se encuentran cortados por canales de sedimentos gruesos conglomerádicos, (Hoja Coronel Oviedo, 1999).

Diamictitas: son típicamente rocas mal seleccionadas con una matriz compuesta de arcillitas, siltitas y arena de grano fino, con presencia de clastos redondeados a subredondeados, desde guijas hasta bloques de forma circulares, oblatos, elipsoidales y planares evidenciando un transporte glacial. Según la misma bibliografía estas diamictitas corresponden a rocas pobremente seleccionadas, formadas por retrabajamientos rápidos y redepositación por flujos de lodos subacuados, en forma de deslizamientos de detritos los cuales son rápidamente descargados por glaciares, arroyos y ríos periglaciares hasta dentro del mar o grandes lagunas (Hoja Coronel Oviedo, 1999).

Areniscas y siltitas con dropstones: son las más típicamente características de esta unidad sedimentaria, los cuales presentan clastos aislados en un gran volumen de matriz, forma y composición de los clastos es idéntica a los de las diamictitas. En un área cercana este mismo grupo de rocas posee clastos de 60 a 70 cm de diámetro en sus ejes mayores, tiene forma elipsoidales, aplanados en uno de sus extremos, la deformación de estratificaciones poseen deformaciones de impacto por caída del clasto (Hoja Coronel Oviedo, 1999).

Ritmitas: son rocas laminadas que muestran una alternancia de capas de colores claros y colores oscuros, en las capas claras se distinguen granulometrías

correspondientes a fracción de limo grueso, con matriz arcillosa. Las capas oscuras se caracterizan principalmente por una fracción de limo más fina con mayor índice de matriz de color marrón oscuro debido a la oxidación y mayor cantidad de minerales opacos.

Según la bibliografía esta gran diversidad litológica en la Formación Coronel Oviedo, corresponde a una amplia diferenciación faciológica lateral y vertical en el área. La litología indica claramente un ambiente glacial a periglacial continental, transicional a marino raso (Hoja Coronel Oviedo, 1999).

La Formación Aquidabán, está expuesta al Norte de la Falla del Jejuí/Aguaray Guazú y sigue aflorando en el Estado de Matto Grosso del Sur, en el Brasil. El contacto suprayacente de la Formación, se encuentra en contacto discordante erosivo con la Formación Misiones de edad Triásico/Jurásico. El espesor es aproximadamente es de 1000 metros calculados a partir de sondeos. La denominación de Formación Aquidabán fue propuesta por la OEA (1975), (Proyecto PAR 83/005, 1986).

Gran parte de los depósitos de esta formación indican, como un todo, una deposición sobre control fluvial/deltaico, a partir de un área fuente, situada más al Norte. Para aclarar este problema, es necesaria la determinación de la posición estratigráfica de estos cantos estriados en el interior de la formación. Es posible, que se originen por una interdigitación con la Formación Cnel. Oviedo. Esta secuencia fue denominada como Serie Tubarão por Harrington (1950), también por Eckel (1959) y Putzer (1962), el cual posee sin dudas cantos estriados y facetados ya reconocidos anteriormente y por otro lado es evidente las indicaciones de sedimentación de origen fluvial, lo que evidencia un retrabajamiento de antiguos depósitos glaciares o detritos liberados por hielos flotantes (OEA, 1975).

En una sección geológica entre las ciudades de Concepción y Pedro Juan Caballero, la Formación Aquidabán muestra 4 secuencias de sedimentos que fueron denominados unidades A, B, C y D respectivamente.

La unidad A está constituida por areniscas de granulación variada, con matriz fina e intercalaciones de niveles conglomeráticos con cantos de tamaño de hasta 15 cm. Las estructuras sedimentarias presentes están constituidas por estratificación

cruzada y capas con espesores entre 1,5 a 2,0 m, con secuencia granulométrica decreciente de abajo hacia arriba.

La unidad B presenta areniscas muy finas, con cantos esparcidos en niveles estratificados y capas de diamictitas con gran presencia de cantos y lentes de areniscas de grano grueso, ambas de color rojo a lila. Las diamictitas muestran un pasaje lateral hacia capas de areniscas, con granulación fina a media, con cantos de hasta 10 cm., en tamaño de distribución dispersa. Las estructuras sedimentarias están constituidas por estratificación plano-paralela, estratificación cruzada en las areniscas de grano grueso y deformación en lentes de areniscas de tamaño pequeño. La constitución de la matriz de las capas de diamictitas, con granos de cuarzo dispersos, infiere a un origen por corrientes de lodo (Proyecto PAR 83/005, 1986).

La unidad C está constituida por areniscas de grano muy fino a fino de color rojo a rosa blanquecino, con estratificación horizontal predominante. Hay una alternancia con capas de areniscas arcillosas hasta lutitas. Las capas de areniscas de mayor espesor son de 0,5 m., frecuentemente silicificadas. En estas capas, están presentes estratificaciones cruzadas, causadas por migración de ondulitas. Algunos niveles presentan secuencia granulométrica decreciente de abajo hacia arriba. Frecuentes niveles de areniscas de grano fino, con ondulitas simétricas (7 cm de ancho), atribuyen una deposición original a un ambiente de aguas calmas, tal vez una planicie de creciente (Proyecto PAR 83/005, 1986).

La unidad D es conglomerática con las capas de conglomerados, presentando desde gravillas hasta cantos con 15 cm. Las capas conglomerádicas están asociadas con areniscas de grano grueso, ambas de coloración crema a rosa. Las estructuras sedimentarias, constituidas por estratificación cruzada en secuencias granulométricas decrecientes de abajo hacia arriba "*finning up – word*", indican deposición en canal fluvial, (Proyecto PAR 83/005, 1986).

La Formación San José del Grupo Palmar de las Islas, aflora en el borde Oriental del lago Palmar de las Islas, Estancia San José, en un área de 8.200 km². Está constituida por conglomerados polimícticos con cantos gruesos a medios de granito rosado, cuarzo blanco, lutitas negras, rocas porfídicas y cuarcitas, al parecer, en la base de una secuencia constituida por diamictitas. Comparando las rocas de

las formaciones del Carbonífero boliviano, Gómez (1986), cree que ésta unidad pertenece a la parte basal del Carbonífero y es correlacionada con el Grupo Machareti. En la localidad tipo, las rocas se presentan muy tectonizadas con numerosas fracturas de dirección N-S. Además se observan evidencias de fallas, ya que los estratos están tumbados y no es posible reconocer la posición original de los mismos (Proyecto PAR 83/005, 1986).

La Formación Cabrera del Grupo Palmar de las Islas, aflora en el Cerro Cabrera en un área de 1.760 km². Está constituida por areniscas, areniscas finas micáceas, laminares de colores crema, verde grisáceo y amarillento, diamictitas grises con abundante matriz y clastos de tamaño medio a fino, considerados de la misma edad que la formación anterior. Sobre esta unidad reposan, en forma discordante, unas areniscas masivas de grano medio a grueso y de regular selección que podría pertenecer al Mesozoico. Las fracturas observadas en el Cerro son semejantes, en características, a las reportadas en toda la región y al parecer está separada del Cerro del Caimán, en Bolivia, por una falla (Proyecto PAR 83/005, 1986).

En Uruguay se desarrollaron depósitos transicionales a marinos plataformales, muy ricos en fósiles que establecen una edad Devónico Temprano, se los atribuye a condiciones climáticas frías, no se encuentran evidencias de depositaciones bajo la influencia glacial en las unidades que integran el Grupo Durazno, (Formación Cerrezuelo, Cordobés y La Paloma). Las sedimentitas que se apoyan directamente sobre estas rocas del Devónico Uruguayo, si han sido acumuladas por acción glacial o bajo una fuerte influencia de estos procesos. Estos depósitos están representados por las Formaciones San Gregorio y Cerro Pelado, aun es controvertida la edad de la depositación basal, unos asumen que corresponde al Carbonífero Superior y otros consideran que corresponde a la base del Pérmico Inferior. Esta depositación se inicia a finales del Carbonífero con sedimentos predominantemente diamictíticos, arenosos conglomerádicos y subordinadamente, areniscas, pelitas y ritmitas, (Veroslavsky, 2006).

Las rocas de la Formación basal "Formación San Gregorio", son recubiertas de forma progresiva por una transgresión marina representada por una cuña clástica

fin a "Formación Cerro Pelado" el cual incrementa su potencia para el Noroeste, (Veroslavsky, 2006).

Este Ciclo Glaciogénico fue dividido por, De Santa Ana (2004) en los siguientes subciclos; (a-) Subciclo Glacial – Glacio Fluvio Lacustre (Sistema Río Negro) y (b-) Subciclo Glaciomarino (Sistema Cuchilla de Guazunambí), (Veroslavsky, 2006).

En la Argentina la Cuenca del Paraná es conocida como Cuenca Chaco-Paraná, al igual que en el Uruguay. Esta cuenca abarca parte de las provincias de Córdoba, Santa Fe, Santiago del Estero y Chaco, siendo la prolongación en la Argentina de la cuenca de Paraná de Brasil y Paraguay, (Gamundi, 1983).

En efecto, diversas perforaciones realizadas por Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), han atravesado amplios intervalos correspondientes al Paleozoico superior. Pádula y Mingramm (1969 a y b) han subdividido a esta secuencia en tres formaciones (Sachayo, Charata y Chacabuco) de las cuales la formación Charata es portadora de rocas diamictíticas de posible origen glacial. Según Pádula y Mingramm (1969) la formación Charata está compuesta por diamictitas de matriz arcillosa-limosa, con clastos de diverso orígenes (cuarcitas, lutitas negras, rocas ígneas y metamórficas), (Gamundi, 1983). La estratificación se encuentra pobremente desarrollada y existen intercalaciones de areniscas, es considerado como de edad Carbonífero Superior a Pérmico Inferior como las más aproximada, (Gamundi, 1983).

Es interesante destacar finalmente que las secuencias diamictíticas de la cuenca Chaco-Paranaense tendrían conexión no solo con las diamictitas del Grupo Itararé sino también con las de la Formación Sauce Grande en las Sierras Australes y cuenca del Colorado, formando una gran área de sedimentación predominantemente continental durante el Paleozoico superior, como lo sugieren Frakes y Crowell (1972)., (Gamundi, 1983).

7 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Este trabajo está basado en la interpretación sedimentaria y estratigráfica de la Formación Coronel Oviedo a partir de testigos de perforación, por cuestiones ajenas al desarrollo de la tesina, el acceso a las cajas en donde se encuentran depositados estos testigos, no fue concedido completamente, por lo que las descripciones de los segmentos (1, 2, 3 y 4), fueron realizadas de forma incompleta, aquellas secciones que no pudieron ser observadas fueron completadas utilizando los registros de perforación de la TEXACO INC.

Las descripciones sedimentarias que se encuentran resaltadas en negrita, corresponden a las secciones descriptas durante este trabajo y aquellas que no están resaltadas corresponden a las descripciones de los registros de perforación de la TEXACO INC.

El espesor total reinterpretado corresponde a 1810 m, el cual comienza a los 1180 m hasta los 2990 m de profundidad. Para una mejor interpretación y un mejor manejo se ha subdividido en cuatro (4) segmentos debido a que durante la aplicación de la descripción estratigráfica en el programa informático (Strater 4. Demo), se perdían algunas capas debido a su poco espesor en comparación al espesor de toda la secuencia.

El Segmento uno (1), va desde aproximadamente los 2520 metros, hasta aproximadamente los 2990 metros de profundidad.

El Segmento dos (2), va desde aproximadamente los 2120 metros hasta aproximadamente los 2520 metros de profundidad.

El Segmento tres (3), va desde aproximadamente los 1540 metros hasta aproximadamente los 1120 metros de profundidad.

Y por último el Segmento cuatro (4), va desde aproximadamente los 1180 metros, hasta aproximadamente los 1540 metros de profundidad.

7.1 SEGMENTO NÚMERO 1

Este primer segmento, corresponde a la parte más basal del pozo Mallorquín N° 1, y corresponden a los tramos que van desde los 3000 metros hasta los 2520 metros de profundidad.

7.1.1 SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

Profundidad (m)		Roca	Descripción	Tamaño de los Granos aplicados a (Strater 4)	Tipo de Depósito
Inicio	Final				
2530	2538	Basalto	Gris a negro muy duro, triturable, con mica, plagioclasa, piroxeno	10	Ígneo
2538	2545	Siltita Arenosa / Tillita	Gris oscuro, duro, triturable, irregular, masivo, granos de cuarzo subredondeados de fino a muy fino, cemento silíceo y también la matriz, con pirita y en partes porosidad visible	40	Fluvioglacial a Glaciar
2545	2551	Siltita Arenosa / Tillita	Medianamente gris oscuro, duro, triturable, irregular, masivo, de matriz y cementación silícea, con porosidad visible, inclusiones de gránulos de cuarzo ocasionalmente finos a muy finos, inclusiones erráticas ígneas, localmente fracturas verticales rellenas con calcita	40	Fluvioglacial a Glaciar
2551	2572	Basalto	Gris oscuro a negro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales de mica, plagioclasa, piroxenos y feldespatos	10	Ígneo
2572	2577	Arenisca	Gris claro, entre gris a verde claro, muy duro, granos clasificados subredondeados a subangulares, de finos a muy finos, cemento y matriz silícea. Localmente cercano a gris y verde, matriz argílica, porosidad visible, próximas a fracturas rellenas con mica y pirita	50	Fluvioglacial

2577	2591	Siltita Arenosa / Tillita	Medianamente gris, duro, triturable, irregular, silíceo, con inclusiones de granos de cuarzo de finos a muy finos, porosidad visible, fracturas rellenas localmente con clorita y pirita, gránulos gruesos ocasionalmente guijas, inclusiones erráticas de cuerpos ígneos indiferenciados	40	Fluvioglaciar a Glaciar
2591	2600	Conglomerado / Tillita	Verde claro a gris, muy duro, triturable, irregular, masivo, cristales cementados con sílice, gránulos a guijas de cuarzo y granos de granito rosado e inclusiones erráticas de cuerpos ígneos indiferenciados	95	Fluvioglaciar a Glaciar
2600	2612	Tillita / Siltita Arenosa	Marrón claro a gris, duro, triturable, irregular, inclusiones granulares de cuarzo muy finos ocasionalmente, localmente con siltitas	38	Fluvioglaciar a Glaciar
2612	2675	Basalto	Gris a negro muy duro, triturable, con mica, plagioclasa, piroxeno	10	Ígneo
2675	2691	Siltita / Arenisca	Gris claro, entre gris a marrón, en partes muy duro, ocasionalmente con granos finos a muy finos, cementado por sílice, porosidad visible, con glauconita, pirita, mica	45	Fluvioglaciar
2691	2700	Arenisca	Gris verdoso a gris oscuro, muy duro, granos fina a medianamente subredondeados, cemento silíceo, porosidad visible, con glauconita, ocasionalmente con fracturas subverticales rellenas con pirita	50	Fluvioglaciar
2700	2712	Basalto	Moderadamente gris oscuro, muy duro, con cristales ígneos finos, masivo, con cuarzo, feldespato, piroxeno	10	Ígneo
2712	2723	Basalto	Moderadamente gris oscuro, muy duro, con cristales ígneos finos, masivo, con cuarzo, feldespato, piroxeno	10	Ígneo
2723	2734	Diabasa	Gris oscuro a gris verdoso, de medio a fino, muy duro, triturable, irregular, masivo, con plagioclasa, piroxeno, en menos proporción cuarzo raramente angulosos, fracturas rellenas con clorita	15	Ígneo

2734	2743	Diabasa	Gris oscuro a gris verdoso, de medio a fino, muy duro, triturable, irregular, masivo, con plagioclasa, piroxeno, en menos proporción cuarzo raramente angulosos, fracturas rellenas con clorita	15	Ígneo
2743	2758	Diabasa	Gris oscuro a gris verdoso, de medio a fino, muy duro, triturable, irregular, masivo, con plagioclasa, piroxeno, en menos proporción cuarzo raramente angulosos, fracturas rellenas con clorita	15	Ígneo
2758	2773	Diabasa	Gris oscuro a gris verdoso, de medio a fino, muy duro, triturable, irregular, masivo, con plagioclasa, piroxeno, en menos proporción cuarzo raramente angulosos, fracturas rellenas con clorita	15	Ígneo
2773	2789	Basalto / Diabasa	Medianamente gris oscuro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales finos, con cristales medios a gruesos de plagioclasa, feldespato, piroxeno. Localmente con fracturas rellenas con clorita, con fracturas horizontales	15	Ígneo
2789	2804	Basalto / Diabasa	Medianamente gris oscuro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales finos, con cristales medios a gruesos de plagioclasa, feldespato, piroxeno. Localmente con fracturas rellenas con clorita, con fracturas horizontales	15	Ígneo
2804	2820	Basalto / Diabasa	Medianamente gris oscuro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales finos, con cristales medios a gruesos de plagioclasa, feldespato, piroxeno. Localmente con fracturas rellenas con clorita, con fracturas horizontales	15	Ígneo
2820	2845	Basalto / Diabasa	Medianamente gris oscuro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales finos, con cristales medios a gruesos de plagioclasa, feldespato, piroxeno. Localmente con fracturas rellenas con clorita, con fracturas horizontales	15	Ígneo

2845	2862	Basalto / Diabasa	Medianamente gris oscuro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales finos, con cristales medios a gruesos de plagioclasa, feldespato, piroxeno. Localmente con fracturas rellenas con clorita, con fracturas horizontales	15	Ígneo
2862	2896	Basalto / Diabasa	Medianamente gris oscuro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales finos, con cristales medios a gruesos de plagioclasa, feldespato, piroxeno. Localmente con fracturas rellenas con clorita, con fracturas horizontales	15	Ígneo
2896	2908	Basalto / Diabasa	Medianamente gris oscuro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales finos, con cristales medios a gruesos de plagioclasa, feldespato, piroxeno. Localmente con fracturas rellenas con clorita, con fracturas horizontales	15	Ígneo
2908	2914	Arenisca	Gris claro, de gris a medianamente verde, con granos finos a medios, subredondeados, bien seleccionados, de cemento y matriz silíceo, localmente de matriz argílica, porosidad visible, cercanos a fracturas angulares rellenas con calcita y solamente granos de glauconita incluidos	50	Fluvioglacial
2914	2926	Arenisca	Gris claro, gris a medianamente verde, granos subredondeados finos a medios, bien seleccionados, matriz y cemento silíceo, localmente con matriz argílica, porosidad visible, fracturas rellenas con calcita, y granos de glauconita incluidos	50	Fluvioglacial
2926	2941	Arenisca	Verde a finamente gris, muy duro, granos seleccionados medianos redondeados, glauconita en parte micáceo, con piritita y porosidad visible	50	Fluvioglacial
2941	2950	Conglomerado	Verde a ocasionalmente gris rojizo, predominantemente guijas de cuarzo, ocasionalmente inclusión de rocas fracturadas glauconita, sílice, cementación calcárea, porosidad visible	100	Fluvioglacial

2950	2956	Arenisca / Tillita	Medianamente gris a verde oscuro, gris claro, muy duro, granos muy finos a medios, ocasionalmente con granos finos a gruesos subangulares a subredondeados, cristales moderadamente seleccionados, cemento silíceo, matriz argílica, porosidad visible. Localmente cercano a verde, con glauconita, inclusión de guijarros, ocasionalmente con guijas erráticas incluidas, angulosas, fracturas rellenas con calcita	55	Fluvioglacial a Glaciar
2956	2972	Conglomerado	Gris pálido a verde, muy duro, guijarrosos con guijas medias redondeados ocasionalmente angulares, con clastos de cuarzo, inclusiones de cuerpos erráticos, cementación silícea, glauconita en poca proporción, ocasionalmente pirita, en partes con siltitas y arenisca (tillita)	100	Fluvioglacial
2972	2975	Arenisca	Gris pálido a verde, muy duro, con granos subredondeados de finos a medios, cristales bien seleccionados, matriz y cemento silíceo, porosidad visible, fracturas rellenas con calcita y pirita	50	Fluvioglaciares
2975	2981	Conglomerado	Gris a verde, muy duro, triturable, masivo, guijas de tamaños medios raramente guijarros (mayores), predominantemente cuarzo, cementación silícea, porosidad visible	100	Fluvioglaciares
2981	2990	Arenisca	Gris pálido a verde, muy duro, granos bien seleccionados subangulares de finos a medios, cementación silícea y matriz silícea, porosidad visible e inclusiones de glauconita	50	Fluvioglaciares

7.1.2 INTERPRETACIÓN

Considerando la secuencia estratigráfica ascendente, desde los 2990 metros, hasta los 1180 metros, se puede constatar, que se produjeron depositaciones e ambientes fluvioglaciares y ambientes glaciares. Primeramente areniscas fluvioglaciares desde los 2990 metros, luego depósitos de energías de transportes superiores que corresponden a los conglomerados por encima de estas areniscas, también de ambientes fluvioglaciares. Seguido nuevamente de areniscas fluvioglaciares hasta los 2972 metros de profundidad.

Posteriormente a esto se encuentran nuevamente conglomerados fluvioglaciares seguidos de tillitas glaciares a los 2956 metros, por encima de estas tillitas, se describen areniscas fluvioglaciares hasta los 2950 metros de profundidad. Depósitos de conglomerados fluvioglaciares fueron descritos entre los 2950 – 2941 metros de profundidad.

Desde los 2941 metros de profundidad, hasta los 2908 metros, se produjeron depositaciones de areniscas fluvioglaciares, las cuales son cortadas por una intrusión de basaltos y diabasas, esto está registrado desde los 2908 metros hasta los 2700 metros de profundidad. Estas intrusiones se produjeron post-depositaciones glaciares y produjo un ensanchamiento vertical de toda la columna estratigráfica de la Formación Coronel Oviedo.

Desde los 2700 metros, se encuentran nuevamente unas areniscas atribuidas a depósitos fluvioglaciares, hasta los 2691 metros de profundidad. Siltitas y Areniscas son también descritas entre los 2961 – 2675 metros., los cuales corresponden a depósitos de ambientes fluvioglaciares y son cortados nuevamente por intrusiones de basaltos en forma de *sill*. Registrados entre los 2675 – 2612 metros de profundidad.

Por encima de estas intrusiones de basaltos, aparecen unas tillitas finas de ambientes glaciares, hasta los 2600 metros, luego aparecen nuevamente depósitos de tillitas con otras litologías, como conglomerados y siltitas arenosas, el cual nos indica un avance y retroceso del cuerpo de hielo, intercaladas con ambientes

fluvioglaciares, hasta los 2572 metros. Continua la sedimentación de litologías correspondientes a ambientes glaciares y a ambientes fluvioglaciares, esto evidenciado en las descripciones obtenidas a partir de los registros de perforación de la TEXACO INC. Posterior a los depósitos de tillitas, se produjeron también depositaciones de siltitas arenosas correspondientes a ambientes fluvioglaciares, esto hasta los 2538 metros de profundidad.

Entre los 2538 metros y los 2530 metros, el cual corresponde al techo de este segmento, se describen a intrusiones nuevamente de basaltos.

Cantidad de Litologías Ígneas	Cantidad de Litologías Sedimentarias
16	17
Total de Litologías	33

Tabla 1: Litologías Ígneas en comparación a las litologías sedimentarias en el segmento número 1.

Litologías Sedimentarias	Cantidad	Porcentaje
Fluvioglaciares	14	82,35 %
Glaciares	3	17,64 %
Total	17	100 %

Tabla 2: Litologías sedimentarias con relación a los porcentajes, mostrando el predominio ambiental de depositación

En este segmento, correspondiente a las secciones más profundas del Pozo Mallorquín No. 1., podemos observar, según los registros de perforación, que ocurrieron varios avances y retrocesos del cuerpo de hielo y posteriores desarrollos de posibles ríos de deshielos. Analizando la secuencia estratigráfica de este segmento, predominan depósitos fluvioglaciares.

No podemos hablar de épocas de deshielo, debido a que no contamos con registros de secuencias estratigráficas en otras áreas geográficas, con las cuales se podrían realizar correlaciones.

7.2 SEGMENTO NÚMERO 2

Este segundo segmento, corresponden a las profundidades que van desde 2520 metros de profundidad hasta los 2118 metros.

7.2.1 ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

Profundidad (m)		Roca	Descripción	Tamaño de los granos aplicados a (Strater 4)	Tipo de Depósito
Inicio	Final				
2118	2134	Diabasa	Gris claro, verde claro a verde oscuro, muy duro, con cristales irregulares de plagioclasa, feldespato, piroxeno y pirita	15	Ígneo
2134	2164	Diabasa	Gris claro, verde claro a verde oscuro, muy duro, con cristales irregulares de plagioclasa, feldespato, piroxeno y pirita	15	Ígneo
2164	2194	Diabasa	Gris claro, verde claro a verde oscuro, muy duro, con cristales irregulares de plagioclasa, feldespato, piroxeno y pirita	15	Ígneo
2194	2225	Diabasa	Gris claro, verde claro a verde oscuro, muy duro, con cristales irregulares de plagioclasa, feldespato, piroxeno y pirita	15	Ígneo
2225	2316	Diabasa	Gris claro, verde claro a verde oscuro, muy duro, con cristales irregulares de plagioclasa, feldespato, piroxeno y pirita	15	Ígneo
2316	2356	Fractura / Tillita	Localmente verticales, Rellenas con calcita, pirita, calcopirita, cuarzo. Estas fracturas se encuentran dentro de unas tillitas gris claro a gris oscuro, de matriz arenosa muy fina, mal seleccionadas, masivas, muy cohesivas, con clastos subangulares a subredondeados y en menor proporción clastos	7	Glaciar y Tectónico

			redondeados, compuestas de cuarzo, granito y calcáreas, también clastos ígneos indiferenciados.		
2356	2359	Siltita / Tillita	Roca gris oscuro, de grano limoso, mal seleccionada, matriz soportado, arcillosa, baja redondez, subangular a subredondeado, muy cohesivo y cementación silícea, con clastos menores a 1 mm hasta los 50 mm, angulares, subangulares, subredondeados y en menor proporción redondeados, de cuarzo, cuarzo lechoso, cuarcita, calcáreos e ígneos indiferenciados	38	Fluvioglacial a Glaciar
2359	2365	Tillita	Localmente cercanos a guijas gruesas, predominantemente gránulos de guijarros de cuarzo rosa subredondeados y granitos también otros materiales ígneos indiferenciados. Por debajo se encuentran unas tillitas gris oscuro a negro, de matriz limosa, mal seleccionada, matriz soportado, masivo, muy cohesivo, de cementación silícea, con clastos de cuarzo, cuarcita, granito y ocasionalmente clastos calcáreos, subredondeados a subangulares, con tamaños menores a 1 mm hasta los 20 mm aproximadamente	45	Glaciar
2365	2371	Tillita / Siltita	De textura limosa, mala selección, matriz soportada, gris oscura a negra, masivo en toda la sección, no se observan contacto, muy cohesivo, cementación silícea, con presencia de clastos muy variados (menores a 1 mm hasta 40 mm aproximadamente), clastos de cuarzo, calcáreos e ígneos indiferenciados, angulosos, subangulosos y subredondeados, algunos clastos se encuentran facetados	38	Glaciar a Fluvioglacial
2371	2374	Lutita	Roca arcillosa, masiva, no se observan los contactos superiores ni inferiores, muy cohesivo, de cementación silícea, gris oscuro, con presencia de clastos	20	Glaciolacustre

			subredondeados a redondeados de rocas ígneas indiferenciadas relativamente alteradas, con tamaños desde los 1mm hasta 10 mm aproximadamente, algunos se presentan afacetados		
2374	2386	Tillita / Siltita	Tillita gris claro a gris oscuro de matriz limosa, mal seleccionada, matriz soportada, masiva, muy cohesiva, cementación silícea, clastos de cuarzo, cuarzo rosa, cuarzo ahumado, granito, calcáreos y otros cuerpos ígneos indiferenciados, los clastos son angulosos, subangulosos y subredondeados con tamaños variables desde menos a 1 mm hasta 75 mm aproximadamente. Posterior se encuentran unas siltitas de color gris claro bien seleccionadas, masivas, cohesivas	38	Glaciar a Fluvioglaciar
2386	2393	Tillita	Matriz limosa de color gris claro a gris oscuro, masivo, grado creciente, muy cohesivo, de cementación silícea, clastos subangulares a subangulares con tamaños que van desde los 1 mm hasta los 40 mm aproximadamente, compuestas por cuarzo, cuarzo rosado y cuerpos ígneos indiferenciados, algunos clastos presentan carbonatos como cemento	45	Glaciar
2393	2399	Ritmita / Varvita	Lutitas intercaladas con tillitas y siltitas. En la parte superior el contacto gradacional con las lutitas y la parte inferior contacto gradacional con las siltitas. Las lutitas de color gris oscuros a gris verdoso en partes, masivos y en partes laminadas, cementadas por sílice, ocasionalmente con clastos blancos subredondeados sin marcas secundarias de sedimentación con tamaños desde los 1 mm hasta los 10 mm. Las siltitas de color gris claro a gris verdoso, bien seleccionada, en partes masivo y estratificado (laminado), muy cohesivo, de cementación silícea, ocasionalmente con clastos subangulares de hasta 5 mm de tamaño	25	Glaciolacustre

2399	2408	Ritmitas	Gris claro a gris oscuro, triturable, irregular, cementación silícea, con estratificación entrecruzadas, intercalados con lutitas finas de color gris oscuro a negro laminadas en partes y masivas en partes, muy cohesiva, de cementación silícea	30	Glaciolacustre
2408	2423	Tillita /Siltita	En esta sección la sedimentación se inicia con unas tillitas, gris oscuro de matriz limosa soportada, mal seleccionada, masivo, contacto gradacional con las siltitas superiores, cementación silícea, con clastos subredondeados de cuarzo, granito e ígneos, algunos clastos presenta facetas, de tamaños que van desde los 1 mm hasta los 20 mm aproximadamente. Luego unas siltitas bien seleccionadas gris claro en partes oscuras, masivo, contacto gradacional con las tillitas inferiores, cohesivo de cementación silícea, ocasionalmente con clastos angulosos de cuerpos carbonáticos con 10 mm de tamaños aproximadamente	38	Glaciar a Glaciolacustre
2423	2429	Tillita / Arcillita	La sección comienza con una tillita de color gris claro a gris oscuro matriz soportada, masivo, contacto gradacional con las arcillitas inferiores, muy cohesivo, de cementación silícea. Con presencia de clastos subredondeados de 1 mm a 20 mm, en las tillitas superiores. Por debajo de las tillitas se encuentran arcillitas grises, ocasionalmente con clastos de hasta 20 mm sin marcas de deformación sedimentaria, muy cohesivo y masivo, de cementación silícea	25	Glaciar a Glaciolacustre
2429	2432	Arenisca / Tillita	Medianamente gris, moderadamente duro, triturable, con guijas finas a muy finas subangulares a subredondeadas con cementaciones silíceas y matriz argílica, con buena porosidad visible, ocasionalmente con guijas de cuarzo y cuerpos ígneos erráticos.	50	Fluvioglaciar a Glaciar

2432	2438	Siltita / Tillita	<p>En esta sección se identifican dos tipos de rocas principales, en la parte superior unas siltitas y en la parte superior unas tillitas. Las siltitas de color gris claro a gris verdoso, bien seleccionadas, en partes masivas y en partes laminadas, medianamente cohesivas, de cementación silíceas.</p> <p>Las tillitas con matriz limosa de color gris claro a gris oscuro y gris verdoso, mal seleccionada, contacto gradacional con las siltitas superiores, cohesivo, cementado por sílice. Clastos subangulares y subredondeados de cuarzo, granito, cuarcita y cuerpos ígneos indiferenciados, los tamaños varían entre 1 mm hasta aproximadamente 35 mm</p>	38	Fluvioglacial a Glaciar
2438	2444	Siltita	<p>Roca de color gris claro a gris oscuro, tamaño limo, seleccionada regularmente, matriz soportada, masiva, grado decreciente, cohesivo, de cementación silícea, con inclusiones de cuerpos erráticos que van desde tamaños menores a 1 mm hasta los 10 mm, de cuarzo, cuarzo lechoso, cuarcita, granito e ígneos indiferenciados, subredondeadas a subangulares.</p>	30	Glaciolacustre
2444	2453	Tillita	<p>La secuencia se inicia con la depositación de unas tillitas limosas gris oscura, mal seleccionadas, masivas, de contacto irregular con las siltitas inferiores, clastos de tamaños pequeños que van desde los 1 mm hasta los 10 mm, clastos compuestos de cuarzo, y rocas ígneas indiferenciadas. Por debajo unas areniscas grises claras a oscuras, bien seleccionadas, masivas y estratificada en partes, cohesivo de cementación silícea</p>	45	Glaciar
2453	2475	Tillita	<p>Matriz limosa fina, mal seleccionada, con granos subredondeados, masivo, contacto gradacional entre las areniscas superiores y las tillitas inferiores de la sección, gradación creciente, cohesivo,</p>	45	Glaciar

			de cementación silíceas, la tillita de coloración gris claro a gris verdoso claro, los clastos son de cuarzo, granito, subredondeados, subangulares y angulares, en variados de tamaños desde los 1 mm hasta los 20 mm.		
2475	2487	Arenisca / Tillita	Gris claro a verdoso muy duro, con granos muy finos subangulares a subredondeados, de matriz argílica verde, con porosidad visible, micáceo, pirítico, fracturas verticales con calcitas y pirita, ocasionalmente inclusiones erráticas de guijas y gránulos de Siltita Arenosa	55	Fluvioglacial a Glaciar
2487	2499	Arenisca / Tillita	Verde claro a gris, moderadamente duro, triturable, con cristales cementados por sílice y de matriz argílica, con presencia sílice calcita y pirita. Inclusiones erráticas de cuarzo cercanos a guijas gruesas a finas y material ígneo indiferenciado	55	Fluvioglacial a Glaciar
2499	2514	Siltita Arenosa / Tillita	Gris oscuro muy duro, triturable, irregular, masivo, ocasionalmente con inclusiones de granos de cuarzo finos a muy finos. Localmente cercanos a una matriz argílica verde, cementación calcárea, porosidad visible, ocasionalmente guijas de cuarzo e inclusiones erráticas de material ígneo indiferenciado	40	Fluvioglacial a Glaciar
2514	2520	Arenisca	Verde claro a gris, muy duro y granos muy finos subangulares a subredondeados, con cristales bien seleccionado, cemento silíceo y calcáreo, de matriz argílica, porosidad visible, micáceo, pirítico con gránulos de Siltita Arenosa diseminado	50	Fluvioglacial

7.2.2 INTERPRETACIÓN

Siguiendo nuevamente una estratigrafía depositacional ascendente, este segmento comienza a los 2530 metros de profundidad, con unas areniscas fluvioglaciares, descritas hasta los 2514 metros. Posterior a las areniscas se encuentran unas tillitas glaciares seguidas de siltitas nuevamente de ambientes fluvioglaciares, esto hasta los 2499 metros de profundidad.

Desde los 2499 metros, hasta 2475 metros de profundidad, se encuentran depósitos de tillitas seguidas de areniscas, que indican avances y retrocesos del cuerpo de hielo, las areniscas depositadas en ambientes fluvioglaciares, productos probablemente de aguas de deshielo.

Entre los 2475 – 2453 metros, se describen depósitos glaciarios correspondientes a tillitas, que según las características observadas, se tratan de tillitas basales, de ambientes subglaciares. Estos depósitos de tillitas subglaciares se repiten hasta los 2444 metros.

Seguido a las tillitas subglaciares, se describen siltitas de ambientes fluvioglaciares, posteriormente depositaciones de tillitas y siltitas fluvioglaciares, hasta los 2432 metros. En la sección continua otra capa potente de tillita glaciar, seguida de areniscas fluvioglaciares, registradas hasta los 2429 metros.

Arcillitas oscuras y masivas de ambientes glaciolacustres, son descritas para este segmento a partir de los 2429 metros aproximadamente, seguida de tillitas glaciares. Entre los 2423 – 2408, se encuentran registradas siltitas laminadas de ambientes glaciolacustres y posteriormente tillitas nuevamente de ambientes glaciares. Indicativo de avances del cuerpo de hielo.

Ritmitas, característicos de ambientes glaciolacustres, son observados a partir de los 2408 metros, hasta los 2399 metros, por encima se encuentran varvitas y ritmitas, también característicos de ambientes glaciolacustres, estos no presentan marcas de deformación.

A partir de los 2393 metros son descriptos nuevamente rocas de ambientes glaciarios, con capas potentes de siltita, para luego pasar una vez más a las tillitas glaciarias, se repite hasta los 2374 metros aproximadamente. Nos indica retroceso del cuerpo de hielo, con el posterior desarrollo de ambientes fluvioglaciares, seguido del avance nuevamente del cuerpo de hielo evidenciado por las tillitas.

Lutitas oscuras de ambientes glaciolacustres son descriptas entre los 2374 – 2371 metros de profundidad, que corresponden a rocas formadas en lagunas de agua desdeshielo.

Siltitas de ambientes fluvioglaciares son descriptos a continuación en profundidades cercanas a los 2371 metros, para pasar posteriormente a tillitas glaciares, registradas hasta los 2369 metros.

Entre los 2350 – 2316 metros, se describen a tillitas glaciarias intercaladas con capas potentes de siltitas, finalizando estas sedimentitas en fracturas que dieron lugar a intrusiones de diabasa en forma de *Sill*, correspondientes al techo de este segundo segmento de la columna.

Cantidad de Litologías Ígneas	Cantidad de Litologías Sedimentarias
5	20
Total de Litologías	25

Tabla 3: Litologías Ígneas en comparación a las litologías sedimentarias en el segmento número 2.

Litologías Sedimentarias	Cantidad	Porcentaje
Fluvioglaciares	7	35 %
Glaciolacustres	4	20 %
Glaciares	9	45 %
Total	20	100 %

Tabla 4: Litologías sedimentarias con relación a los porcentajes, mostrando el predominio ambiental de depositación.

En este segmento, el predominio paleoambiental está dado por el avance y retroceso de masas de hielo, en un 45 % de ambientes glaciarios, luego le siguen sedimentitas de ambientes fluvioglaciares y por último las sedimentitas glaciolacustres.

7.3 SEGMENTO NÚMERO 3

Este tercer segmento, corresponde a las profundidades que van desde los 2118 metros hasta los 1539 metros.

7.3.1 ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

Profundidad (m)		Roca	Descripción	Tamaño de los Granos Aplicados a (Strater 4)	Tipo de Depósitos
Inicio	Final				
1539	1545	Arenisca	Roca arenosa media a fina de color gris claro, bien seleccionado, con granos subangulares, masivo en mayor proporción, en partes con estratificación entre cruzadas, muy cohesivo, de cementación silícea, en parte carbonáticos.	50	Fluvioglaciar
1545	1551	Basalto	Gris oscuro, de gris a negro, muy duro, triturable, irregular masivo localmente con cristales de mica, y fracturas rellenas con pirita y calcita, por debajo las areniscas finas gris claro a gris verdoso	10	Igneo
1551	1557	Arenisca / Varvita	Roca arenosa fina gris claro a gris verdoso, matriz arcillosa, buena selección, matriz soportada, esfericidad media, subredondeados a subangulares, masivo, contacto neto planar con lutitas, cohesivo, de cementación silícea. Por debajo lutitas, grises oscuras a negras, laminadas de contacto gradacional con las siltitas / tillitas inferiores, cohesivo a medianamente cohesivo, de cementación silícea, con clastos menores a 1 mm hasta los 10 mm de cuarzo e ígneos indiferenciados, algunos clastos muestran facetas.	40	Fluvioglaciar a Glaciolacustre

1557	1567	Tillita	Predominantemente tillita de color gris claro, con tamaño de grano limo y matriz arcillosa, mal seleccionada,, masivo, grado creciente, cohesivo a medianamente cohesivo, cementación silíceo. Con presencia de clastos menores a 1 mm hasta los 40 mm, subangulares a subredondeados, identificados cuarzo, calcáreos y cuerpos ígneos indiferenciados	45	Glaciar
1567	1582	Tillita / Varvita	De coloración gris claro a verdoso, matriz limosa, mala selección, matriz soportada. Masivo, muy cohesivo, de cementación silíceo, con presencia de clastos erráticos subangulosos y subredondeados incluidos, con tamaños que van desde los 1 mm hasta las 30 mm aproximadamente, de cuarzo y rocas ígneas indiferenciadas, intercaladas con lutitas gris oscuro a negro, laminada, poco cohesivo, con presencia de cantos que menores a 1 mm hasta los 10 mm, los cantos corresponden a dropstones con marcas de deformación por impacto, varvita	25	Glaciar a Glaciolacustre
1582	1591	Tillita / Ritmita	Roca gris claro a gris verdoso, de tamaño limoso, matriz arcillosa, mal seleccionada, matriz soportado, masivo con presencia de laminaciones entrecruzadas en partes, cohesivo, de cementación silíceo y en partes carbonáticos, con clastos menores a 1 mm hasta los 50 mm, subredondeados, subangulares a angulares.	35	Glaciar a Glaciolacustre
1591	1600	Siltita Arenosa	Roca de color gris claro a gris verdoso, limosa gruesa, con una selección regular, esfericidad media a baja, subredondeados a subangulares, laminado, en partes masivo, cohesivo, de cementación silíceo.	36	Glaciolacustre a Fluvioglaciar
1600	1606	Ritmita / Varvita / Tillita	En este tramo se depositaron varios tipos de litologías. Mínima y primeramente una siltita gris claro a gris verdoso, de tamaño limoso y matriz arcillosa, bien seleccionados, matriz soportada, esfericidad media subredondeado a subangular, grado creciente, laminado, cohesivo, de cementación silíceo, con clastos menores a 1 mm hasta los 20 mm de cuarzo y cuerpos ígneos indiferenciados. Por debajo una Lutita, gris oscuro	40	Glaciolacustre a Glaciar

			<p>a marrón y negra, matriz soportada, laminada en partes y entrecruzadas en partes, contacto irregular, con las siltitas inferiores, muy cohesivo, de cementación silíceo, con clastos menores a 1 mm hasta los 30 mm, en este tramo se observan típicas formas de deformación por carga glacial, micropliegues y microfracturas.</p> <p>Por último se encuentran unas tillitas, grises claras a oscuras, limosas, con muy mala selección, masiva, gradacional creciente, cohesivo, cementación silíceo, con tamaños de clastos que van desde, menores a 1 mm hasta los 90 mm aproximadamente, clastos de cuarzo y rocas ígneas indiferenciadas</p>		
1606	1609	Siltita / Tillita	<p>Comienza con una siltita gris claro, bien seleccionado, matriz soportado, laminado, de contacto gradacional con las tillitas inferiores, cohesivo, cementado por sílice.</p> <p>Por debajo unas tillitas de tamaños matricial limoso, mal seleccionada, matriz soportada, masiva, de contacto gradacional, cohesiva, cementada por sílice, con clastos de cuarzo, cuarzo lechoso, calcáreos e ígneos indiferenciados, de tamaños menores a 1 mm hasta los 15 mm aproximadamente</p>	38	Fluvioglacial, Glaciolacustre a Glacial
1609	1615	Siltita Arenosa / Tillita	<p>Medianamente gris, a marrón, duro, triturable, cristales cementados con sílice, matriz argílica, granos de cuarzo moderadamente subredondeados de tamaños muy finos a gruesos, guijarros finos de cuarzo e inclusiones erráticas ígneas indiferenciadas</p>	40	Fluvioglacial a Glacial
1615	1633	Tillita / Ritmita	<p>Roca gris oscura a negra, de tamaño limo, mal seleccionada, masiva, cohesiva a muy cohesiva, cementada por sílice, con clastos de cuarzo, cuarzo rosa e ígneos indiferenciados, menores a 1 mm hasta los 15 mm, subredondeados, subangulares a angulares, algunos clastos cementado por carbonatos.</p> <p>La siltita gris claro a gris verdoso, limosa bien seleccionada, matriz soportada, laminada, de contacto gradacional, cohesivo, cementado</p>	35	Glacial a Glaciolacustre

			por sílice, con clastos de cuarzo, cuarzo rosado, granito e ígneos indiferenciados, menores a 1 mm hasta los 20 mm subredondeados a subangulares, con marcas de deformaciones secundarias por carga		
1633	1646	Basalto	Gris oscuro a negro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales de mica, a cristales de mica y cuarzo	10	Ígneo
1646	1661	Basalto	Gris oscuro a negro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales de mica, a cristales de mica y cuarzo	10	Ígneo
1661	1676	Basalto	Gris oscuro a negro, muy duro, triturable, irregular, masivo, con cristales de mica, a cristales de mica y cuarzo	10	Ígneo
1676	1686	Basalto / Diabasa	Medianamente gris oscuro, muy duro, triturable, irregular, con cristales de mica de matriz, ocasionalmente con cristales de finos a medios de plagioclasa, cuarzo, feldespato y piroxeno	15	Ígneo
1686	1697	Fracturas	Estructuras sedimentarias de deslizamiento rellenas con clorita	0	Tectónico
1697	1701	Basalto / Diabasa	Medianamente gris claro, muy duro, triturable, irregular, ocasionalmente con cristales finos a medios de plagioclasa, piroxenos, feldespato y cuarzo	15	Ígneo
1701	1707	Fracturas	Horizontalmente muy marcadas las estructuras sedimentarias de deslizamientos, en partes rellenas con clorita	0	Tectónico
1707	1710	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1710	1716	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1716	1725	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo

1725	1737	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1737	1744	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1744	1762	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1762	1774	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1774	1783	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1783	1798	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1798	1813	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1813	1829	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1829	1844	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1844	1859	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo

1859	1932	Basalto / Diabasa	Gris claro, muy duro, triturable, irregular, localmente con cristales muy gruesos de plagioclasa, piroxenos y en menos proporción cuarzo	15	Ígneo
1932	1935	Arenisca	Gris claro a verde, muy duro, granos muy finos subangulares a subredondeados, muy finamente bien seleccionados, cristales con cementación silíceo y calcárea, matriz argílica verde, porosidad visible	50	Fluvioglacial
1935	1950	Tillita / Varvita	Predominantemente Tillita, roca de color gris claro a verdoso en partes, para las siltitas y gris oscuro en partes para las tillitas, de matriz arcillosa y granos limoso, mal seleccionado, mayoritariamente masivo y laminado en las intercalaciones con lutitas, cohesivo, con cementación silíceo, clastos subangulosos, subredondeados a redondeados, la composición es de cuarzo, cuarzo rosa, cuarzo ahumado, granito, cuarcita y cuerpos ígneos indiferenciados,	25	Glaciar a Glaciolacustre
1950	1960	Tillita	Roca de color gris claro a gris oscuro, de matriz limosa, mal seleccionada, matriz soportada, masiva, contacto neto irregular con las Areniscas inferiores, muy cohesivo, cementado por sílice, clastos de tamaños variados que van desde los 1 mm hasta los 40 mm aproximadamente, subangulosos a subredondeados, compuestos por cuarzo, cuarzo rosa, cuarcita, granitos, calcáreos y cuerpos ígneos indiferenciados	45	Glaciar
1960	1966	Tillita	Roca gris claro a gris oscuro de grano limoso, matriz arcillosa, mal seleccionada, masiva, de contacto gradacional con las siltitas inferiores, cohesivo, de cemento silíceo y carbonáticos en partes, con clastos menores a 1 mm hasta los 65 mm, subredondeados, subangulares y redondeados en menor proporción, de cuarzo, cuarzo lechoso, granito, cuarcita e ígneos indiferenciados. Estos clastos concentrados cada 400 mm en capas de 50 mm aproximadamente	45	Glaciar

1966	1972	Tillita / Ritmitas	Roca gris claro a gris oscuro, limoso, mal seleccionada, matriz soportada, baja esfericidad, subangular, masivo, muy cohesivo, cementado por sílice, con cuerpos erráticos menores de 1 mm hasta 20 mm, subredondeados a subangulares, de cuarzo, cuarzo lechoso, granito e ígneos indiferenciados, en parte intercaladas con siltitas laminadas con marcas de deformación.	35	Glaciar a Glaciolacustre
1972	1978	Arenisca	Gris verdoso oscuro a marrón claro, moderadamente duro, triturable, muy finamente seleccionados, cemento calcáreo, porosidad visible con presencia de glauconita y mica Por encima de las areniscas se encuentran unas Tillitas de color gris claro a gris verdoso mal seleccionadas de contacto gradado con las areniscas inferiores, cohesivo, cementado por sílice y en partes por carbonatos, clastos claros y oscuros, angulosos, subangulosos y subredondeados, de cuarzo, granito, cuarzo rosado y otros cuerpos ígneos indiferenciados, con tamaños que van desde los 1 mm hasta los 20 mm aproximadamente	50	Fluvioglaciar a Glaciar
1978	1981	Conglomerado	Gris verdoso claro a gris marrón claro, duro, triturable, guijarros finos a gruesos subangulares a subredondeados, cristales cementado por calcita de matriz arenosa muy fina, con porosidad visible	100	Fluvioglaciar
1981	1987	Tillita / Arcillita / Siltitas	En esta sección se inicia con la deposición de tillita, luego arcillitas y finaliza con unas siltitas, en mayor proporción las arcillitas. Las tillitas con una matriz limosa, masivas, clastos de tamaños y composición variadas, van desde los 1mm hasta los 40 mm aproximadamente, se observan cuarzo, granito y rocas ígneas indiferenciadas, subangulares a subredondeadas, de color gris oscuro a negro. Luego se encuentran las arcillitas grises oscuras a negras con presencia de clastos subredondeados a subangulares, de 0.5 mm a 1.5 mm aproximadamente, cementación	30	Glaciar a Glaciolacustre

			<p>silíceas, en depositaciones superiores las lutitas se presentan con coloración gris claro a rosa, sin clastos, laminadas. En la sección superior se observan unas siltitas grises verdosas, bien seleccionadas, masivo, cementación silíceas y ocasionalmente depositaciones lenticulares de carbonatos, con estratificación entrecruzada</p>		
1987	1990	Arcillita	<p>Gris claro a negro, tamaño arcilla, matriz soportada, masiva en partes, laminada en partes, contacto gradacional con las ritmitas inferiores, cohesivo, cementado por sílice, con clastos menores a 1 mm hasta los 25 mm de cuarzo e ígneos indiferenciados</p>	20	Glaciolacustre
1990	1996	Ritmita	<p>Roca gris claro a gris oscuro, tamaños limo y arcillar, matriz soportada, con laminaciones y laminaciones lenticulares en partes, contacto gradacional con las siltitas inferiores, gradacional creciente, cohesivo, cementado por sílice, con presencia de deformaciones secundarias</p>	30	Glaciolacustre
1996	2002	Siltita / Arenisca	<p>Roca gris clara a gris verdosa de matriz limosa, buena selección, matriz soportada, estratificación lenticular en parte y plano paralela en parte, muy cohesivo, cemento silíceo, se intercala con arcillitas y posteriormente pasa a una arenisca gris clara, muy bien seleccionada, estratificadas en partes y masivas en partes, muy cohesivo. En toda la sección fracturas rellenas con calcita y con presencia de micro-fallas</p>	36	Fluvioglacial a Glaciolacustre
2002	2009	Arenisca	<p>Medianamente gris claro, duro, de cementación silíceas, con presencia de pirita y mica, con fracturas rellenas con pirita y calcita, porosidad visible</p>	50	Fluvioglacial
2009	2015	Basalto	<p>Verde medianamente oscuro, muy duro, con cristales de cuarzo, feldespato, piroxeno, pirita y con presencia de fracturas rellenas con clorita</p>	10	Ígneo
2015	2027	Basalto	<p>Verde medianamente oscuro, muy duro, con cristales de cuarzo, feldespato, piroxeno, pirita y con presencia de fracturas rellenas con clorita</p>	10	Ígneo

2027	2042	Basalto	Verde medianamente oscuro, muy duro, con cristales de cuarzo, feldespato, piroxeno, pirita y con presencia de fracturas rellenas con clorita	10	Ígneo
2042	2048	Arenisca	Roca arenosa muy fina, bien seleccionada, contacto neto irregular con los limos oscuros intercalados, cohesivo, de cementación silíceo, gris claro a gris oscuro, intercaladas con siltitas de color gris oscuros a negros cohesivo, masivo, de cementación carbonática, bien seleccionadas, en secciones se encuentran finamente estratificadas "laminas", clastos muy dispersos con tamaños poco variables que van desde los 1 mm hasta 3 mm aproximadamente	50	Fluvioglacial a Glaciolacustre
2048	2057	Siltita Arenosa	Duro, gris claro, triturable, masivo, con granos de arena muy finos, porosidad visible	36	Fluvioglacial
2057	2067	Siltita Arenosa	Gris verdoso oscuro a verdoso claro, triturable, granos de arenas muy finos, areniscas cementados con sílice con presencia de glauconita, fracturas y estructuras sedimentarias de deslizamiento	36	Fluvioglacial
2067	2076	Arenisca	Gris claro, duro, triturable con guijas finas a muy finas, presencia de mica, calcáreos, y porosidad visible	50	Fluvioglacial
2076	2082	Basalto	Negro verdoso, muy duro, conteniendo cristales finos, y de gruesos a muy gruesos, masivo, con presencia de cuarzo, feldespato, piroxeno	10	Ígneo
2082	2103	Basalto	Negro verdoso, muy duro, conteniendo cristales finos, y de gruesos a muy gruesos, masivo, con presencia de cuarzo, feldespato, piroxeno	10	Ígneo
2103	2118	Diabasa	Verde oscuro a verde claro y gris claro, muy duro, irregular, con cristales de plagioclasa, feldespato, piroxeno y pirita	15	Ígneo

7.3.2 INTERPRETACIÓN

Empezando a los 2118 metros de profundidad hasta los 2103 metros, se encuentra una intrusión horizontal de diabasa, posteriormente basalto hasta los 2076 metros. Unas areniscas fluvio-glaciares se describen a continuación de las intrusiones, llegando hasta los 2067 metros. Capas de siltitas arenosas correspondientes a ambientes fluvio-glaciares, son descritas hasta los 2048 metros aproximadamente.

Después de las siltitas, se observan unas areniscas finas fluvio-glaciares hasta los 2042 metros, que se encuentran cortadas por intrusiones de basalto que se registra hasta los 2009 metros aproximadamente, posteriormente continúan los registros de areniscas finas hasta alcanzar los 2002 metros.

Las sedimentitas decrecen en tamaños, pasando por unas siltitas, llegando a ritmitas, correspondientes a depósitos glaciolacustres continentales, registrados hasta los 1990 metros. Estas ritmitas poseen marcas de deformación, esto indica que las características del glaciar existente corresponde a, glaciares de base fría, ya que las deformaciones observadas son únicamente de este tipo de glaciares. Luego de las ritmitas se describen unas arcillitas glaciolacustres entre los 1990 metros hasta los 1987 metros aproximadamente, muestran variaciones pasando desde siltitas a arcillitas y posteriormente a tillitas glaciarias. Esto nos indica un desarrollo glaciar por encima de las sedimentitas glaciolacustres.

Presencia de capas carbonáticas en las siltitas nos indica un ambiente con influencia marina, asignándole de este modo un ambiente glaciomarino somero.

Conglomerados fluvio-glaciares son registrados entre los 1981 metros hasta los 1878 metros aproximadamente, seguido de unas areniscas también fluvio-glaciares hasta los 1972 metros. A partir de esa profundidad se depositaron unas tillitas con capas de siltitas fluvio-glaciares, los registros de las tillitas continúan hasta los 1950 metros, para luego pasar a tillitas intercaladas con varvitas típicamente de ambientes glaciolacustres, hasta llegar a los 1935 metros aproximadamente. Luego se registran unas areniscas fluvio-glaciares, las cuales son cortadas por intrusiones en forma de *sill*, de basaltos y diabasas, esta intrusión se registra desde los 1932 metros hasta los 1622 metros aproximadamente.

Según la estratigrafía, estos cuerpos intrusivos no corresponden al periodo depositacional de las sedimentitas glaciares, sino que son eventos posteriores a estas sedimentaciones.

Entre los 1633 – 1615 metros, sedimentitas típicas de ambientes glaciolacustres son descritas, varvitas y luego tillitas de ambientes glaciarios, las cuales pasan luego a unas siltitas arenosas de ambientes fluvioglaciares, que se registran hasta los 1609 metros aproximadamente. Las intercalaciones de tillitas glaciares y siltitas fluvioglaciares siguen hasta los 1606 metros, indicando periodos de avances y retrocesos del o de los cuerpos de hielo glaciarios.

Seguidamente se siguen depositando las tillitas pero intercaladas con ritmitas y varvitas de ambientes glaciolacustres, esta varvitas presentan deformaciones y marcas de carga, las deformaciones son característicos de glaciares de base fría. Estos glaciares de base fría durante los movimientos de avance no producen estrías como los glaciares de base templada, sino que deforman al sustrato que no se encuentra litificado completamente, y producen las deformaciones observada en los testigos, llegando incluso a formar micro-plegues. Las marcas de presión, se forman cuando el sustrato aun blando y en presencia de agua sufre una presión producto del cuerpo de hielo en la superficie y como resultado unas deformaciones cóncavas en el sustrato.

Entre los 1600 metros hasta los 1591 metros se depositaron tillitas arenosas de ambientes fluvioglaciares, pasando posteriormente a unas ritmitas intercaladas con tillitas glaciares, las ritmitas laminadas y entrecruzadas corresponden a depositas en ambientes glaciolacustres. Posteriormente unas tillitas intercaladas con varvitas, estas varvitas glaciolacustres con presencia de clastos y deformaciones por caídas en el sustrato “*dropstones*”, corresponden a lagunas de deshielo continentales. Estas depositaciones de tillitas y varvitas se repiten hasta los 1557 metros aproximadamente.

Unas areniscas fluvioglaciares son descritas a partir de los 1557 metros con presencia de clastos facetados hasta los 1551 metros, luego es cortado por intrusiones de basalto hasta los 1545 metros, para pasar nuevamente a unas areniscas fluvioglaciares estratificadas y entrecruzadas hasta los 1539 metros que corresponde al techo del segmento número 3.

Cantidad de Litologías Ígneas	Cantidad de Litologías Sedimentarias
27	26
Total de Litologías	53

Tabla 5: Litologías Ígneas en comparación a las litologías sedimentarias en el segmento número 3.

Litologías Sedimentarias	Cantidad	Porcentaje
Fluvioglaciares	11	42,31 %
Glaciolacustres	8	30,77 %
Glaciares	7	26,92 %
Total	26	100 %

Tabla 6: Litologías sedimentarias con relación a los porcentajes, mostrando el predominio ambiental de depositación

En este tercer (3er) segmento, existe una predominancia de sedimentitas de ambientes fluvioglaciares, luego las depositadas en ambientes glaciolacustres y por último las litologías depositadas en ambientes glaciares.

7.4 SEGMENTO NÚMERO 4

Este cuarto segmento, corresponde a la parte más superficial del pozo Mallorquín Número 1, y corresponden a los tramos que van desde los 1539 metros hasta los 1180 metros de profundidad.

7.4.1 ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

Profundidad (m)		Roca	Descripción	Tamaño de los Granos Aplicados a (Strater 4)	Tipos de Depósitos
Inicio	Final				
1180	1200	Varvita	Lutita gris clara a gris oscura, matriz soportada, laminada, en parte paralela y cruzada, de contacto gradacional y grado creciente, muy cohesivo, de cementación silíceo, en partes carbonáticas, con presencia de clastos erráticos que van desde tamaños menores a 1 mm hasta los 80 mm, redondeados a subredondeados, de cuarzo, calcáreos y cuerpos ígneos, se observan deformaciones por caídas de clastos "dropstones"	20	Glaciolacustre a Glaciomarino
1200	1210	Siltita Arenosa	Gris claro, duro, granos de siltitas muy finos, subredondeados, bien seleccionados de cementación silíceo y matriz argílica, de porosidad visible y micáceo	36	Fluvioglaciario
1210	1220	Siltita	Gris claro, a gris verdoso, duro, triturable, micáceo, con presencia de arenas y calcáreos. Intercalados con <u>Lutitas</u> , de color gris oscuro a negro, triturable	30	Fluvioglaciario

			con presencia de guijas, relativamente fisible y micáceo		
1220	1230	Varvita	Gris claro a gris oscuro, matriz soportado, estratificación entrecruzadas, onduladas en partes y laminadas, contacto neto planar a irregular, muy cohesivo a cohesivo, de cemento silíceo, en partes capas carbonáticas	20	Glaciolacustre Glaciomarino
1230	1240	Arenisca	Roca de color gris claro a gris verdoso, arenoso de matriz arcillosa, bien seleccionadas, matriz soportada, esfericidad media a alta, subredondeados a subangulares, estratificadas finas casi laminas, entrecruzadas, contacto neto planar, grado creciente, cohesivo, cementación carbonática completa, ocasionalmente con clastos menores a 1 mm hasta los 10 mm aproximadamente, algunos se muestran facetados, de forma subredondeados a subangulares, de cuarzo y materiales igneos indiferenciados, en la parte superior de este tramo se encuentran varvitas oscuras	50	Fluvioglacial a Fluvioglacial-marino
1240	1250	Siltita Arenosa	Gris claro, duro, finamente clasificadas, duro, cementación silícea, y matriz argílica y silícea, micáceo, estratificada con <u>Lutitas y Siltitas</u>	36	Fluvioglacial
1250	1260	Conglomerado	Gris claro, duro, con guijarros redondeados, moderadamente clasificados, arenosos de porosidad visible	100	Fluvioglacial
1260	1262	Tillita	De color gris oscuro a negro, con granos limosos, de matriz arcillosa, matriz soportada, masivo, cohesivo, cemento silíceo en parte carbonático, clastos menores a 1 mm hasta los 30 mm redondeados,	45	Glacial

			subredondeados, subangulares y angulares, de cuarzo, cuarzo lechoso, cuarzo rosado, granito, cuarcita, calcáneos y cuerpos ígneos indiferenciados. En partes tillitas gruesas en forma de cuña dentro de las tillitas más finas		
1262	1265	Siltita / Tillita	Medianamente gris, muy duro, triturable, anguloso, irregular, masivo, localmente con inclusión de guijarros finos, ocasionalmente con guijarros erráticos basálticos e ígneos indiferenciados con matriz y cemento argílica	35	Fluvioglacial a Glaciar
1265	1275	Tillita	Roca de color gris oscuro a negro, de grano limoso subangular a subredondeado matriz soportada, masivo muy cohesivo, cementación silíceo y en pequeñas partes carbonáticas, clastos erráticos de tamaños que van desde menores a 1 mm hasta los 25 mm subangulares a subredondeados, de cuarzo, cuarzo lechoso, cuarcita, granito y cuerpos ígneos indiferenciados	45	Glaciar
1275	1285	Arcillita	Roca de color negro, arcilloso, matriz soportada, masiva en parte y laminada en parte, grado creciente hasta siltita, oscura. La arcillita es cohesiva, de cemento silíceo en parte carbonático	23	Glaciolacustre
1285	1292	Tillita	Roca de color gris claro, de matriz limosa, mala selección, masiva, muy cohesivo, de cemento silíceo, con clastos erráticos que van desde tamaños menores a 1 mm hasta los 20 mm, subredondeados, redondeados y subangulosos, de cuarzo, cuarzo lechoso, cuarcita, calcáneos y cuerpos ígneos indiferenciados	45	Glaciar

1292	1296	Erráticos	Guijarros de cuarzo fino, de pulgadas indiferenciadas, de muy a medianamente redondeado, gris y verde	80	Glaciar
1296	1300	Conglomerado	Gris, moderadamente duro, triturable a friable, guijas finas a gruesas predominantemente cuarzo, limosos rojizo claro, de forma subredondeada, seleccionada, de cementación silíceo y porosidad visible	100	Fluvioglaciar
1300	1305	Ritmita	De color gris claro, limoso, matriz arcillosa, buena selección, matriz soportada, masiva y en partes laminada con marcas de deformación, contacto neto planar e irregular con las areniscas inferiores, grado creciente, cohesivo, de cemento silíceo y presencia de fracturas rellenas con calcita	30	Glaciolacustre
1305	1322	Arenisca	Color gris claro a gris verdoso, tamaño arena, buena selección, matriz soportada, esfericidad media a alta, subredondeados a subangulares, masivo, cohesivo, cementado por sílice, con clastos menores a 5 mm de cuarzo y cuerpos ígneos indiferenciados	50	Fluvioglaciar
1322	1335	Basalto	Gris oscuro, negro a verde, muy duro, localmente con fracturas rellenas con calcita	10	Ígneo
1335	1341	Fractura	Localmente con estrés marcado, rellenos muy finos de calcita	5	Tectónico
1341	1353	Basalto	Gris oscuro, duro, triturable, con granos de cuarzo muy subangulares, con cristales cementados por sílice, micáceo	10	Ígneo
1353	1356	Siltita / Tillita	Gris claro, duro, triturable, irregular, de cementación silíceo, inclusiones erráticas de guijarros finos	35	Fluvioglaciar a Glaciar
1356	1359	Arenisca	Gris claro a medianamente gris, granos de forma subangulares a subredondeados,	50	Fluvioglaciar

			ocasionalmente muy finos de cementación silícea, porosidad visible		
1359	1362	Conglomerado / Tillita	Medianamente gris, duro a gris duro, friable, localmente con guijarros finos a muy gruesos subredondeados, pobremente seleccionados, de cementación calcárea, matriz argílica, con inclusiones clástico/líticas subredondeadas, porosidad visible	95	Fluvial a Glaciar
1362	1371	Ritmita	Gris claro y gris oscuro, los claros corresponden a limolitas de matriz arcillosa y los oscuros a lutitas, en general buena selección, matriz soportada, laminadas y entrecruzadas, cohesivo y cementación silícea, con presencia de marcas de deformación	30	Glaciolacustre
1371	1377	Siltita	De color gris claro a gris oscuro, limoso de matriz arcillosa soportada, bien seleccionada, laminado y en partes entrecruzados, cohesivo, de cemento silíceo	30	Fluvioglaciar
1377	1381	Ritmita	Roca gris claro a gris verdoso, limoso y arcilloso, buena selección, matriz soportada, laminadas, en parte lenticulares, entrecruzadas en partes, cohesivo, sin clastos	30	Glaciolacustre
1381	1384	Lutita	Medianamente gris a gris oscuros, moderadamente duro, triturable, fisible, laminadas con mica	20	Glaciolacustre
1384	1390	Ritmita	Roca gris clara, gris oscuro y gris verdoso, tamaño limo, buena selección, matriz soportada, esfericidad media, laminado, , cohesivo, cementado por sílice, ocasionalmente clastos muy dispersos, capas laminadas y entrecruzadas, con marcas de deformación por caída, producido por las clastos "dropstones"	30	Glaciolacustre
1390	1396	Siltita	Rocas gris claro a gris verdoso, limoso de matriz	30	Fluvioglaciar

			arcillosa matriz soportada, bien seleccionada, laminado en partes entrecruzado, cohesivo, de cementación silícea, con marcas de deformación por carga		
1396	1399	Arenisca	Gris claro, duro, triturable, friable, subangular, bien seleccionado, de cementación silícea, micáceo, con glauconita, porosidad visible	50	Fluvioglacial
1399	1402	Siltita Arenosa	Gris claro, a gris verdoso, duro, triturable, friable, masivo, de cementación silícea, muy arenoso, de porosidad visible	36	Fluvioglacial
1402	1411	Siltita	Roca gris clara a gris verdoso, limoso y arcilloso, buena selección, matriz soportada, laminado pero en pequeñas partes masivo, cohesivo, de cementación silícea, con marcas de deformación por carga.	30	Fluvioglacial
1411	1420	Ritmita	Gris claro a gris verdoso, granos limosos, buena selección, matriz soportada, masivo, laminación deformada en partes, cohesivo, cementación silícea, sin clastos. Las zonas laminadas corresponder a ritmitas	30	Glaciolacustre
1420	1432	Ritmita	Roca gris claro a gris verdoso, limoso, buena selección, matriz soportada, esfericidad media subredondeado a subangular, laminado y en partes entrecruzados, grado creciente, cohesivo, cementación silícea, sin clastos erráticos, intercaladas con Lutitas oscuras laminadas con marcas de deformación. Ritmitas	30	Glaciolacustre
1432	1438	Arenisca	Gris claro, a gris verdoso, duro, en parte friable, granos de forma muy subangular, mal seleccionados, de cementación silícea y matriz argílica, con presencia de glauconita y porosidad visible	50	Fluvioglacial

1438	1448	Siltita	Roca gris claro a gris verdoso, tamaño limo y matriz arcillosa, buena selección, mayoritariamente masivo, en partes laminado, muy cohesivo, cementado por sílice, sin clastos erráticos	30	Fluvial
1448	1457	Varvita / Siltita	Lutita gris claro a negro, arcilloso, matriz soportada, masivo mayoritariamente, laminado en partes, con presencia de laminas entrecruzadas, deformadas en partes, cohesivo, de cementación silícea, con clastos que van desde los tamaños menores a 1 mm hasta los 100 mm, muy redondeados, redondeados, subredondeados a subangulares, de cuarzo, cuarcita, granito e ígneos indiferenciados. Por debajo las siltitas gris claro a verdoso, limosa de matriz arcillosa, buena selección, matriz soportada, masivo, contacto gradacional y grado creciente, cohesivo, el tramo finaliza con una siltita	25	Glaciolacustre a Fluvioglacial
1457	1463	Siltita / Varvita	En la parte superior Siltita gris claro a gris verdoso, tamaño limoso, buena selección, matriz soportada, esfericidad media, subredondeado a subangulares, masivo, contacto no planar, muy cohesivo, de cementación silícea. Por debajo Lutitas gris oscuro a negro, matriz soportada, masivo y laminado en partes, cohesivo, cementado por sílice, con tamaños menores a 1 mm hasta 25 mm, redondeados, subredondeados y subangulares, cuarzo, granito, cuarcita e ígneos indiferenciados	25	Glaciolacustre

1463	1472	Varvita	Gris claro a gris oscuro, arcilloso, matriz soportada, masivo y en partes laminado, muy cohesivo, cementado por sílice, con presencia de clastos con tamaños que van desde menores a 1 mm hasta los 45 mm, subredondeados a subangulares, de cuarzo, calcáreos, y cuerpos ígneos indiferenciados, con marcas de deformación en las laminaciones	20	Glaciolacustre
1472	1475	Arcillita	Roca de color gris claro a gris oscuro, arcilloso, matriz soportado, masivo, contacto gradacional, grado creciente a siltita, cohesivo, cementado por sílice en partes capas carbonáticas, con presencia de clastos erráticos que van desde tamaños menores a 1 mm hasta los 50 mm, subredondeados a subangulares, cuarzo y materiales ígneos indiferenciados	20	Glaciolacustre a Glaciomarino
1475	1494	Siltita	Gris obscuro, duro, triturable, fisible, irregular, de cementación silíceo, localmente con granos irregulares e inclusiones erráticas	30	Glaciofluvial
1494	1508	Siltita Arenosa	Medianamente azul. A gris, triturable a friable, muy finamente subangular, granos bien seleccionados, cristales cementados por sílice, porosidad visible	36	Fluvioglacial
1508	1518	Arenisca	Gris claro, a grisáceo, duro, triturable a friable, granos muy finos subangulares a subredondeados, bien seleccionados, de cementación silíceo, localmente con cementación calcárea y matriz argílica, porosidad visible	50	Fluvioglacial

1518	1539	Arenisca	Roca arenosa fina, de color gris claro, bien seleccionado, matriz soportado, subredondeados, masivo, muy cohesivo, de cementación silíceea, ocasionalmente con clastos pequeños subredondeados a redondeados muy dispersos. Estos clastos subangulares a subredondeados acentúan su presencia en la parte final de la sección, se observan marcas de deformación por impacto "Dropstones" de hasta 10 mm dispersos, se intercalan con lutitas grises oscuros	50	Fluvioglacial
------	------	----------	--	----	---------------

7.4.2 INTERPRETACIÓN

Siguiendo la evolución sedimentaria de la columna estratigráfica de la Fm. Coronel Oviedo y así llegando al segmento cuatro (4), el cual corresponde a la fracción terminal del proceso de sedimentación de la formación geológica mencionada anteriormente.

Se evidencia que desde los 1534 metros hasta los 1518 metros aproximadamente, se depositaron areniscas finas a medias con presencia de "dropstones", algunos con estrías glaciares, esto es característico de glaciares de base templada, rocas correspondientes a ambientes fluvioglaciares a glaciolacustres. Luego se describen areniscas finas hasta alcanzar los 1518 metros de ambientes fluvioglaciares, para pasar a unas siltitas arenosas, de ambientes fluvioglaciares, hasta los 1494 metros. Posteriormente unas siltitas fluvioglaciares sedimentaron entre los 1494 metros hasta los 1475 metros aproximadamente.

Inmediatamente por encima de las siltitas, se describen unas arcillitas oscuras con capas carbonáticas, con presencia de clastos erráticos, esto nos indica una sedimentación gradacional decreciente hacia arriba, producto de las variaciones ambientales de sedimentación, pasando de sedimentos fluvio-glaciares a sedimentos glaciomarininos someros, evidenciado por la presencia de capas carbonáticas en la secuencia.

Siguiendo con la columna, son descritas unas varvitas con presencia de clastos de composición carbonática de ambientes glaciolacustres, lo que nos indica que las rocas glaciomarininas depositadas anteriormente por un aumento o avance del nivel del mar, retrocedieron cuando el glaciar avanzaba, esto provocó el desgarramiento de rocas carbonatadas y retrabajadas por los cursos fluvio-glaciares, depositadas posteriormente en ambientes glaciolacustres formadas por aguas de deshielo, luego del retroceso del cuerpo de hielo. Luego se describen nuevamente varvitas y posteriormente siltitas, esto se da hasta los 1457 metros aproximadamente.

Estas intercalaciones de siltitas y varvitas nuevamente se repiten entre los 1457 metros hasta los 1448 metros aproximadamente, indicándonos variaciones ambientales y repetitivas de sedimentación glaciolacustre a fluvio-glaciar.

Unas siltitas bien seleccionadas sin clastos de ambientes fluviales son descritas entre los 1448 metros hasta los 1438 metros. Inmediatamente en contacto suprayacente se depositaron areniscas fluvio-glaciares mal seleccionadas hasta los 1432 metros aproximadamente. Seguido a estas areniscas se describen unas ritmitas glaciolacustres laminadas, entre los 1432 metros a 1420 metros, con marcas de deformación, se encuentran intercaladas con lutitas también glaciolacustres. Desde los 1420 metros hasta los 1422 metros, se describen nuevamente ritmitas glaciolacustres seguidas de siltitas fluvio-glaciares y posteriormente siltitas arenosas fluvio-glaciares hasta los 1399 metros.

La presencia de areniscas desde los 1399 metros indica un aumento en la energía de depositacional del flujo hídrico, luego, depósitos de siltitas fluvio-glaciares, son descritos hasta los 1384 metros, para pasar nuevamente a ambientes glaciolacustres, evidenciados por las ritmitas con presencia de “*dropstones*” hasta los 1384 metros y luego a lutitas glaciolacustres entre los 1384 metros a 1381 metros.

Seguidamente la columna muestra una depositación glaciolacustre de ritmitas laminadas y lenticulares hasta los 1377 metros, pasando nuevamente a siltitas y una vez más a ritmitas glaciolacustres. Esta intercalación de ritmitas y siltitas seleccionadas de ambientes glaciolacustres y fluvio-glaciares se produce hasta los 1362 metros aproximadamente.

Sedimentitas glaciares, tillitas, se depositaron a partir de los 1362 metros, los cuales pasan posteriormente a conglomerados fluvio-glaciares, registrados hasta los 1359 metros. Areniscas fluvio-glaciares se encuentran entre los 1359 metros y los 1356 metros. Luego pasan a siltitas arenosas también fluvio-glaciares hasta los 1353 metros en donde son cortados por intrusiones de basalto y fracturas registradas hasta los 1322 metros aproximadamente.

Después de las intrusiones de basalto y entre los 1322 a los 1305 metros, se depositó una arenisca bien seleccionada de ambiente fluvio-glaciario, luego de desarrollo un ambiente glaciolacustre evidenciado por las ritmitas descritas hasta los 1300 metros de profundidad.

La presencia de conglomerados nuevamente es registrada a entre los 1300 a los 1296 metros, asignándole un ambiente fluvio-glaciario, pasando a sedimentitas glaciares depositadas por el o los cuerpos de hielo, tillitas, que nuevamente se describen entre los 1296 metros hasta los 1285, estas tillitas asignadas a ambientes subglaciares.

Depósitos de arcillitas asignados a ambientes glaciolacustres son descritos entre los 1285 metros hasta los 1275 metros aproximadamente. Siguiendo a estas arcillitas se encuentran unas tillitas glaciares registradas hasta los 1265 metros. Estas tillitas se intercalan con siltitas entre los 1265 a los 1262 metros, luego nuevamente tillitas hasta los 1260 metros aproximadamente. Esto nos indica un avance y retroceso nuevamente de la capa de hielo. Conglomerados descritos entre los 1260 metros hasta los 1250 metros, correspondientes a ambientes fluvio-glaciares, posteriormente la energía depositacional del flujo hídrico vuelve a tener un descenso, depositando siltitas hasta los 1240 metros y luego areniscas hasta los 1230 metros, con presencia de clastos facetados. Estas areniscas presentan cementación carbonática en todo el tramo, lo cual es indicativo de una influencia marina.

Varvitas oscuras glaciolacustres a glaciomarinos, laminadas y con capas carbonáticas, son descriptas desde los 1230 metros hasta los 1220 metros. Pasan a una siltita fluvioglaciaria intercalada con lutitas, las cuales cuentan con sedimentación de origen marino retrabajado hasta los 1210 metros aproximadamente. Seguidamente unas siltitas arenosas fluvioglaciares descriptas hasta los 1200 metros. El segmento termina con la depositación de varvitas glaciolacustres a glaciomarinas, indicado por las capas carbonáticas. Esta sección con presencia de “*dropstones*” y con deformaciones de impacto por caída.

Cantidad de Litologías Ígneas	Cantidad de Litologías Sedimentarias
3	40
Total de Litologías	43

Tabla 7: Litologías Ígneas en comparación a las litologías sedimentarias en el segmento número 4.

Litologías Sedimentarias	Cantidad	Porcentaje
Fluvioglaciares	20	50 %
Glaciolacustres	14	35 %
Glaciares	6	15 %
Total	40	100 %

Tabla 8: Litologías sedimentarias con relación a los porcentajes, mostrando el predominio ambiental de depositación.

Con este cuarto (4to) segmento, podemos concluir, diciendo que los ambientes depositacionales predominantes son el fluvioglaciario, seguido de ambientes glaciolacustre y por último de ambientes glaciares, nos indica que los avances y retroceso del o los cuerpos de hielo glaciario, disminuían su actividad, dando lugar cada vez más al desarrollo de ambientes fluviales, lacustres y/o marinos someros.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando las informaciones obtenidas a partir de los registros de perforación y las descripciones realizadas de los tramos de los testigos del pozo Mallorquín No. 1., de la empresa TEXACO INC., (1989 – 1991), como conclusión podemos expresar que los subambientes de sedimentación predominantes durante la influencia glacial del Carbonífero Superior, corresponden a ambientes fluvioglaciares y glaciolacustres, los cuales son evidenciados por la sedimentología de cada segmento de la columna de la Fm. Coronel Oviedo. A esta conclusión se ha llegado debido a la predominancia de litologías como areniscas, siltitas, ritmitas y varvitas, en los diferentes segmentos.

Para el segmento número 1, se realizó un estimativo porcentual de la cantidad de litologías fluvioglaciares y litologías glaciares, en comparación a las litologías totales sedimentarias, obviando las litologías ígneas. Esto arrojó como resultado aproximado, en un 82,35% mayoritariamente litologías fluvioglaciares, en comparación al 17,64% de las litologías glaciares. De este modo podemos considerar que en áreas muy próximas al pozo durante el Carbonífero, la predominancia era de sedimentación de ambientes fluvioglaciares y de ambientes glaciares.

Para el segmento número 2, se realizó nuevamente un estimativo porcentual de la cantidad de litologías fluvioglaciares, litologías glaciolacustres y litologías glaciares, en comparación a las litologías totales sedimentarias, obviando nuevamente las litologías ígneas. Esto arrojó como resultado aproximado, en donde el 45% de las litologías corresponden a ambientes glaciares, luego el 35% corresponden a ambientes fluvioglaciares y por último con el 20%, correspondientes a litologías de ambientes glaciolacustres. Consideramos entonces de este modo, que las áreas muy próximas a las del pozo durante este segmento estaban regidos por paisajes glaciarios, cubiertos por cuerpos de hielos.

Para el segmento número 3, la cantidad de litologías glaciolacustres, litologías fluvioglaciares y litologías glaciares, se pusieron en comparación porcentual a las litologías totales sedimentarias, obviando las litologías ígneas. Este análisis estadístico arrojó como resultado un 42,31% del total que corresponde a litologías

de ambientes fluvioglaciares, el 30,77% a litologías depositadas en ambientes glaciolacustres y en menor proporción las litologías correspondientes a ambientes glaciares. Esto nos indica que durante el tercer segmento de la columna estratigráfica, predominantemente se desarrollaron ambientes de aguas de deshielo.

Y para el segmento número 4, en donde también se realizó los cálculos porcentuales y se pusieron en comparación la cantidad de litologías glaciolacustres, litologías fluvioglaciares y litologías glaciares, a las litologías totales sedimentarias, obviando también las litologías ígneas. En donde los resultados expresaron lo siguiente; el 50% del total corresponden a litologías de ambientes fluvioglaciares, el 35% a sedimentitas depositadas en ambientes glaciolacustres y en menor proporción corresponden a sedimentitas de ambientes glaciares con el 15% del total. Esto significa que principalmente el desarrollo del último segmento corresponde a sedimentos depositados en paisajes formados por aguas de deshielo, en cercanías a costas oceánicas por la presencia de capas carbonáticas.

Total de Litologías	154
Total de Litologías Sedimentarias	103
Total de Litologías Ígneas	51

Tabla 9: Cantidad de litologías caracterizadas dentro de la columna estratigráfica de la Fm. Coronel Oviedo

Subambientes	Cantidad	Porcentaje
Fluvioglaciar	52	50,49 %
Glaciolacustre	26	25,24 %
Glaciar	25	24,27 %
Total	103	100 %

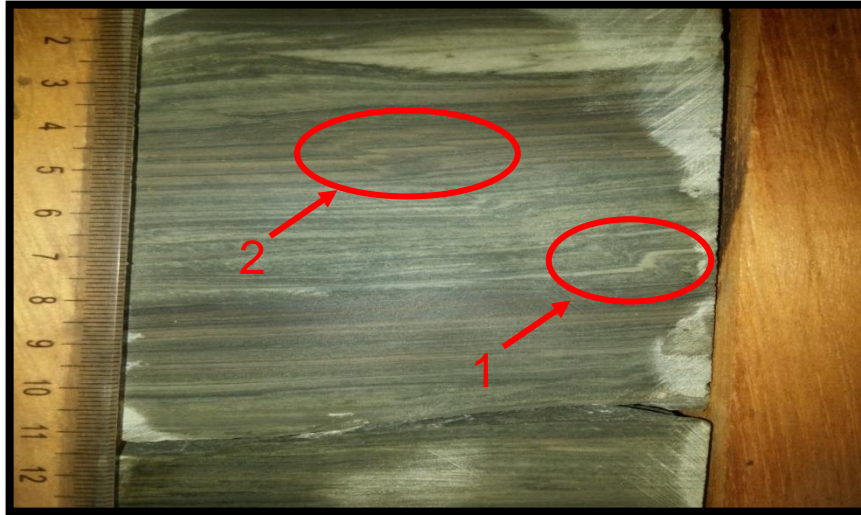
Tabla 10: Comparación entre las diferentes litologías sedimentarias en toda la secuencia estratigráfica de la Fm. Coronel Oviedo y los porcentajes de la predominancia paleoambiental de deposición sedimentaria.

A partir de estos datos porcentuales podemos deducir que durante todo el desarrollo de la columna estratigráfica de la Fm. Coronel Oviedo, mayoritariamente fue afectado por paleoambientes fluvioglaciares, considerando exclusivamente las características sedimentológicas de la secuencia. No obstante, por corresponder a testigos de perforación, las interpretaciones no pueden ser utilizadas o aplicadas en áreas distantes del Pozo, ya que podría existir variación muy marcada a pocos metros, por lo que se recomienda continuar con estos trabajos en sedimentitas glaciares teniendo como fin una correlación en extensión, contando con las muestras de campo para poder inferir incluso las paleoformas a las cuales pudieron haber correspondido dichas sedimentitas.

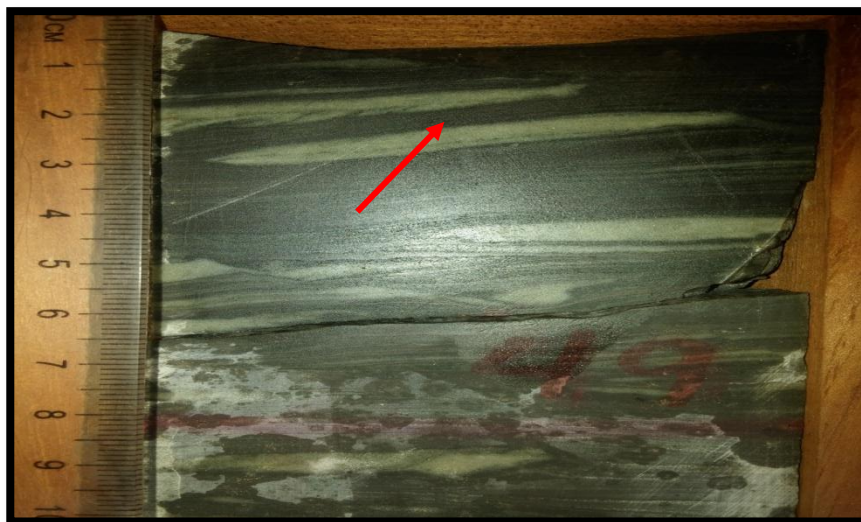
Para la interpretación de este trabajo es importante considerar también la posición geográfica del área en la que fueron extraídos los testigos, teniendo en cuenta las paleolatitudes del Continente Gondwánico durante el Periodo Carbonífero, considerando que nuestra posición en dicho periodo nos ubicaba en zonas periféricas con relación, a las principales latitudes afectadas por la glaciación.

Para un mejor manejo de los datos y descripción de los testigos, sería conveniente contar con más tiempo, además de realizar campañas de muestreo en las diferentes áreas del país, en donde se cuenten con registros de sedimentitas glaciares del carbonífero, buscando realizar correlaciones con la estratigrafía de la Formación Geológica, además de contar a futuro con más testigos de rocas que alcancen mayores profundidades.

9 ANEXOS



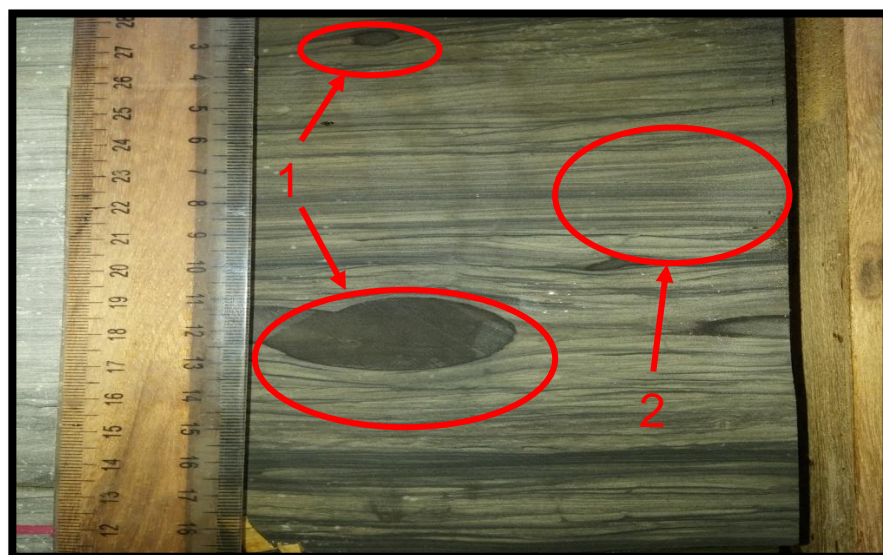
Fotografía 1: Varvita glaciolacustre laminadas, correspondiente al segmento número 3, pueden observarse, 1-) deformaciones y 2-) micro-fallas.



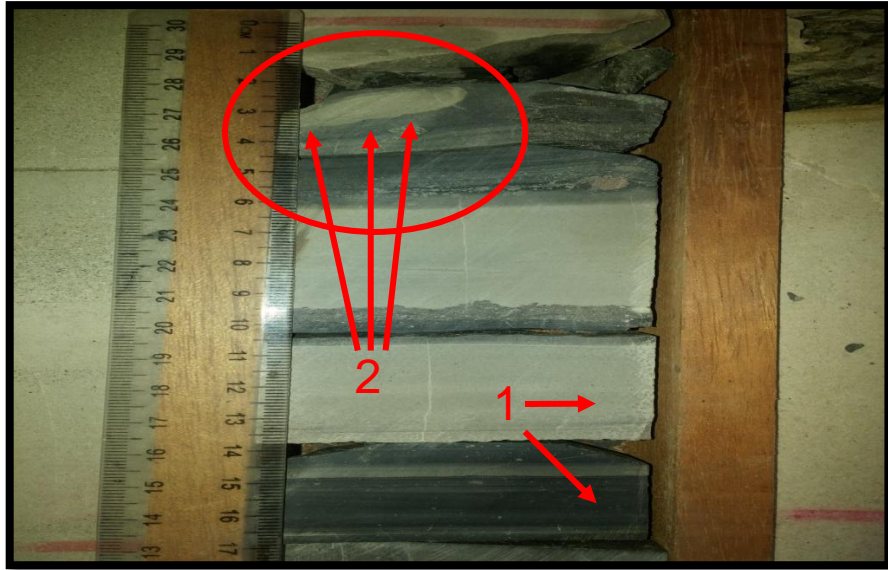
Fotografía 2: Varvita glaciolacustre laminadas, correspondiente al segmento número 3, se pueden observar; 1-) estratificaciones lenticulares de siltitas en lutitas.



Fotografía 3: Siltita masiva, correspondiente al segmento número 4, se puede observar; 1-) contacto neto irregular entre las siltitas superiores y las secuencias carbonáticas inferiores, ambientes glaciolacustres a glaciolacustre-marino somero.



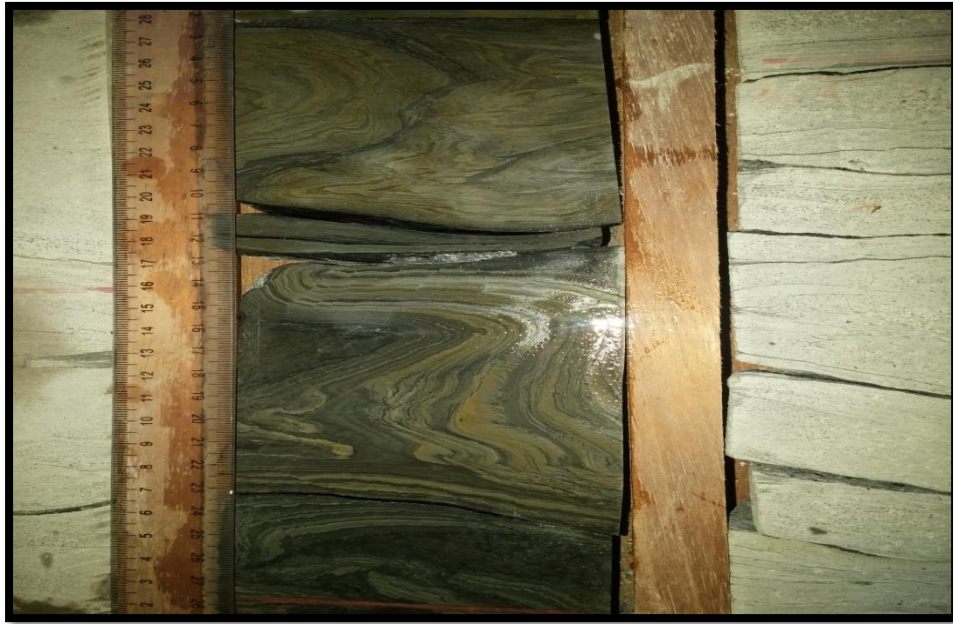
Fotografía 4: Varvita glaciolacustre laminada y entrecruzada, correspondiente al segmento número 4, se pueden observar; 1-) dropstones que provocaron deformación por impacto y 2-) laminaciones entrecruzadas.



Fotografía 5: Muestra del segmento número 4, se puede observar; 1-) Siltitas y varvitas intercala y 2-) varvitas con presencia de dropstones facetado, con estrías glaciares



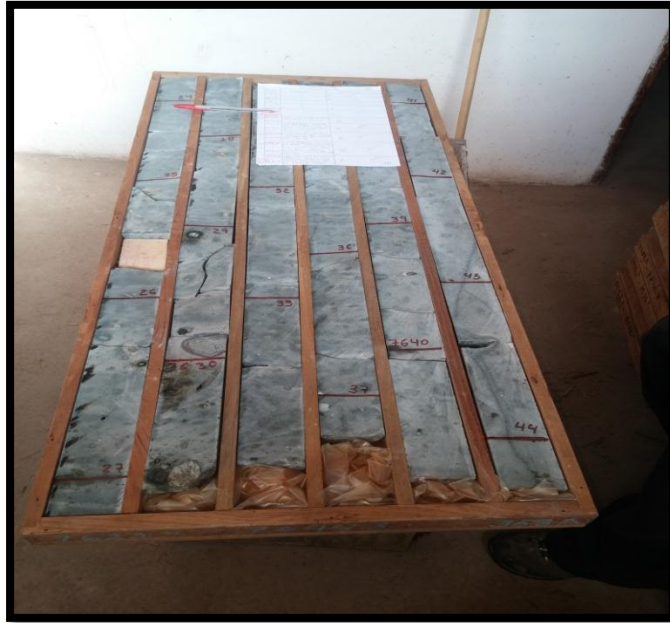
Fotografía 6: Varvita de ambientes glaciolacustres, correspondiente al segmento 4. Se observan laminaciones y laminaciones entrecruzadas en toda la sección.



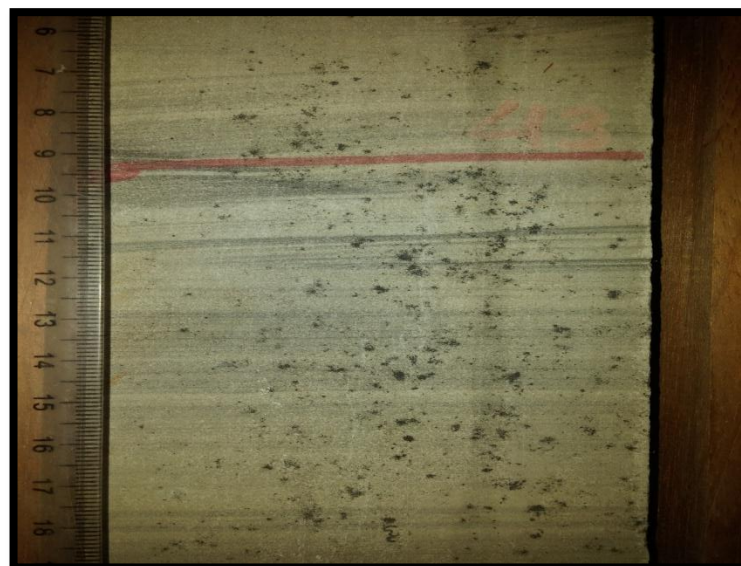
Fotografía 7: Varvitas glaciolacustres laminadas, correspondiente al segmento 4, se observan las laminaciones completamente deformadas, característica típica de glaciares de base fría.



Fotografía 8: Tillitas finas y medias glaciares, correspondiente al segmento número 4, se observan a tillitas con clastos medios metidos en forma de cuña en unas tillitas más finas.



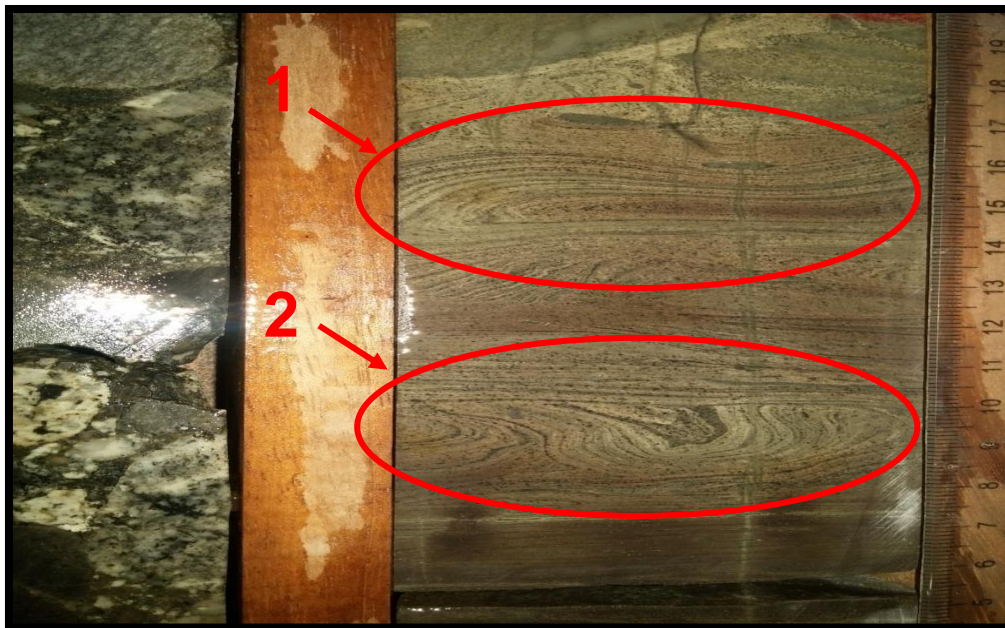
Fotografía 9: Estado de las cajas y conservación actual de los testigos, dependiente de la Dirección de Hidrocarburos del Viceministerio de minas y Energías del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, (MOPC).



Fotografía 10: Ritmitas glaciolacustres, correspondiente al segmento número 3, se observa una ritmita con laminaciones, las capas claras de limo y las oscuras de arcilla, característico de ambientes glaciolacustres.



Fotografía 11: Conglomerados fluvioglaciares, correspondiente al segmento número 3



Fotografía 12: Ritmita glaciolacustre, correspondiente al segmento número 3, se observan; **1-**) un micro-plegue, producto de la deformación de las laminaciones a causa del avance de un glaciar de base fría y **2-**) marcas de deformación de presión por carga, producto del peso ejercido de un glaciar sobre el sustrato aun blando, en presencia de agua.

10 DEFINICIONES BASICAS Y GLOSARIO DE TERMINOS

Ablación: Proceso de meteorización (erosión) producida sobre las rocas o materiales por el movimiento de las masas glaciares, debido a su evaporación y fusión.

Afloramiento: a) Manifestación natural o artificial del sustrato rocoso en la superficie de la tierra. b) área comprendida entre dos planos o superficies de estratificación y su intersección con la superficie topográfica. c) porción de la roca in situ que atraviesa el manto superficial de derrubios que la cubre y queda expuesta a la superficie.

Agente morfogenético: Cualquier medio natural (agua líquida, glaciar, viento) que tiene capacidad de obtener y transportar materiales sobre la superficie terrestre contribuyendo, directa o indirectamente, a la creación y evolución de las geoformas. La mayor parte de estos agentes se origina dentro de la atmósfera terrestre y se encuentra sometida a la acción de la gravedad; sin embargo, ésta no constituye un agente propiamente dicho, puesto que no puede capturar los materiales, razón por la cual se la considera como una fuerza direccional.

Arenisca: Roca sedimentaria, o sedimentita, formada por la litificación de una arena, que puede ser fácilmente desintegrada cuando los granos de cuarzo no están fuertemente cementado junto a la matriz.

Basalto: Roca ígnea volcánica básica. Contiene esencialmente minerales ferromagnesianos (augita, hornblenda), feldespatos, plagioclasas y olivino.

Basamento Cristalino: Son rocas antiguas Precambrianas que han sufrido metamorfismo de alto grado y sobre las cuales yacen las rocas más modernas. Ej. Escudo Laurentiano, escudo Brasileiro. Algunos autores consideran a las rocas paleozoicas que han sufrido un metamorfismo de alto grado como complejo cristalino. Sinónimo: Complejo basal o complejo fundamental.

Circo glaciar: Valle profundo circular o subcircular formado por la erosión y arranque glaciar, acumulación de nieve y formación de glaciares.

Conglomerado: Roca sedimentaria compuesta de cantos rodados, cementados en una matriz fina (arena, limo, arcilla), algunas veces la matriz puede ser calcárea o silicosa y en ocasiones que el conglomerado ha sido sometido a fuertes presiones y temperaturas la matriz puede hallarse fundida.

Clasto: Fragmento de roca. Se le clasifica de acuerdo al tamaño en: bloques, cantos, arenas, limos y arcillas.

Detritus: Material fragmentario, (Detritos).

Detritos Endoglacial: Forma de transporte glacial, en donde los detritos se transportan dentro del cuerpo glaciario, rara vez superan los 15% con relación a la masa de hielo.

Detritos Subglaciares: Son los detritos que son transportados por debajo del cuerpo glaciario en contacto con el sustrato rocoso.

Detritos Supraglaciares: Son los detritos que son transportados por sobre la superficie del glacial.

Diamictita: Roca semejante a la tillita, cuyo origen no está determinado.

Discordancia erosiva: Yuxtaposición de dos formaciones o grupos de estratos separados por una superficie más o menos irregular, que representa una etapa de erosión, o no depositación de cierta importancia. Resiste gran interés desde el punto de vista geomorfológico por cuanto puede proporcionar indicios sobre la intensidad de los procesos del pasado.

Drumlins: Es una forma de relieve de origen glacial, un pequeño montículo de laderas lisas, de forma aerodinámica, formado frecuentemente por debajo de hielo glacial en movimiento.

Erosión: Acción y efecto de erodar. Comprende el conjunto de procesos morfogenéticos por los cuales son tomados y transportados los materiales de un lugar a otro de la superficie terrestre por parte de agentes como aguas corrientes, viento, hielo, oleaje (Ver componente productivo: desertificación).

Estratificación: Acción y efecto de que los sedimentos se depositen y formen estratos (o capas de bancos) sucesivos.

Estructura: En geomorfología: designa a todos los caracteres de los materiales terrestres que hacen que tengan un distinto comportamiento frente a la acción de un mismo proceso morfogenético; comprende la naturaleza y la disposición de los materiales que integran las geoformas.

Esker: Es una cresta larga, estrecha y sinuosa, compuesta fundamentalmente por arena y grava aunque al final de su formación el esker se completa con sedimentos de todos los tamaños posibles, lo que viene a hacer el montículo alargado más homogéneo.

Falla: Dislocación o fractura con desplazamiento en la corteza terrestre a lo largo de la cual ocurren movimientos verticales o laterales, y que es producida por la mala transmisión de un empuje o esfuerzo tectónico en un material rígido, no apto (incompetente) para deformación flexible o el plegamiento. Las fallas directas e inversas corresponden respectivamente a una distensión o una comprensión de la corteza terrestre.

Fósil: Resto o vestigio de seres vivos que dejaron sus huellas en las rocas de la corteza terrestre. Los fósiles constituyen la base fundamental para la determinación de la edad de las rocas donde se encuentran.

Fracturación: Son las fracturas generadas por el hielo, así como las existentes antes del paso del glaciar. En algunos casos es difícil precisar si el origen de las diaclasas es periglacial o bien es un proceso debido estrictamente a la acción del hielo.

Friable: Propiedad de los minerales y rocas de fragmentarse fácilmente, en algunos casos con la simple presión de los dedos.

Fluvioglacial: Calificativo aplicado a los cursos ácueos proglaciares y a los materiales transportados y acumulados por ellos.

Geoforma: Unidad componente de los tipos de relieve, que constituye la expresión de un equilibrio dinámico de fuerzas morfogenéticas de naturalezas múltiples, en perfecta evolución en el tiempo.

Gondwana: Según la teoría de la migración de los continentes o Tectónica de Placas de Wegener, la primera separación del gran continente Pangea, hace más de 220 millones de años fue de dos continentes, el de Laurasia en el Hemisferio norte constituido por Europa, Asia y América del Norte y el de Gondwana en el Hemisferio sur constituido por África, América del Sur, y Oceanía, separada por el gran mar de Tethys.

Glaciación: Proceso geológico de formación de glaciares en una determinada región y en diversas épocas de la historia de la tierra. La glaciación en geología, se considera desde la etapa de formación del hielo, hasta la etapa de deshielo considerando todos los efectos de erosión, transporte y sedimentación. Las glaciaciones dejan huellas características impresas en el paisaje terrestre.

Glaciar: Son masas de hielo depositadas durante los períodos climáticos glaciales o de baja temperatura y que bajo la influencia de la gravedad se desplazan de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba, del centro hacia los lados sin tener en

cuenta el declive del circo glaciar, y según la pendiente de terreno en translación o regresión.

Glaciología: Es la ciencia que estudia la formación, erosión, transporte y sedimentación de las masas de hielo y sus materiales. Esta ciencia es de vital importancia para el estudio del abastecimiento de aguas y seguridad de valles y ciudades.

Graben o fosa tectónica.- Es una estructura geológica correspondiente a un juego de fallas múltiple compuesta de tres bloques, donde el bloque central descende y los dos laterales se levantan. Geomorfológicamente, los grabens dan lugar a la formación de valles perfectamente orientados siguiendo la dirección principal de los planos de falla que originaron el graben.

Infrayacente: Estrato o roca que reposa por debajo de otro superior.

Intemperismo: Sinónimo de meteorización, los geólogos prefieren el término meteorización.

Ladera: Término descriptivo usado en geomorfología para designar los terrenos inclinados de una cadena montañosa, o para las pendientes de cualquier tipo de elevación de terreno.

Meseta: Superficie topográfica acentuadamente plana y que se halla bastante elevada con respecto a los terrenos aledaños.

Morfogénesis: Conjunto de todos los procesos, exógenos y endógenos, que conducen a la elaboración de las geoformas.

Morfogenética: Estudio de la morfogénesis.

Morrena o Morena: Depósito glaciar heterogéneo en cuanto a forma y tamaño de los fragmentos, generalmente son de aristas redondeadas por el poco transporte sufrido.

Paisaje: Porción del espacio perceptible por un observador, en el cual se inscribe una combinación de hechos visibles e invisibles y de interacciones de las cuales sólo se recibe, en un momento dado, el resultado global.

Paleogeomorfología: Rama de la geomorfología que estudia todos los fenómenos geomorfológicos enterrados (“fósiles”) que pueden ser reconocidos en la sub superficie y en los afloramientos de formaciones que estuvieron previamente sepultados y actualmente han sido exhumados.

Periglacial: Perteneciente o relativo al área que rodea el borde de un manto de hielo, al clima de aquella área, a los procesos físicos que allí dominan, y a sus resultados.

Piedemonte (depósito): Acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcilla inconsolidado ubicado al pie de las cadenas montañosas. La diagénesis y litificación de estos materiales da lugar a los conglomerados o aglomerados.

Rift Valley o valle tectónico: Valle formado sobre una fosa tectónica o graben. El término Rift Valley fue usado por J.W. Gregory para referirse a los valles formados sobre los bloques fallados por fuerzas de tensión y compresión.

Ritmita: Roca formada por sedimentación rítmica.

Sedimentitas Glaciogénicas: Rocas sedimentarias que tienen su origen o depositación en ambientes glaciares o periglaciares.

Singenético: Mineral, agua o cualquier material formado coetáneamente con la roca que le contiene.

Subyacente: Material (estrato o roca) sobre el cual reposa otro material.

Suprayacente: Material (estrato o roca) que reposa sobre otro material.

Transporte: Proceso morfogenético por el cual los materiales sedimentarios son acarreados de un lugar a otro; para que haya transporte sin denudación ni acumulación, se requiere que el agente haya alcanzado su carga límite y que la masa individual de las partículas sea igual o inferior a la competencia del medio transportador.

Till: Sedimento clástico, carente de estratificación, depositado directamente por un glaciar y formado por un agregado no seleccionado de clastos con dimensiones variables, según Rabassa (1987), el vocablo "till" se debe reservar para designar los "depósitos" producidos por los glaciares, en tanto que "morena" correspondería para las geoformas.

Varvita: Es la roca producto de la consolidación y diagénesis de la varva. El término varve proviene de la lengua sueca que significa ciclo.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BENEDETTO, J., L. 2012. El Continente Gondwana a Través del Tiempo. Una Introducción de la Geología Histórica. Segunda Edición. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, Argentina.

CALMELS, A. & CARBALLO, C. 1992. Glosario geomorfología. Universidad Nacional de la Pampa Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Santa Rosa. República Argentina.

DAVILA, BURGA, J. 2011. DICCIONARIO GEOLOGICO. ARTHALTUNA. Perú.

DIONISI, A. 1999. Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja CAACUPE 5470. Texto explicativo. Dirección de Recursos Minerales (MOPC). Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR).

ECKEL, B., E. 1959. Geology and Mineral Resources of Paraguay. A Reconnaissance. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper; 327 – 110p.

FULFARO, V., J. 1996. Geología del Paraguay Oriental. Magmatismo Alcalino del Paraguay Central-Oriental. Relaciones con Magmatismo Coeval en Brasil. In., Comin-Chiaramonti, P. & Gomes. C. B. (eds) 1996. Eduso/Fapesp. Sao Paulo. Pp 17 – 29.

FULFARO, V., J. & LANDIM, P., M., B. A Sequencia Gondwanica Ocidental: Republica do Paraguai. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geología.

GOMEZ, D., D. 1986. Contribución al conocimiento de la geología del norte del Chaco Paraguayo. Lagerenza, Paraguay.

GOMEZ, D., D. 1991. Consideraciones Morfoestructurales y Estratigráficos de la Antiforma y su Relación con la Exploración de aguas Subterráneas. Memoria del Primer Simposio de Aguas Subterráneas y Perforaciones en El Paraguay.

GONZALES, M., E.; CUBAS, N.; PASIG, R.; LAHNER, L.; FIGUEREDO, L. 2001. Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja VILLARRICA 5669. Texto explicativo. Dirección de Recursos Minerales (MOPC). Sistema Ambiental de la

Región Oriental (MAG). Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR).

GONZALEZ, M., E.; LAHNER, L.; CUBAS, N.; DIONISI, A. 1999. Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja CORONEL OVIEDO 5670. Texto explicativo. Dirección de Recursos Minerales (MOPC). Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR).

GONZALEZ, M., E.; LAHNER, L.; MUFF, R.; WIENS F. 1998. Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja SAN JOSE 5569. Texto explicativo. Dirección de Recursos Minerales (MOPC). Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR).

GUTIERREZ ELORZA. M. 2008. Geomorfología. Pearson. Madrid, España.

HARRINGTON, H. J. 1950. Geología del Paraguay Oriental. Uno. Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y naturales. Tomo: 1. Serie: E. Geología. 89p.

HARRINGTON, H. J. 1956. Paraguay In: Handbook of South American Geology: Geol. Soc. Am. Men. Washington. 114p

LOPEZ, GAMUNDI, O., R. 1983. Origen y sedimentología de las diamictitas del paleozoico superior de la República Argentina: (con especial referencia a la cuenca Calingasta-Uspallata). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

MAIDANA, G., E. 2014. Aportes de las Glaciaciones a la Historia Geológica de la Tierra y la Evolución de las Especies. Contribuciones Científicas G/EA / Vol. 26 / Pags. 155 – 167.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES. DIRECCION DE RECURSOS MINERALES. DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y LABORATORIO. 1966. Plan de Prospección Geológica y Mineral. Cuadrícula 40 – “ITA”. República del Paraguay.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES. DIRECCION DE RECURSOS MINERALES. DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y LABORATORIO.

1966. Plan de Prospección Geológica y Mineral. Cuadrícula 41 – “Coronel Oviedo”. República del Paraguay.

ORUE, D. 1996. Síntese do Paraguai Oriental com Ênfase para o Magmatismo Alcalino Asociado. Disertación de Maestría.

Proyecto PAR 83/005. 1986. Mapa Geológico del Paraguay Escala 1:1.000.000 PNUD – MDN. Asunción. Texto Explicativo

PALMIERI J., H. & VELAZQUEZ, J., C. 1982. Geología del Paraguay. NAPA. Paraguay.

PEREZ, LOINAZE, V., S.; LIMARINO, C., O. & CESARI, S., N. 2010. Glacial events in carboniferous sequences from Paganzo and Río Blanco Basins (Northwest Argentina): Palynology and depositional setting. *Geologica Acta*, Vol. 8, N° 4. Págs. 399 – 418.

PUTZER, H 1962. Die geologie Von Paraguay. *Biert. Reg. Geol. Erde*, 2: 1- 182.

RABASSA, J.; OLLIER, C. 2014. Gondwana Landscapes in Southern South America. Argentina, Uruguay and southern Brazil. Springer. Alemania.

SOCHA, B.; CARIGNANO, C.; RABASSA, J. & MICKELSON, D. Gondwana Glacial Paleolandscapes, Diamictite Record of Carboniferous Valley Glaciation, and Periglacial Remnants of an Ancient Weathering Front in Northwestern Argentina in Rabassa, J. & Ollier C. Gondwana Landscapes in southern South America. 2014. Pag: 331 – 363.

THE ANSCHUTZ CORPORATION. 1979. Annual Summary of Exploration. Operation in Paraguay.

TEXACO INC. 1990. MALLORQUIN NO. 1 FINAL WELL REPORT. ALTO PARANA.