

Tesis de Posgrado

Descripción geológica de los depósitos yesíferos de la Provincia de Entre Ríos, región Paraná - La Paz

Vitulich, Emilio B.

1982

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Vitulich, Emilio B.. (1982). Descripción geológica de los depósitos yesíferos de la Provincia de Entre Ríos, región Paraná - La Paz. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1771_Vitulich.pdf

Cita tipo Chicago:

Vitulich, Emilio B.. "Descripción geológica de los depósitos yesíferos de la Provincia de Entre Ríos, región Paraná - La Paz". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1982.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1771_Vitulich.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Tesis de Doctorado
para optar al título de
DOCTOR EN CIENCIAS GEOLOGICAS

DESCRIPCION GEOLOGICA DE LOS
DEPOSITOS YESIFEROS DE LA PROVINCIA
DE ENTRE RIOS (REGION, PARANA - LA PAZ)

por

Lic. EMILIO B. VITULICH

Director del Trabajo: Dr. Raúl A. Zardini

AÑO 1982

INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
I. INTRODUCCION	1
1. ENFOQUE GENERAL	1
2. OBEJTIVOS Y ALCANCES	3
3. METODOLOGIA	4
3.1. Trabajos de gabinete	4
3.1.1. Mapa planimétrico base	4
3.1.2. Fotointerpretación	4
3.1.3. Estudios de Antecedentes	4
3.1.4. Análisis de muestras	5
3.1.5. Mapa geológico estructural	5
3.2. Trabajos de campo	5
4. AGRADECIMIENTOS	5
II. NATURALEZA DE LA COMARCA	7
1. UBICACION y ACCESOS	7
2. RASGOS FISIOGRAFICOS	7
2.1. Relieve	7
2.2. Hidrografía	7
3. CLIMA	10
4. SUELOS	16
5. VEGETACION	18
III. DESCRIPCION GEOLOGICA	19
1. ANTECEDENTES	19
2. ESTRATIGRAFIA	21
2.1. Formación Paraná	21
2.1.1. Generalidades	21
2.1.2. Ambiente	23
2.1.3. Edad	23
2.2. Formación Ituzaingó	25
2.2.1. Generalidades	25
2.2.2. Ambiente	26
2.2.3. Edad	26
2.2.4. Procedencia	26

	<u>Pág.</u>
2.3. Formación Alvear	27
2.3.1. Generalidades	27
2.3.2. Ambiente	28
2.3.3. Edad	28
2.4. Formación Hernandarias	29
2.4.1. Generalidades	29
2.4.2. Ambiente	31
2.4.3. Edad	34
2.5. Formación Pampa	34
2.5.1. Generalidades	34
2.5.2. Ambiente	37
2.5.3. Edad	37
2.6. Formación El Chilcal	37
2.6.1. Generalidades	37
2.6.2. Ambiente	38
2.6.3. Edad	38
2.7. Conglomerado Antonio Tomás	38
2.7.1. Generalidades	38
2.7.2. Ambiente	39
2.7.3. Edad	39
2.8. Formación Tezanos Pinto	40
2.8.1. Generalidades	40
2.8.2. Ambiente	41
2.8.3. Edad	41
2.9. Formación La Picada	41
2.9.1. Generalidades	41
2.9.2. Ambiente	42
2.9.3. Edad	42
2.10. Depósitos eólicos	42
2.11. Depósitos actuales	43
3. ESTRUCTURA	43
3.1. Generalidades	43
3.2. Evidencias Morfológicas	45
3.3. Lineamientos principales	46

	<u>Pág.</u>
IV. GEOMORFOLOGIA	47
1. GENERALIDADES	47
2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	47
2.1. Escarpa	47
2.2. Vertientes disectadas	49
2.3. Valles reactivados	49
2.4. Terrazas	50
2.5. Asentamientos	50
2.6. Planicie Aluvial	51
V. EVOLUCION MORFOGENETICA DE LA COMARCA Y RELACION CON OTRAS REGIONES DEL PAIS	52
1. ASPECTOS GENERALES	52
2. ESTADIOS MORFOGENETICOS	52
2.1. Estadio 1	52
2.2. Estadio 2	55
2.3. Estadio 3	56
2.4. Estadio 4	56
2.5. Estadio 5	57
2.6. Estadio 6	57
2.7. Estadio 7	58
2.8. Estadio 8	58
2.9. Estadio 9	58
VI. GEOLOGIA DE YACIMIENTOS	60
1. ANTECEDENTES PREVIOS	60
2. CARACTERISTICA DE LOS DEPOSITOS YESIFEROS	61
3. GENESIS	62
4. CLASIFICACION LITOLOGIA DEL MINERAL DE YESO	63
5. TIPO DE YACIMIENTOS	64
5.1. Generalidades	64
5.2. El Sauce (Dpto. Paraná)	64
5.3. Arroyo del Lago	65
5.4. Puerto Víboras	65
5.5. Hernandarias	66
5.6. Las Pideras-Fray Diego	66
5.7. El Sauce (Dpto. La Paz)	67
5.8. San Luis	67
5.9. Arroyo Tibirí o del Puerto	68

	<u>Pág.</u>
5.10. Arroyo Alcaráz	68
5.11. Santa Elena	69
6. EXPLOTACION	69
6.1. Generalidades	69
6.2. Tipos de Canteras	69
6.3. Tipos de explotación	70
6.4. Reservas	71
VII. CONCLUSIONES	72
1. CLIMA-SUELO	72
2. ESTRATIGRAFIA	72
3. ESTRUCTURA	73
4. GEOMORFOLOGIA	74
5. DEPOSITOS YESIFEROS	74
VIII. LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO	84

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICOS

	<u>Pág.</u>
FIGURA N° 1 - Mapa de ubicación	8
FIGURA N° 2 - Principales unidades fisiográfica de la provincia de Entre Ríos.	9
CUADRO N° 1 - Datos climatológicos del período 1928-1937. Estaciones Paraná y La Paz	11
CUADRO N° 2 - Datos climatológicos del período 1951-1960. Estacuibes Paraná y La Paz.	12
CUADRO N° 3 - Estación Paraná. Cálculo del balance hídrico según el método de Thornthwaite	13
CUADRO N° 4 - Estación La Paz. Cálculo del balance hídrico según el método de Thornthwaite	14
GRAFICO N°1 y 2 - Balance hídrico para las estaciones Paraná y La Paz	15
CUADRO N° 5 - Correlación tentativa del Cuaternario en la región Paraná-La Paz	24
DIAGRAMA N°1 - Difractograma tipo (arcillas Fm. Hernandarias).	32
FIGURA N° 3 - Corte ideal de la zona de Hernandarias según Scartascini (1954).	33
BLOCK DIAGRAMA N°1 - Barrancas del río Paraná al Norte de la ciudad homónima	36
FIGURA N° 4 - Reconstrucción teórica de los bloques resultantes de la fracturación del Terciario de Entre Ríos, según Cordini.	44
FIGURA N° 5 - Rasgos geomorfológicos - Esquema ideal	48
FIGURA N° 6 - Morfología al Norte de Corrientes y Sur del Paraguay según imágenes Landsat	53
CUADRO N° 6 - Evolución Morfogenética	54
ILUSTRACIONES.	75 - 83
Adjuntos - Mapas geológico-estructural y perfiles	

I. INTRODUCCION

1. ENFOQUE GENERAL

Si bien en la última década el sector noroccidental de la provincia de Entre Ríos ha tenido especial atención en lo que respecta a estudios geológicos, en razón de que en él se llevan a cabo los estudios para el proyecto hidroeléctrico Paraná Medio, se observa que siguen subsistiendo incógnitas sobre ciertos aspectos de la geología, especialmente del Pleistoceno y Holoceno.

A pesar de lo dificultoso que resulta realizar correlaciones en las unidades formacionales, dado que su deposición se lleva a cabo en períodos de tiempo relativamente cortos, con variaciones faciales frecuentes y una limitada exposición de los estratos, se observa que el esquema estratigráfico de la región no es complicado. No obstante, la abundante nomenclatura geológica aplicada a dichas unidades ha dificultado notablemente la interpretación global de la secuencia.

Un aspecto que surge del análisis bibliográfico es que, los estudios llevados a cabo en la región hasta el presente son, o bien de carácter local con connotaciones puntuales, o descriptivos a escala regional. De este modo, las primeras investigaciones geológicas surgen como producto de la recolección de fósiles llevada a cabo por D'Orbigny (1842) en oportunidad de realizar un viaje a Corrientes y Paraguay (1827-28). Las conclusiones vertidas por el autor fueron avaladas o parcialmente reinterpretadas por los numerosos investigadores que le sucedieron (ver punto 3.1. Antecedentes), necesitándose más de cien años para dilucidar la sección más antigua de la columna estratigráfica (Terciario sup.-Cuaternario inf.)

Los trabajos de Frenguelli (1920-47) se reducen prácticamente a la descripción de perfiles en las barrancas de la ciudad de Paraná y alrededores.

El estudio realizado por Masramón (1946) entre las localidades de Villa Urquiza y Pueblo Brugo consta de numerosos perfiles columnares detallados y su esquema estratigráfico y estructural se apoya básicamente en los trabajos de Frenguelli.

Battaglia (1946) y Scartascini (1957), elaboran y sostienen la idea de la existencia de tres niveles de terrazas desarrolladas en relación con el río Paraná en las distintas etapas morfogénicas sobre el flanco entrerriano. Como así también la relación de los depósitos yesíferos con la Terraza Media (Fig. N°3).

Los estudios realizados por Cordini (1949) y Consejo Federal de Inversiones (1962), se desarrollan bajo el punto de vista de los recursos mineros de la Provincia, no aportando elementos nuevos que contribuyan al esclarecimiento de la estratigrafía regional.

Aceñolaza (1973) y Aceñolaza et al (1980), introducen en el esquema estratigráfico del Pleistoceno nombres nuevos proporcionando su sinonimia, tales como Formaciones Yupoí y Córdoba, equivalentes al Ensenadense de Frenguelli; Arenas Tabicadas o Araucanense de Cordini; Formación Alvear de Iriondo, la primera y Cordobense de Frenguelli y Formación Tazanos Pinto de Iriondo, la segunda.

Gentili y Rimoldi (1979) incorporan un nuevo esquema estratigráfico para describir los depósitos del Pleistoceno de la región considerada, agrupando en dos formaciones a secciones originadas en ambientes y ciclos climáticos diferentes. Dicho esquema se aparta de los ordenamientos tradicionales y de los últimos estudios llevados a cabo en la región.

Como resultado de nuevos estudios, Iriondo (1980), en la Geología del Cuaternario de Entre Ríos, establece para el Pleistoceno, un nuevo esquema estratigráfico proponiendo nuevos nombres formacionales tales como Formación Alvear, Tazanos Pinto y La Picada, incluyendo en el denominado Grupo Punta Gorda a las Formaciones Alvear y Hernandarias. La primera, de edad Ensenadense y la segunda, de edad Lujanense. Dichos conceptos son un tanto contradictorios ya que, según el autor, ambas se habrán formado bajo un clima seco, correspondiendo la primera al Pleistoceno inferior y la segunda (de edad lujanense) estaría ubicada en el Pleistoceno-Holoceno. Además, el piso Lujanense se habría depositado bajo un clima húmedo.

Es necesario señalar que, si bien en el presente estudio se han respetado los nombres formacionales de Iriondo (op cit) por considerarlos locales, deberá reconsiderarse el nombre de Formación Alvear dado que fué utilizado con anterioridad en el Jurásico superior-Cretácico inferior de la Cordillera Fueguina (Caminos, 1980).

Personalmente, he tenido la oportunidad de realizar estudios relacionados con los recursos naturales en el sector occidental de la Provincia en diversas ocasiones:

A fines de la década de 1960 he efectuado un reconocimiento geológico en el área de influencia de la ciudad de Paraná, sobre una faja de unos 30km. a lo largo del río Paraná desde las ciudades de Victoria, por el sur a La Paz, por el norte. Dichos estudios se relacionaban con la búsqueda de depósitos de caliza y yeso

para el abastecimiento de la fábrica de cemento portland de la ciudad de Paraná. En tal ocasión se efectuó un reconocimiento detallado de superficie con descripción de perfiles y muestreo. En las áreas que presentaban mayores posibilidades se realizaron, además, pozos a cielo abierto y perforaciones a percusión con extracción de muestras.

Durante los años 1975-77, he participado en los trabajos de fotointerpretación integral para el proyecto hidroeléctrico Paraná Medio, relacionados con geología, geomorfología, localización de yacimientos de interés, suelos y uso actual de la tierra.

De ésta manera, el volumen de información obtenido por los diversos trabajos de campo y gabinete han permitido obtener un cuadro de la estratigrafía de la comarca en cuestión, cuyos resultados se brindan en el presente estudio.

2. OBJETIVOS Y ALCANCES

El principal objetivo del presente estudio es brindar, a través de nuevos datos, un conocimiento más perfeccionado de la geología del Pleistoceno y Holoceno del sector noroccidental de la provincia de Entre Ríos, prestando especial atención a los depósitos de la Formación Hernandarias donde se localiza el mineral de yeso que constituye uno de los recursos minerales de gran importancia para la economía provincial. Se hace referencia a la génesis y clasificación litológica del mineral describiendo las características de los yacimientos de la región.

Finalmente y con el propósito de establecer la relación clima tipo de depósitos y morfogénesis, se brinda un detallado análisis de la evolución de la comarca en relación con áreas próximas y otras regiones del país, estableciendo 9 etapas o estadios morfogenéticos.

Del tratamiento y logro de los objetivos del trabajo, se han generado nuevos aspectos que, naturalmente merecerían investigaciones apropiadas posteriores.

En el esquema estratigráfico que se brinda se ha respetado los nombres formacionales existentes, proponiendo otros para nuevas unidades logrando, de esta manera, establecer una estrecha relación entre los eventos climáticos y las unidades litológicas que se sucedieron durante el Cuaternario.

El límite sur y este de la Formación Hernandarias ha sido tomado tentativamente por falta de datos del subsuelo. Si bien, según Iriondo (1980), dicho límite se extiende hasta la latitud de la ciudad de Paraná, por el sur y el río Gualeguay, por el este, sería conveniente contar con datos actualizados del subsuelo para establecer una delimitación más precisa.

3. METODOLOGIA

3.1. Trabajos de gabinete

3.1.1. Mapa planimétrico base

Los elementos principales que componen la planimetría y la fisiografía del mapa base, fueron tomados de las cartas del Instituto Geográfico Militar a escala 1:100.000 y 1:250.000.

Para los aspectos relacionados con la evolución de la red hidrográfica, uso actual de la tierra y explotación de canteras, fueron revisados los mosaicos aerofotográficos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Plan Mapa de Suelos) a escala 1:50.000 y los correspondientes fotogramas a escala 1:20.000, como así también las reducciones fotográficas a escala 1:100.000 de las hojas usadas como bases para el desarrollo temático del proyecto Paraná Medio.

3.1.2. Fotointerpretación

Se realizaron tareas de fotointerpretación para efectuar la actualización del mapa base en los que respecta, tanto a los aspectos geomorfológicos relacionados con la red de drenaje como a los aspectos humanos referentes a la construcción de embalses o tajamares en la cabecera de los arroyos. Como así también la ubicación de canteras abandonadas y en actividad.

Se estudió, además, dos imágenes Landsat a escala 1:1.000.000 en el sector norte de la provincia de Entre Ríos, centro oeste de la provincia de Corrientes y sudoeste de la República del Paraguay.

3.1.3. Estudio de Antecedentes

Se realizó el análisis y la evaluación de los estudios previos con especial atención a los que, en menor o mayor grado, tratan sobre los depósitos de yeso de la provincia.

3.1.4. Análisis de muestras

Se llevaron a cabo 10 análisis difractométricos en el material arcilloso de la Formación Hernandarias cuyo diagrama tipo se halla representando en el Diagrama N° 1.

3.1.5. Mapa geológico estructural

Dado las limitaciones de los afloramientos del Cuaternario a las márgen izquierda del río Paraná y el reducido espesor que presentan las unidades que lo componen, se brinda un mapa geológico generalizado donde se pueden apreciar tres unidades principales: Mioceno (F. Paraná); Plio-Pleistoceno (F. Ituzaingó, Alvear, Hernandarias, Pampa, Tezanos Pinto y Conglomerado Antonio Tomás); Plisto-Holoceno (F. El Chilcal, La Picada) y Depósitos Actuales. Por otra parte, se optó por representar la secuencia estratigráfica mediante perfiles columanares detallados. Se ha representado, además, las trazas de los perfiles transversales, la expresión areal y morfológica de la Formación Hernandarias, nominación de los yacimientos de yeso, canteras de yeso inactivas y en actividad y principales lineamientos estructurales.

3.2. Trabajos de campo

Se realiza un detallado reconocimiento de campo con el levantamiento de perfiles sobre la barranca del río Paraná, arroyos y canteras, efectuando un muestreo sobre distintos niveles de la Formación Hernandarias para su posterior estudio en gabinete.

4. AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su profundo agradecimiento a Instituciones y Profesionales que hicieron posible el logro de este trabajo:

- Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.
- Dr. Raúl A. Zardini, como Director de Tesis, por sus constantes, eficientes y oportunas directivas realizadas durante la marcha del trabajo. Como así también por la lectura crítica y corrección de los borradores.

- Dr. Héctor L. Roseman, por los valiosos consejos brindados como Consejero de Estudios.
- Dr. Víctor Ramos, por las sugerencias y consejos brindados.
- Lic. Eduardo Rosello, como acompañante en las tareas realizadas a campo y discusión de problemas.
- Lic. Carlos E. Barbosa, por la colaboración en la realización de los análisis difractométricos.

II. NATURALEZA DE LA COMARCA

1. UBICACION Y ACCESOS

El area estudiada, ilustrada en la Fig. 1, abarca una superficie aproximada a los 4.000Km² en el sector centro-oeste de la provincia de Entre Ríos. Se extiende entre las localidades de Paraná y La Paz en una faja de rumbo NE-SO de unos 30Km de ancho entre el río Paraná y la cuchilla de Montiel, ésta última hace de divisoria de las vertientes de los ríos Paraná y Gualeguay. (Fig. N°2)

Geográficamente queda comprendida entre las siguientes coordenadas: 30°50' y 31°47' de latitud sur y entre 59°30' y 60°30' de longitud oeste de Greenwich.

El acceso puede efectuarse desde la ciudad de Paraná por la ruta nacional N°18 hasta el Km 20 y luego retomando la ruta nacional N° 126 con accesos asfaltados a las localidades de Hernandarias, Piedras Blancas, Santa Elena, La Paz, Hasenkamp y María Grande. La ex ruta nacional N°126, que hace de enlace entre las localidades de Gobernador Racedo, Pueblo Gral.Paz, Pueblo Brugo, Pto.Viboras, Hernandarias, Piedras Blancas, Paso Castro (sobre el A°Alcaráz), Santa Elena y La Paz, es de tierra pero mantenida en muy buen estado al igual que la densa red de caminos vecinales.

2. RASGOS FISIOGRAFICOS

2.1. Relieve

La zona considerada comprende un sector del denominado Relieve Disectado Entrerriano (Bracaccini, 1975/77). Tal disección y modelación llevadas a cabo desde el Pleistoceno medio, configuran un paisaje predominantemente ondulado cuyas cotas máximas se hallan sobre las denominadas cuchillas (Fig.N°2). Para el sector estudiado, los desniveles relativos oscilan entre los 25 y 70 metros de altitud.

2.2. Hidrografía

El drenaje que caracteriza a la región responde a un diseño dendrítico denso con cursos, en general, rápidos e intermitentes en sus tramos superior y medio y perenne, en el tramo inferior.

Es necesario destacar el predominio de diseños sub-paralelo a subdendrítico que se observa en los cursos principales del sector central. Este tipo de diseño se debe a que existe un marcado control estructural en su emplazamiento y desarrollo.

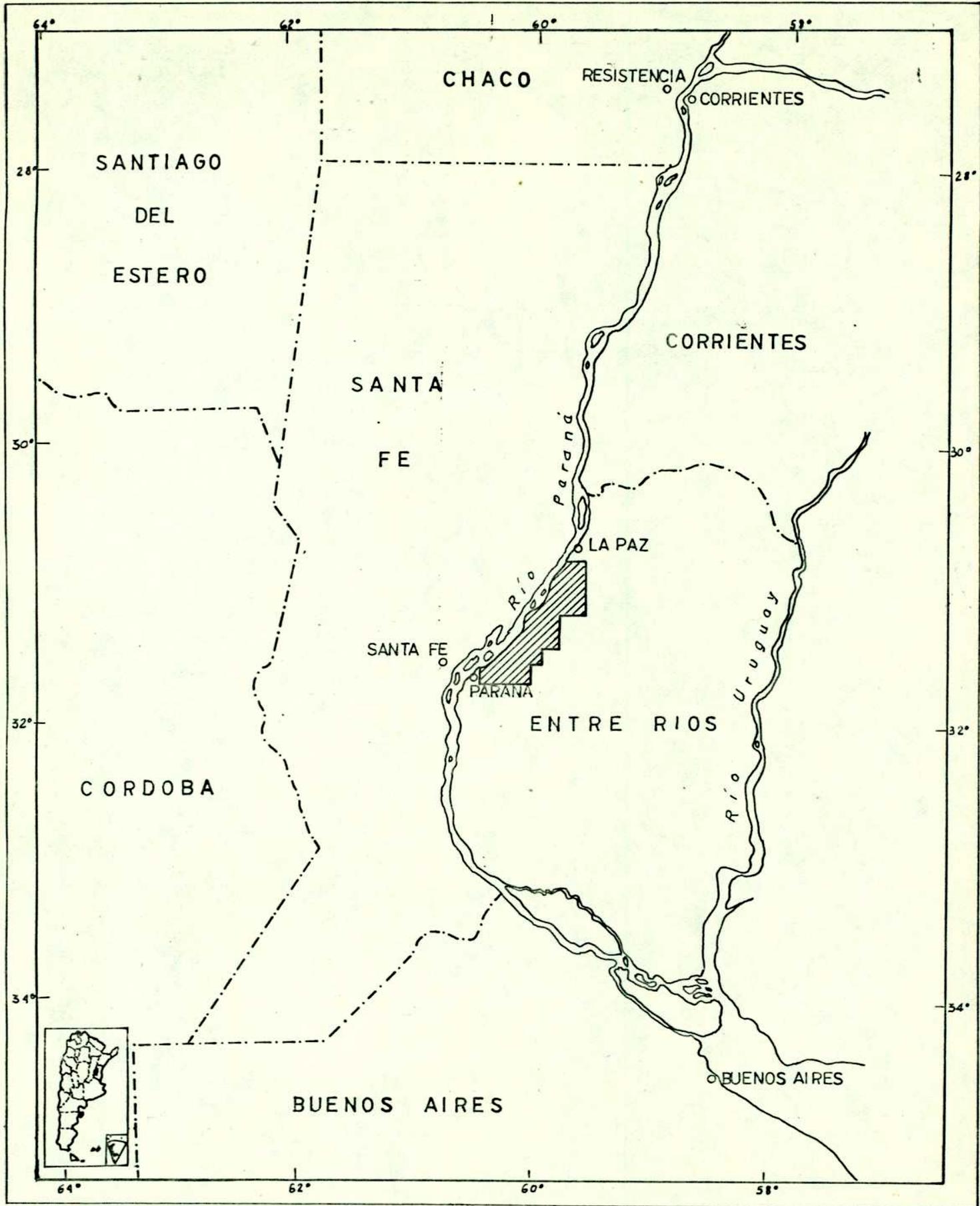


FIG. N° 1 - MAPA DE UBICACION (Escala 1:400.000)

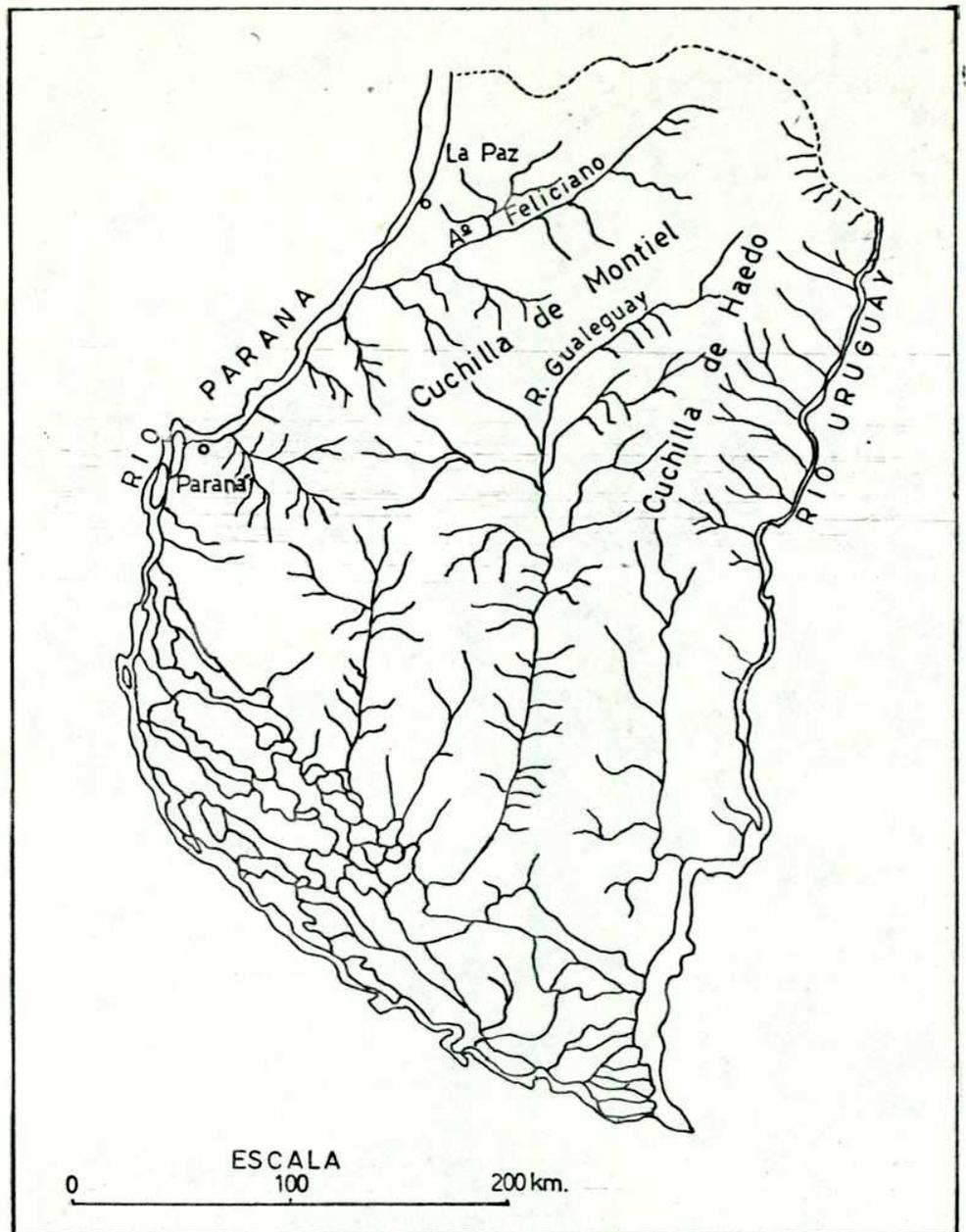


FIG. N°2 - Principales unidades fisiográficas de la provincia de Entre Ríos.

Los valles, en su mayoría, son subsecuentes desarrollados a lo largo de importantes líneas estructurales. Entre ellos se destacan el Feliciano y el Alcáraz por su trazado rectilíneo. Otros como el Hernandarias, además de su trazado rectilíneo, presentan un valle obsecuente, de rumbo SE-NO es decir, en sentido opuesto a la pendiente regional del terreno cuyo desarrollo es NE-SO. Este tipo de afluencia se observa en toda la comarca, siendo más manifiesta entre las localidades de Piedras Blancas y General San Martín (ver mapa), lo que indica el carácter anómalo de la pendiente local.

El escurrimiento superficial es rápido hacia los arroyos intermitentes a expensa de las relativamente fuertes pendientes, alcanzando después de un corto recorrido, los arroyos principales. Estos a menudo presentan resaltos que se generan por la erosión retrocedente y un marcado control litológico (ver Fig. 4 b).

Los cuerpos lagunares son de muy poca importancia y generalmente se relacionan con la red fluvial principal. Con frecuencia se puede observar en las cabecezas de los arroyos, embalses o tajamares realizados por el hombre y utilizados como reservorios de agua. Dichos embalses actúan elevando localmente el nivel de base de los arroyos lo que, unido a una práctica adecuada en el manejo de los suelos, atenúa el proceso erosivo de los mismos, práctica que no siempre se lleva a cabo.

Las áreas anegadizas están relacionadas únicamente a los principales arroyos y al río Paraná.

3. CLIMA

El clima de la región queda determinado con los datos obtenidos en las Estaciones Meteorológicas de las ciudades de Paraná y La Paz, distantes unos 140Km en línea recta.

Los datos climáticos tomados en un período de 10 años (1928-1937) y (1951-1960) se detallan en los cuadros N°1 y 2.

Los datos climáticos correspondientes a la última década no se han podido tomar dado que la Estación La Paz carece de registros.

Del análisis comparativo de los cuadros N°1 y 2 surgen variaciones en los registros climáticos correspondientes. Dado que dichas variaciones son detectadas en períodos relativamente cortos (10 años), pueden ser consideradas como variaciones temporales y por lo tanto no se deben tener en cuenta para establecer cambios en los Tipos Climáticos.

CUADRO Nº 1 - DATOS CLIMATOLOGICOS DEL PERIODO 1928-1937

Estación: La Paz

Presión Atmosf. (mm.)	Humedad relativa med. (%)	Temperatura (°C)					Precipit. med. anual (mm)	Heladas	
		media	máx. med.	mín. media	máx. absol.	mínima absol.		Frec. med.	Prim. y última fecha
756,9	70	19,6	26,0	13,3	44,5	-3,5	1.115,7	2,3 días	21/6-11/8 de 1933

Vientos (Frecuencia de la dirección (escala relativa de 1000)								
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	calma
151	130	239	182	79	62	40	45	72

Tipo Climático: Subtropical sin Estación Seca

Estación: Paraná

Presión Atmosf. (mm)	Humedad relativa med. (%)	Temperatura (°C)					Precipit. med. anual (mm)	Heladas	
		media	máx. med.	mín. med.	máx. absol.	mín. absol.		Frec. med.	Prim. y última fecha
755,0	71	18,3	24,2	12,9	41,4	-7,6	968,9	4,8 días	20/5 1937 9/8 1936

Vientos (Frecuencia de la dirección (escala relativa de 1000)								
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	calma
111	249	122	213	102	51	14	26	112

Tipo Climático: Templado Pampeano

Fuente: La Argentina- Suma de Geografía Peuser- 1958.

CUADRO Nº 2 - DATOS CLIMATOLOGICOS DEL PERIODO 1951-1960

Estación: La Paz

Presión Atmosf. (mm.)	Humedad relat. (%)	Temperatura (°C)					Precip. med. anual (mm.)	Heladas		
		media	máx. med.	mín. med.	máx. absol.	mín. absol.		Frec. med.	Prim. y última	fecha
756	68	19,5	25,7	13,7	40,6	-2,3	1.065	1,4 días	Mayo	Agosto

Vientos (Frecuencia de la dirección (escala relativa de 1000)								
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	calma
151	144	204	199	105	63	38	47	69

Tipo Climático: Subtropical sin Estación Seca

Estación: Paraná

Presión Atmosf. (mm.)	Humedad relat. med. (%)	Temperatura (°C)					Precipit. med. anual (mm.)	Heladas		
		media	máx. med.	mín. med.	máx. absol.	mín. absol.		Frec. med.	Prim. y última	fecha
754	75	17,8	24,1	12,3	40,1	-4,5	998	6,7 días	Mayo	Sept.

Vientos (Frecuencia de la dirección (escala relativa de 1000)								
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	calma
148	134	143	137	158	63	24	25	168

Tipo Climático: Templado Pampeano

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional- Estadísticas Climatológicas 1951-1960 - Buenos Aires.

CUADRO Nº 3 Método de Thornthwaite

Estación: Paraná

Lat. 31° 47' S. Long. 60° 29' O. Alt. 79m.

Datos \ Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Temperatura media mensual período													
Temperatura media mensual período													
Temperatura media mensual promedio	25.0	23.9	21.4	17.3	14.4	11.9	11.4	12.7	14.9	17.6	21.0	23.4	17.9
Precipitación media mensual período	123.5	96.8	153	99.7	55.9	45.4	30	34.9	45.6	99	108.9	81.8	974.7
Índice calórico	11.4	10.68	9.04	6.55	4.96	3.72	3.48	4.10	5.22	6.72	8.78	10.35	85.04
Índice de iluminación	1.21	1.03	1.06	0.95	0.91	0.84	0.89	0.95	1.00	1.12	1.15	1.23	

Cálculo de la evapotranspiración potencial

Evapotranspiración sin corregir	120	110	92	61	43	30	28	34	46	64	90	108	826
Evapotranspiración - potencial	145	113	97.5	59	39	25	25	32	46	72	103	133	867.5

Factores para la clasificación climática

Precipitación media mensual	123	97	153	100	56	45	30	35	46	99	109	82	975
Evapotranspiración potencial	145	113	98	59	39	25	25	32	46	72	104	133	891
Variación de las reservas de agua	-22	-16	55	34	0	0	0	0	0	0	0	51	
Reserva de agua útil (saturación en mm.)	27	11	66	100	100	100	100	100	100	100	100	49	
Exceso de agua				7	17	20	5	3		27	5		84
Déficit de agua													
Evapotranspiración real	145	113	98	59	39	25	25	32	46	72	104	133	891

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 1973: Datos Pluviométricos 1921-1950. Publ. B1, Nº 2 - Buenos Aires.

CUADRO Nº 4 - Método de Thornthwaite

Estación: La Paz

Lat. 30°45' S. Long. 59° 39' O. Alt. 37m.

Datos	Meses												Total
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Temperatura media mensual período													
Temperatura media mensual período													
Temperatura media mensual promedio	26,5	25.5	23.3	18.9	16.2	13.8	13.0	14.7	16.9	19.4	22.8	24.8	19.6
Precipitación media mensual período	104.5	96.3	127.3	125.2	73.4	55	30.5	45.8	59.2	102.4	104.9	108.6	1033.7
Índice calórico	12.42	11.78	10.2	7.49	5.87	4.60	4.25	5.12	6.32	7.79	9.95	11.30	97.09
Índice de iluminación	1.20	1.03	1.06	0.95	0.91	0.84	0.89	0.96	1.00	1.12	1.14	1.22	

Cálculo de la evapotranspiración potencial

Evapotranspiración sin corregir	134	125	102	66	48	33	30	38	52	68	95	112	903
Evapotranspiración potencial	161	129	108	63	44	28	27	36	52	76	108	137	969

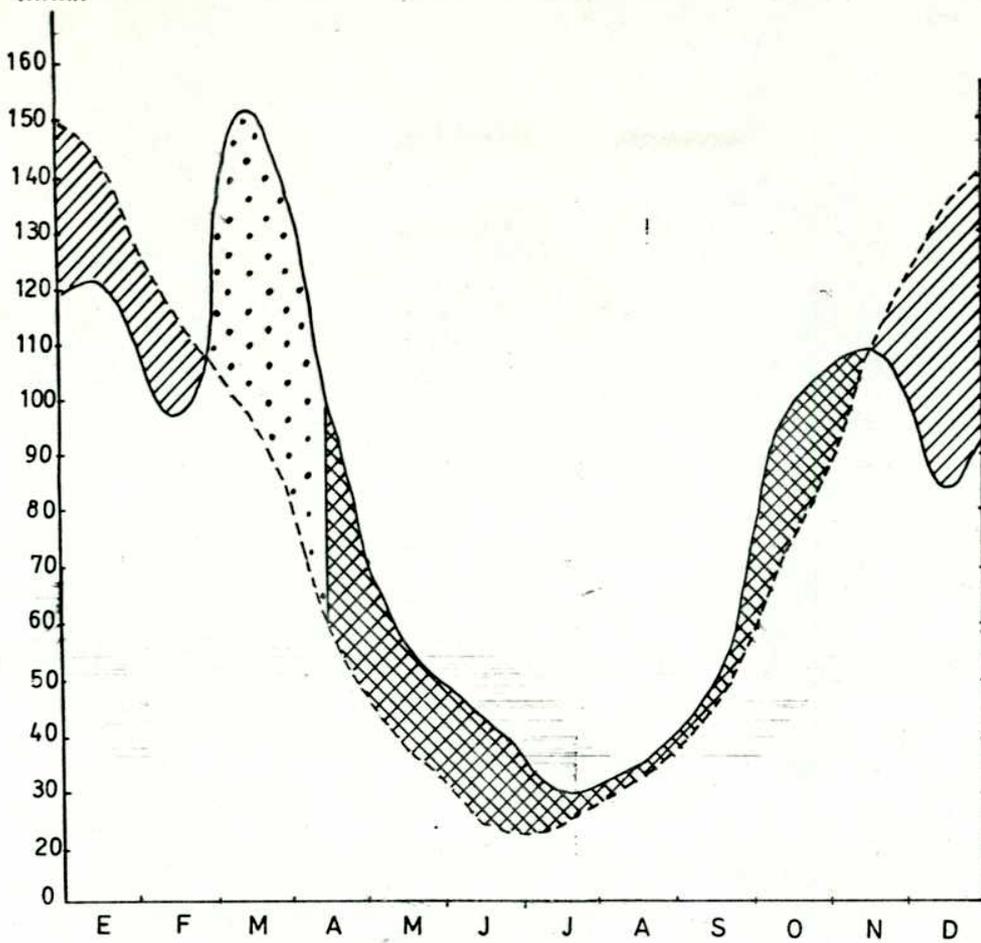
Factores para la clasificación climática

Precipitación media mensual	104	96	127	125	73	55	30	46	59	102	105	109	1031
Evapotranspiración potencial	161	124	108	63	44	28	27	36	52	76	108	137	969
Variación de las reservas de agua	-57	-12	19	62	19	0	0	0	0	0	-3	-28	
Reserva de agua útil (saturación en mm.)	12	0	19	81	100	100	100	100	100	100	97	69	
Exceso de agua					10	27	3	10	7	26			83
Déficit de agua	21												21
Evapotranspiración real	161	108	108	63	44	28	27	36	52	76	108	137	948

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional: Datos Pluviométricos 1921-1950. Pubic. B1, Nº2. Buenos Aires, 1973.

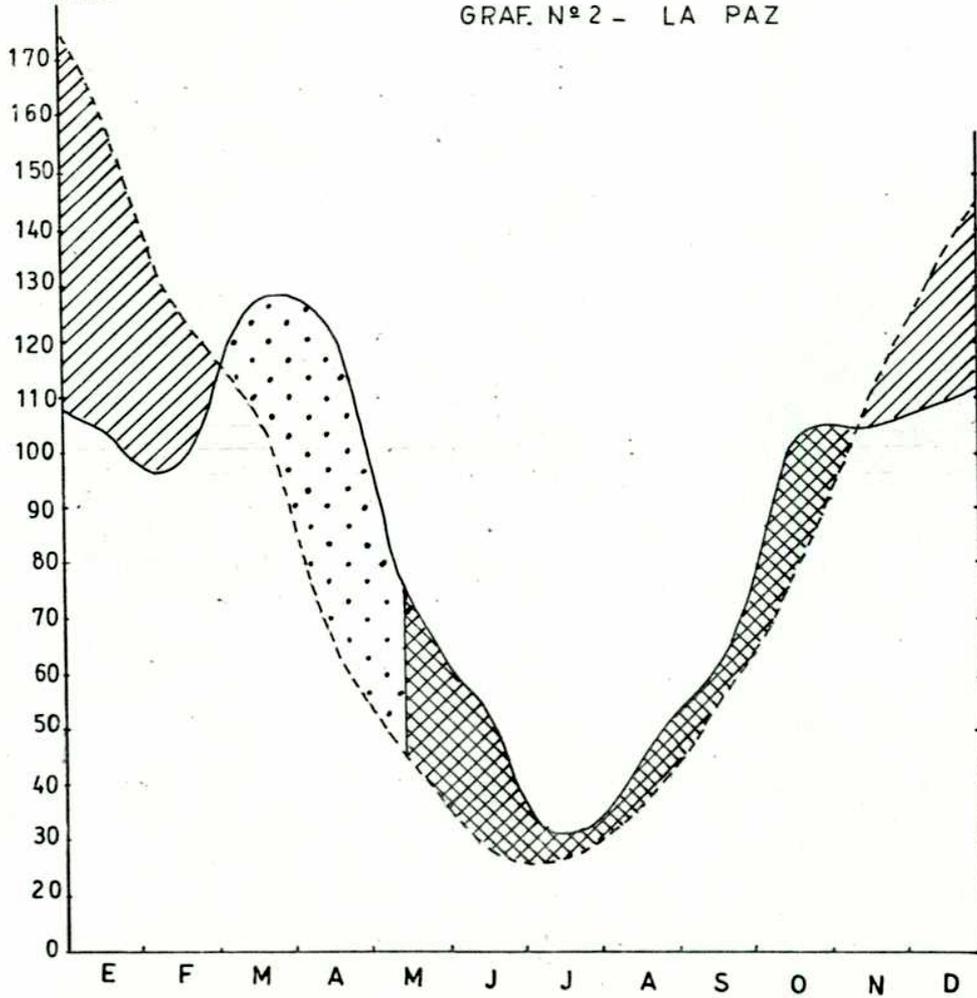
Prec.Evt.
(mm.)

GRAF. N° 1- PARANA



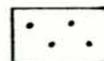
Prec.Evt.
(mm.)

GRAF. N° 2 - LA PAZ



— PRECIPITACION

- - - EVAPOTRANSPIRACION



REPOSICION DEL AGUA EN EL SUELO



EXCESO DE AGUA



DISPONIBILIDAD DE AGUA

El clima de la zona comprendida entre las Estaciones consideradas, si bien transicional, (Trabajos de Fotointerpretación - Estudios del Paraná Medio, A y E 1975/77 - Inédito), se puede calificar como Templado Cálido Subhúmedo.

El régimen de lluvias es de tipo torrencial, primavera-estivales. A pesar de la abundancia de agua, la elevada evapotranspiración genera un balance hídrico negativo desde fines de la primavera hasta comienzo del otoño.

Los períodos sin lluvia se producen en invierno pudiendo ser bastante largos. Las bajas temperaturas reducen la evapotranspiración atenuando un poco los efectos de la sequía. La componente del clima se refleja un poco en la vegetación leñosa típica (bosque de xerófitas).

Para efectuar el balance hídrico del área de acuerdo a la fórmula de Thornthwaite, en Burgos y Vidal (1951), se ha tomado como base la información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional en el período (1958-1965) a partir de las estaciones de Paraná Lat. $31^{\circ}47'$, Long. $60^{\circ}29'$ y La Paz, Lat. $30^{\circ}45'$, Long. $59^{\circ}39'$.

Los datos de precipitaciones y temperaturas medias mensuales y anuales se pueden observar en los cuadros N°3 y 4 donde también se ha tabulado, para cada estación, el balance hídrico.

Los gráficos N°1 y 2 permiten visualizar la relación existente entre los excesos de agua, utilización del agua y la reposición de la humedad en el suelo.

En general, para esta región, los excesos de agua se corresponden con los meses más fríos debido a que disminuyen los valores de la evapotranspiración potencial del agua en el suelo. En la estación La Paz, se registra déficit de humedad en el mes de febrero.

4. SUELOS

Los suelos que dominan la región estudiada se conocen como Vertisoles y Brunizems Vertisólicos (según la clasificación americana de 1949). Dichos suelos se han desarrollado a partir de un material originario compuesto por loess y limos arcillosos correspondientes a la Formación Tezanos Pinto que se acumula en el Pleistoceno Superior luego de una acción morfogénica muy marcada en el Pleistoceno medio. Hacia fines del Pleistoceno y principios del Holoceno sobreviene un período húmedo que modela el paisaje y permite la evolución de los suelos (Pedogénesis).

De esta manera, dos son los factores responsables de la formación de éstos suelos: el material originario, rico en arcilla y calcio y el clima, cuyo balance hídrico es positivo.

Dentro del denominado relieve disectado entrerriano (Bracaccini, 1975/77) los Vertisoles y Brunizems Vertisólicos son prácticamente los únicos suelos presentes, hallándose afectados por distintos grados de erosión hídrica o bien asociados a suelos Aluviales en los valles de los principales ríos y arroyos que surcan la región.

En general y dada la posición en el paisaje, los perfiles ofrecen un considerable rango de variabilidad en lo que a espesor de sus horizontes se refiere.

Un perfil típico para esta región ha sido descrito sobre la ruta de acceso a la localidad de Villa Hernandarias al oeste de arroyo homónimo.

A1 0 - 25 cm.	Gris oscuro (10 YR 4/1) en seco y gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo. Franco arcillo-limoso. Bloques subangulares, medios fuertes. Duro firme. Muy plástico y muy adhesivo. Abundantes raíces de gramíneas. Límite gradual y suave.
B2 25 - 70 cm.	Gris oscuro (10 YR 4/1) en seco y gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo. Arcilloso. Primático rompiendo a bloques angulares, medios fuertes. Duro. Firme. Muy plástico y muy adhesivo. Escasas raíces. Abundantes cutanes. Límite gradual y difuso.
B3ca 70 - 110cm.	Gris oscuro (10 YR 4/1) en seco y gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo. Arcillo-limoso. Bloques subangulares, medios, moderados. Firme. Muy plástico y muy adhesivo. Algunos cutanes, concreciones de carbonato de calcio. Límite gradual y difuso.
C.ca 110+	Pardo (7,5 YR 5/4) en seco y pardo oscuro (7,5 YR 4/4) en húmedo. Franco arcilloso. Masivo. Firme. Muy plástico y muy adhesivo. Escasos cutanes. Concreciones medias de carbonato de calcio.

Clasificado por 7^oh. Aproximación este suelo corresponde a los Udert.

5. VEGETACION

La vegetación de la comarca está comprendida dentro del Parque Mesopotámico, Provincia del Espinal, Distrito del Nandubay (Cabrera 1971). Dicha provincia se extiende en una superficie aproximada de 1.500.000ha en las provincias de Corrientes y Entre Ríos, en ella se destacan un gran número de especies arbóreas del género Prosopis. El Distrito queda identificado por la presencia del Nandubay y la palma Caranday.

Los pastizales se asemejan bastante a los de la pradera pampeana pero con un mayor número de especies de distribución tropical.

Las distintas especies son:

- *Prosopis algarrobilla* (Nandubay)
- *Prosopis nigra* (Algarrobo negro)
- *Prosopis alba* (Algarrobo blanco)
- *Acacia caven* (Espinillo o aromito)
- *Seltis spinosa* (tala)
- *Trithinax campestris* (Palma caranday)

Sobre el río Paraná se asocian algunas de estas especies con Sauce Criollo, Ceibo, Paraíso y Ombú. Esta asociación se presenta relacionada, además, con los riachos y arroyos formando los denominados bosques en galería. En ambos casos se trata de bosques y selvas de formaciones leñosas con asociación de pajonal, pastizal, helechos y rastreras en relación con las morfodinámica fluvial.

Fuente: Argentina Forestal - Servicio Nacional Forestal - VII Congreso Forestal Mundial - Argentina 1972.

III. DESCRIPCION GEOLOGICA

1. ANTECEDENTES

Las primeras investigaciones geológicas y estratigráficas registradas en esta región fueron llevadas a cabo por D'Orbigny (en el año 1827-28) y publicadas en 1842, quien efectuó una cuidadosa recolección y clasificación de los fósiles de origen marino que afloran en la barranca del río Paraná. Las observaciones se extienden a la provincia de Corrientes. Este autor establece algunas consideraciones sobre los aspectos geológicos de esta región mencionando la presencia de una ingresión marina, realiza una cuidadosa clasificación de los fósiles marinos, que aparecen en las distintas formaciones. Explica además por presencia de fallas las diferencias topográficas entre los relieves del sector santafecino y entrerriano y presenta un esquema estratigráfico detallado en el que incluye 23 unidades.

Investigaciones posteriores fueron realizadas por Darwin (1838), Bravard (1858), Burmeister (1859), Stelzner (1876), Doering (1882), éste último introduce la idea de que entre las dos ingresiones marinas existe una intercalación de origen continental y que llamó 'Mesopotamiense'. Ameghino (1889, 1906) continuador de las ideas de D'Orbigny, realizó un detallado estudio paleontológico de los vertebrados. En 1913, Bonarelli y Nágera retoman el estudio estratigráfico de la Región tratando de simplificar las divisiones realizadas por D'Orbigny que a la luz de nuevos datos aparecían como complejas inactuales y consideraron a las dos ingresiones marinas como una sola unidad que engrana lateralmente con los depósitos continentales. Este esquema es, en parte, el que se acepta en la actualidad, aunque algunos de los depósitos continentales que para ellos engranaban lateralmente, se encuentran por encima, en discordancia.(Braccacini, 1975/77).

A Frenguelli (1920), se deben importantes estudios estratigráficos. Como consecuencia de ellos establece la existencia de tres unidades marinas separadas entre sí por depósitos continentales, es decir que, a la idea original de Doering (1882) de dos ingresiones, agrega una tercera. Las unidades marinas fueron denominadas de abajo hacia arriba, 'Paranense', 'Entrerriense' y 'Rionegrense' y las continentales interpuestas 'Mesopotamiense' y 'Rionegrense'. Interpreto, además, que entre el Paranense y el Entrerriense existía un hiatus estratigráfico que se corresponde con la segunda fase de los movimientos Andinos responsables, para este sector, del retiro del mar paranense por levantamiento del continente.

En sus trabajos posteriores (1922, 1937 y 1947), Frenguelli efectúa pequeños ajustes en la descripción de las facies sedimentarias de las unidades mencionadas pero siempre sobre la base del esquema anterior.

Es Kantor (1925) quien por estudios estratigráficos sobre la base del esquema de Frenguelli (1920), alega que no hay discordancia angular entre el Entierriense y Rionegrense Marino, separados por sedimentos con estratificación entrecruzada. Además no habría diferencias en los fósiles de los estratos inferiores y superiores.

Otros investigadores tales como Stegmann (1941), Masramón (1946), Bataglia (1948), Cordini (1949), y Castellanos (1965) han realizado estudios utilizando el esquema estratigráfico de Frenguelli (Op.Cit.), Lapidus (1947) y Gracia (1952, 1953) realiza la Descripción Geológica de las Hojas Villa Urquiza, Hernandarias y La Paz para el Comando de Ingenieros del Ejército.

Otras contribuciones a la geología del área se deben a De Alba (1953) quien realiza un estudio estratigráfico al Norte de la provincia de Corrientes, nombra la Formación Ituzaingó (Plio-Pleistoceno) que, litológicamente está compuesta por arenas ocráceas y se extiende por el Sur hasta la ciudad de Paraná.

Posteriormente Scartascini (1954) propone un esquema sedimentológico, el mismo consta de tres tipos de sedimentos:

- a) Sedimentos no alcanzados por la acción marina. Se trata de sedimentos arenosos de ambiente continental exclusivamente.
- b) Sedimentos de origen marino y continental. Los mismos se habrían formado en uno u otro ambiente según el avance o retroceso del mar.
- c) Sedimentos con invasión marina permanente. Depositados en un ambiente exclusivamente marino con predominio de la fracción arcillosa. Estos sedimentos son portadores de una rica fauna marina con Ostrea parassítica Gm. en los niveles inferiores y Ostrea patagónica D'Orb. en los niveles medio y superior.

Son también numerosos los estudios paleontológicos, destacándose los de Reig (1956), Pascual y Bondesío (1961), Rossi de García (1966), Camacho (1967), Pascual y Odreman (1973).

Cabe destacar los trabajos de síntesis estratigráfica realizados por Yrigoyen (1969); Herbst y Camacho (1970); Herbst, Santa Cruz y Zabert (1976) y Aceñolaza (1976). Posteriormente Aceñolaza (1979), realiza estudios sobre el Cuaternario entre las localidades de Paraná y Corrientes; Aceñolaza y Sayago (1980), sobre la estratigrafía, morfodinámica y morfogénesis de la región de Villa Urquiza e Iriondo (1980), sobre el Cuaternario de la provincia de Entre Ríos.

2. ESTRATIGRAFIA

En el cuadro N°5 se ha realizado una correlación tentativa del Cuaternario en la región Paraná-La Paz extendiéndose, en algunos casos, fuera de los límites de la comarca.

Para tal fin, se tomó como base los esquemas estratigráficos propuestos por diversos investigadores que han realizado y están realizando estudios relacionados con esta región, tales como:

- Scartascini (1954), trabajo realizado sobre la base del esquema estratigráfico de Frenguelli, del que fué ayudante de campo para los estudios desarrollados en esta región.
- Aceñolaza (1976) e Iriondo (1980), dado que enfocan el problema con criterios y métodos de trabajo diferentes.

2.1. Formación Paraná

2.1.1. Generalidades

Se conoce con éste nombre (Yrigoyen, 1969) a un conjunto de estratos limo-arcillosos y arenas arcillosas de color verdoso y bancos calcáreos generalmente arenosos. Esta Formación se caracteriza por contener, en general, una abundante fauna marina.

Originalmente ha recibido denominaciones diversas por los distintos investigadores que la estudiaron. Así D'Orbigny (1942), utiliza los sinónimos de Gres Tertiaire marino D; Gres Ostreen H y Calcaire arenifére I; Doering (1882), Piso Pararense y Piso Patagónico; Bonarelli y Nágera (1913), Mesopotámico inferior y medio en las facies entrerrianas D, H, I de D'Orbigny; Ameghino (1906), Formación Entrerriana; Frenguelli (en el período de 1920 a 1947) le da los siguientes nombres: Paranense Cuspidal, Entrerriense, Rionegrense marino y Araucanense con Turritella; Cordini (1949), Formación Entrerriana; Reig (1956), Formación Entre Ríos; Scartascini (1954), Depósitos a, b y c ó Transgresión de Bravard; Camacho (1967), Formación Paraná y Formación Entre Ríos; y por último Yrigoyen (1969), Formación Paraná.

Las diferentes secciones de ésta Formación han sido estudiadas por los investigadores mencionados entre las localidades de Paraná y Pueblo Brugo, pudiéndose observar en la localidad de Villa Urquiza el afloramiento más conspicuo de la región.

Sobre base oculta se observa:

- a) 2,30 m. Arena fina limosa, con escasa selección de color verdoso.
- b) 5,50 m. Arena fina interestratificada con material limo-arcilloso. Este último presenta una coloración verdosa, en la parte inferior y grisácea en la fracción superior. Su estructura es laminada y sus planos son marcados por delgadas capas de arena. En general, el espesor oscila entre 5cm, y 1m. La arena se presenta en estratos de espesor menor, entre 15 y 30cm. De color blanquecino. Es frecuente la estratificación diagonal y microdiagonal. Se observa abundante magnetita.
- c) 1,00m. Limo arenoso fino de color verdoso a grisáceo.
- d) 2,20m. Arena fina de color verdoso con buena selección en la base.
- e) Banco de ostrea. Su espesor oscila entre 35 y 80 cm. Presenta abundante cantidad de ostras de tamaño variable (alrededor de 10cm) muchas de ellas rotas. Con matriz limoarcillosa.
- f) 1,00m. Material arcilloso de color verdoso a grisáceo. Presenta intercalados dos estratos de 5cm. de espesor de arena ocrácea.

Los pelecípodos que se pueden observar en el banco (e) del perfil descripto son:

- Ostrea patagónica D' Orb.
- Ostrea alvarezii D' Orb.
- Pecten (Chlamys) paranensis D'Orb.

El material arcilloso del banco (f) se encuentra cubierto, en discordancia erosiva, por las arenas de la Formación Ituzaingó.

En el paraje denominado El Cerro, ubicado frente a la isla Chapetón, el espesor visible de la Formación Paraná supera los 25 metros, donde se puede observar abundante cantidad de pelecípodos bien conservados. Dicho espesor va decreciendo irregularmente hacia el Norte, para desaparecer oculto por las aguas del río Paraná, poco más al Norte de Pueblo Brugo. Este espesor irregular observado en la Formación Paraná se debe a la erosión diferencial que actuó antes de la depositación de los sedimentos suprayacentes, localizándose una discordancia erosiva entre ambos términos formacionales.

Si se efectúa una comparación de los perfiles confeccionados entre las localidades de Paraná y Pueblo Brugo, tomando como base el nivel del río, se podrá observar las oscilaciones que presenta el techo de la Formación Paraná como consecuencia de la erosión producida por paleoríos al comienzo de la depositación de la Formación Ituzaingó.

2.1.2. Ambiente

Los depósitos de la Formación Paraná, como ya lo han señalado otros investigadores, pertenecen a un ambiente costero de poca profundidad, Iriondo (1973) los clasifica como depósitos marinos infralitorales. La alternancia de limo-arcillas indican un ambiente típicamente marino. La presencia de bancos con ostrea es indicador de la cercanía a la costa y de aguas poco profundas. Según Aceñolaza (1976) la presencia de Ostrea parassítica, en las costas actuales, se registra en regiones de manglares y sectores pantanosos sometidos a la influencia periódica de las mareas.

La granulometría de los sedimentos indica la energía del ambiente de depositación. Es así que los sedimentos de la fracción inferior, son de aguas tranquilas, mientras que los bancos superiores constituídos por lumachellas y calcáreos organógenos, indican un ambiente de mayor turbulencia.

2.1.3. Edad

La edad de esta Formación fué durante muchos años tema de discusión entre los distintos bioestratígrafos. Actualmente existen opiniones divididas ya que algunas la asignan al Plioceno y otras, Mioceno superior.

Los trabajos realizados por Rossi de García (1966), sobre la base de ostrácodos encontrados en Victoria y Paraná, atribuyen un límite Mioceno superior para esta unidad. No obstante, los argumentos son poco definitivos para la extensión del Mar Paranense en el Plioceno de éstas latitudes.

La edad que se acepta en este trabajo es la determinada sobre la base de ostrácodos (Rossi de García Op. Cit) dado que no existen, hasta el momento, dataciones más exactas.

a) Scartascini (1954)

b) Aceñolaza (1976)

		EDAD		EDAD	UNIDAD LITOESTRATIGRA	
C E N O Z O I C O	CUATERNARIO	RECIENTE				
		HOLOCENO	POST-PAMPEANO			
		PLEISTOCENO	PAMPEANO	Superior	PLEISTOCENO	F. Córdoba
				Medio		F. Hernandarias
				Inferior		
			INFRAPAMPEANO	Superior		F. Yupoí (?)
				Inferior		
		TERCIARIO	PLIOCENO	Superior	PLIOCENO	F. Ituzaingó
	Inferior			MIOCENO SUP	F. Paraná	

LITOLOGIA	EDAD	UNIDAD LITOSTRATIGRAFICA
	HOLOCENO	F. La Picada
Limos loessoides pulverulentos		F. Tezanos Pinto
<p>Limos y arcillas verdes y rojizas con yeso.</p> <p>disc.</p> <p>Arenas finas y limosas con carbonato de calcio y estructura tabicada</p> <p>disc.</p> <p>Arenas y limos fluviales de colores claros y amarillentos con fósiles silicificados.</p> <p>disc.</p> <p>Arenas arcillosas y limoarcillosas verdosas y calcáreos organógenos</p>	<p>PLEISTOCENO</p> <p>Grupo Punta Gorda</p>	<p>F. Hernandarias</p> <p>F. Alvear</p>
	SUP. PLIOCENO	F. Ituzaingó
	MIOCENO SUP.	F. Paraná

A	LITOLOGIA	EDAD	U LITOEST	
	Arenas eólicas asociadas al río Uruguay.	HOLO-CENO	SUP.	
	Depositos aterrazados. Conglomerados, arenas, limos y arcillas limosas.		MED.	
			INF	F. La Pica
	Arenas finas y limos arcillosos con concreciones de carbonato de calcio.	PLEISTOCENO	SUP.	F. Tezanos
	Arcillas y limos arcillosos rojizos, verdosos, grisáceos y castaños con yeso.		MED.	F. El Chilcal
				Conglo Antoni
				F. Pampa
				F. Hernandar
	Arenas medianas a finas y limos pardo verdosos con tabiques de carbonato de calcio y capas de tosca.		INF	F. Alvear
	Arenas ocráceas con asperones y fragmentos de troncos silicificados.	PLIOCENO	SUP.	F. Ituzaingo
	Arenas y arcillas gris verdoso con lumachella, coquina, etc. Arcillas verdosas.	MIOCENO	SUP.	F. Paraná

UNIDAD
STRATIGRAFICA

LITOLOGIA

Tosquillas, arenas y limos arcillosos en parte orgánicos, arcillas. Relacionados con el drenaje actual.

Arenas finas seleccionadas por el viento y removilizadas en las costas de los ríos Paraná y Uruguay.

Depósitos aterrazados. Arenas, limos arenosos y arcillosos relacionados con la red fluvial.

Pinto

Material loessoide de color pardo con tosquilla de origen epigenético.

Arenas medianas de color pardo amarillento con estratificación diagonal, conglomerados medianos a gruesos.

Material loessoide pardo amarillento a pardo oscuro con abundante concreciones calcáreas redepositado.

merado
o Tomas

disc.

Limos arcillosos en parte loésicos de color pardo y pardo verdoso con concreciones de carbonato de calcio de origen epigenético.

as

Arenas medianas a finas, arcillas y limos arcillosos de color gris verdoso y pardo con yeso.

Arenas finas a medianas y limos con tabiques calcáreos. Limos y arcillas limosas calcáreas. Calcáreos nodulares cavernosos y masivos pardo grisáceo a verdoso con vestigios de yeso.

Arenas ocráceas medianas a gruesas con estratificación diagonal, con asperones y fragmentos de troncos silicificados

disc.

Arenas y arcillas gris verdoso con lumachella, coquina, etc.
Arcillas verdesas con óxido de hierro y restos de ostrea

2.2. Formación Ituzaingó

2.2.1. Generalidades

Tal denominación fue propuesta por de Alba (1953) para agrupar sedimentos arenosos expuestos en la barranca del río Paraná próxima a la localidad homónima al Norte de la provincia de Corrientes. Hacia el Sur, éstos depósitos se extienden hasta la ciudad de Paraná. Es así que los términos nomenclaturales tales como, Horizonte A del Tertiaire Guaranien o Gres Ferrugineaus de D' Orbigny (1840); Asperón Guaranítico, Asperón de Corrientes, Rionegrense Terrestre, N° 5 de Frengueli (1920); Mesopotámico inf.; Bonarelli y Nágera (1913); F. Entre Ríos de Reig (1956); Puelchense de Groeber (1961) y Formación Salto Chico de Rimoldi (1962) quedan en sinonimia bajo este nombre formacional.

Según la descripción original de de Alba (1953), esta unidad está constituida por un conjunto de arenas y areniscas poco consolidadas, friables, de grano fino a mediano y hasta grueso en general bastante redondeados, de colores dominantes amarillentos a rojizos. La coloración y consolidación está dada por el mayor o menor porcentaje de limonita que presentan.

En el área que abarca este estudio, se han observado granometrías mayores llegando, en ciertos casos, hasta gravillosas en algunos niveles, tal como se puede observar en las proximidades de la localidad de Curtiembre, sobre el río Paraná. Se observa, además, lentes de arcilla limosa de color verdoso.

Estructuralmente la disposición de estos sedimentos muestra una clara y marcada depositación torrencial, evidenciándose, además, diferencias en su coloración, granometría gradada y presencia de estratificación diagonal, lo que denota su origen fluvial.

Según Herbst (1971) las arenas están compuestas por cuarzo hialino blanquecino o amarillo caramelo, en clastos siempre redondeados, a veces subangulares, a los que acompañan algunos granos de feldespatos, mica, magnetita y otros máficos. Las observaciones realizadas para este trabajo concuerdan con la descripción mencionada de Herbst (Op.Cit.).

Esta Formación presenta una gran extensión en el área que abarca el presente estudio, ya que se observa en forma ininterrumpida en la barranca del río Paraná desde la localidad homónima hasta el límite Norte del área. Hacia el sector oriental aflora en las barrancas de los arroyos Quebracho, María Chico, Hernandarias, Alcaráz, Feliciano y otros menores. Estos depósitos afloran, además, en el río Gualeguay fuera ya de los límites de la Comarca. A menudo se puede observar fragmentos de árboles silicificados de tamaño diverso y sectores con mayor

proporción de óxido de hierro que le dan un tono muy amarillento, a veces rojizo.

2.2.2. Ambiente

Dicha unidad se origina en un ambiente fluvial formado por ríos, de moderado a elevado régimen de flujo, bajo la influencia de un clima extremadamente húmedo.

2.2.3. Edad

La mayor parte de los investigadores que realizaron estudios sobre la Formación Ituzaingó le asignan una edad Plio-Pleistocena. Por otra parte, no existen dudas sobre la correlación de las arenas ocráceas entrerrianas con las arenas de la Formación Puelches que alojan los acuíferos en el subsuelo de gran parte de las provincias de Santa Fé y Buenos Aires, Herbst (1971); Iriondo y Rodríguez (1973); Santa Cruz (1972).

Scartascini (1954) ha asignado a éstas arenas al Pleistoceno sobre la base de algunos mamíferos fósiles estudiados.

Más hacia el Norte y ya en la provincia de Corrientes, esta unidad puede abarcar terrenos más antiguos (Terciario) ya que se suelen englobar en ésta Formación arenas Terciarias infrapuestas en pseudo concordancia.

2.2.4. Procedencia

Como se puede observar en el esquema de la Fig.6 obtenido de las imágenes Landsat, el área de procedencia de los materiales que componen la Formación Ituzaingó es del Norte y Noreste en relación con las cuencas de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay habiéndose originado el material que la compone por degradación de las areniscas de Botucatu del Brasil Meridional y las Areniscas de Misiones que constituyen su equivalente en el Paraguay, Harrington (1950). Dichas areniscas están constituidas por un grupo de estratos continentales, fluviales y eólicos, de color pardo, pardo amarillento y pardo rojizo, grano de cuarzo medianos a gruesos en general redondeados pero con poca esfericidad. En general poco cementados por una matriz arcillosa hematítica. Su edad, según el autor mencionado es Triásico tardío.

2.3. Formación Alvear

2.3.1. Generalidades

Iriondo (1980) propone el nombre de Formación Alvear para identificar a los sedimentos ricos en carbonato de calcio que se sobrepone a la Formación Ituzaingó. Dichos depósitos forman los niveles inferiores de la Formación Hernandarias de Reig (1956) equivalente al "Calcaire cloisonné" de D'Orbigny (1842) y a la denominada Formación Bonpland de Gentili y Rimoldi (1979). Los mismos presentan asomos casi continuos en las barrancas del río Paraná desde el paraje denominado Rincón del Nogoyá, al Sur de la Provincia, hasta poco más al Norte de la ciudad de La Paz, presentando variaciones tanto en el espesor como faciales, litológicas, aspectos macroscópico y contenido de carbonato de calcio.

El banco calcáreo, comunmente denominado "tosca", se caracteriza por su origen hipogenético en la mayor parte de su extensión, producido por soluciones carbonáticas ascendentes cementando en parte a materiales arenosos, limo-arenosos y limo-arcillosos. Cabe señalar que por sectores, en especial los relacionados con depósitos de ambiente lagunar, el material tiene un probable origen epigenético, presentándose en concreciones y nódulos en relación con sedimentos más finos y en general de color verdoso. Dichas concreciones pueden llegar a tener hasta un 80% de carbonato de calcio.

El contacto inferior lo constituyen generalmente las arenas ocráceas de la Formación Ituzaingó en aparente concordancia, pudiendo estar interpenetrado en la estratificación diagonal de las mismas, como se puede observar al Norte del puerto de Villa Hernandarias, arroyo Las Piedras, etc.

Los cambios faciales son notables, por sectores el carbonato de calcio se manifiesta como cemento parcial de arenas finas y limos destacándose venillas y tabiques subhorizontales, por lo que han recibido el nombre de "Arenas Tabicadas" típicas en los alrededores de la ciudad de Paraná, extendiéndose hacia el Sur hasta Costa Grande (A.º Las Mercedes y alrededores); en otros sectores el carbonato de calcio es más abundante, dando lugar a una "tosca" bien indurada que se implanta sobre una matriz limosa y/o arenosa fina, constituyendo lentejones, bolsones y muñecos, éstos últimos generalmente con elevada densidad y buen porcentaje de carbonato de calcio. Otra estructura que aparece por sectores es la cavernosa correspondiendo a una facie de sedimentos más finos, constituídos por un material arcillo-limoso de color verdoso, lo que indicaría un ambiente deposicional más tranquilo. En este último caso, el material se presenta infrayacente a los depósitos yesíferos que indican un típico ambiente lagunar. *

* Descripción correspondiente al autor presente estudio.

Se han observado para este banco espesores máximos de alrededor de 8 metros, siendo menor en el caso del último ambiente descripto.

Iriondo (1980) describe el perfil tipo para esta formación en Puerto Alvear a unos 15 km al Sur de la ciudad de Paraná con un espesor de 9 metros.

2.3.2. Ambiente

La Formación Alvear se habría formado bajo condiciones de clima árido, sobre una superficie con algunas irregularidades donde se generaron facies de sedimentos acuosos de baja energía y facies de sedimentos marginales del ambiente lacustre.

Los depósitos del primer caso son arcillosos de color verdoso, mientras que en el segundo caso son limos y arenas de color pardo grisáceo a pardo amarillento.

2.3.3. Edad

Con el objeto de precisar sus equivalencias, dicha formación se corresponde con los siguientes términos nomenclaturales: F Calcaire cloisonné avec gypse et argile, D'Orbigny (1842); Mesopotámico medio Horizonte calcáreo, Bonarelli y Nágera (1913); Gres cuarzoso hermosense más "Calcaire cloisonné", Frenguelli (1920); Aresiscas del Puelchense, Frenguelli (1947); Gres cuarzoso araucanense, Cordini (1949); Formación Hernandarias, Reig (1956).

Scartascini (1957), describe el Pleistoceno de esta región ubicando al denominado "banco calcáreo" en el Infrapampeano (Fig.Nº5).

Aceñolaza y Sayago (1980), asimilan a este banco calcáreo a la Formación Yupoí, correlacionándola con los depósitos típicos ubicados al Norte del río Corrientes (ver cuadro Nº5).

Iriondo (1980), propone la denominación de Grupo Punta Gorda para incluir en él las Formaciones Alvear (típicamente calcárea) y Hernandarias (típicamente arcillosa), ambas de origen básicamente lacustre y de edad Ensenadense (Mesopampeano) y Lujanense (Neopampeano) respectivamente.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 9, inciso (b) del Código de Nomenclatura Estratigráfica (Comité Argentino de Nomenclatura Estratigráfica), 1972, "la totalidad de las formaciones que constituyen un grupo, no necesariamen-

te pueden estar representadas en todas partes de una cuenca".

Si bien dicho aspecto se cumple en el denominado Grupo Punta Gorda, no queda cumplimentado el Art.10, inc (a), que establece que "El nombre geográfico debe corresponder al de un elemento natural o artificial en ó cerca de donde la unidad estratigráfica esté típicamente desarrollada". Es por tal razón que no se concuerda con Iriondo (Op.Cit) dado que en su descripción da como localidad tipo, para el mencionado Grupo, el paraje denominado Punta Gorda ubicado al Sur de la ciudad de Diamante. En dicho paraje no se observa la Formación Hernandarias que, según el mismo autor, se extiende desde el norte de Entre Ríos hasta la latitud de la ciudad de Paraná. Por otra parte, toma como perfil tipo para la Formación Hernandarias a la localidad homónima distante a unos 140 Km. de la ciudad de Diamante.

En síntesis, se procedió a la constitución de un Grupo integrado por dos formaciones, F. Alvear y F. Hernandarias, cuyos perfiles tipo se describen en las localidades correspondientes, pero en el paraje donde la unidad fué nominada, la misma no se encuentra típicamente representada.

La edad de la Formación Alvear, según cuadros N°5 y 6 elaborados para el presente estudio, corresponde al Pleistoceno inferior.

2.4. Formación Hernandarias

2.4.1. Generalidades

Reig (1956) ha propuesto esta denominación formacional para designar lo que se conoce en la localidad homónima como "Calcaire cloisonné y las Argiles gypseuses" de D'Orbigny (1842). De las numerosas observaciones realizadas dentro y fuera del área que comprende este trabajo, se ha optado por utilizar, al igual que Aceñolaza y Sayago (1980), Iriondo (1980), dicho nombre formacional a la parte superior de la secuencia compuesta por niveles arenoarcillosos, arcillolimosos y arcillosos con yeso que, según Aceñolaza y Sayago se disponen en discordancia sobre la Formación Yupoí, mientras que para Iriondo la formación infrayacente sería Alvear (ver cuadro estratigráfico). De esta manera los términos nomenclaturales C Argile gypseuse del Tertiaire patagonien de D'Orbigny (1842); Mesopotámico Superior en facies correntinas y entrerrrianas, Bonarelli y Nágera (1913); Arcilla palustre preensenadense+loess pardo rojizo ensenadense + loess pardo belgranense, Frenguelli (1920); limos y loessoides, Frenguelli (1947), Formación La Paz, sección Inferior, Gentili y Rimoldi (1979), quedan en sinonimia bajo este nombre formacional.

Iriondo (1980) propone la denominación de Grupo Punta Gorda para designar a lo que Reig (1956) denomina Formación Hernandarias, es decir, el "Calcaire cloisonné y las Argiles gypseuses" de D'Orbigny (1842), denominando Formación Alvear a la fracción inferior predominantemente calcárea y Formación Hernandarias a la parte superior de la secuencia sedimentaria predominantemente arcillosa, que incluye los depósitos yesíferos.

Para el citado autor, la Formación Alvear se extiende prácticamente en todo el ámbito de la provincia, mientras que la Formación Hernandarias estaría limitada hacia el Este por el río Gualeguay y hacia el Sur, alcanzaría la latitud de la ciudad de Paraná. Por otra parte, las localidades tipo donde se han descrito ambos componentes del Grupo, tal lo expresado en el punto anterior, se hallan distantes a más de 100Km.

Litológicamente se compone de arcillas y limos arcillosos verde-grisáceos con intercalaciones de estratos gruesos de limos castaños (con mucho aporte eólico) y arenas arcillosas verdosas con óxido de hierro y manganeso en la parte inferior (de origen fluvial). Hacia arriba culmina con sedimentos limoarcillosos de color pardo rojizo, plástico, con abundantes concreciones esferoidales de carbonato de calcio a veces poco consistentes de aspecto terroso. En general se observan patinas de óxido de manganeso que, conjuntamente con el calcio, le dan a este nivel un aspecto moteado.

Las arcillas verde-grisáceas mencionadas son muy plásticas, de tipo montmorillonítico (ver diagrama N°1) y encierran en su masa cristalizaciones, concreciones y agregados cristalinos de yeso de tamaño y formas diversas.

Del análisis de los aspectos físicos, mineralógicos y químicos del depósito surge que el ambiente deposicional es de origen lacustre y/o palustre desarrollado bajo clima seco (árido a semiárido).

El espesor de la formación es variable entre 3 metros al Norte del puerto de Villa Urquiza, 5 metros en Santa Elena, 10 metros en el paraje denominado Punta del Feliciano y 14 metros al Norte del puerto de Villa Hernandarias. Se estima que en sectores ubicados hacia el Este de Hernandarias y Piedras Blancas, el espesor sería superior, entre 15 y 20 metros.

En general, la variación del espesor se debe principalmente a la acción erosiva como consecuencia del desarrollo de la red de drenaje.

La cuenca se extiende desde la latitud de la ciudad de Paraná (cantera " El Sauce") hasta poco más al Norte de la ciudad de La Paz y desde el río Paraná hasta

el faldeo occidental de la cuchilla de Montiel, cuyos últimos afloramientos se localizan en el arroyo Tibirí y paso Castro, éste último en la vertiente Norte del arroyo Alcaráz.

Battaglia (1948) y Scartascini (1957) interpretan que la cuenca se habría establecido en relación con la Terraza Media del río Paraná luego de la erosión de las denominadas "Arenas Tabicadas" o Calcáreos del Infrapampeano en ese sector (Fig. N°3).

Cordini (1949), realizó el estudio de numerosas perforaciones en éste sector de la provincia, entre otras, Cerrito, La Paz, Racedo y Colonia Ensayo, sin detectar las arcillas yesíferas hacia el Este de los puntos mencionados.

El Consejo Federal de Inversiones (1962), en su informe sobre el yeso de la provincia de Entre Ríos, no hace referencia a la extensión de la Formación Hernandarias mientras que, para los depósitos yesíferos, menciona la existencia de una franja de unos 5Km. de ancho que se extiende a lo largo del río Paraná desde la localidad de Piedras Blancas hasta la cabecera del arroyo El Sauce, Departamentos de La Paz y Paraná respectivamente.

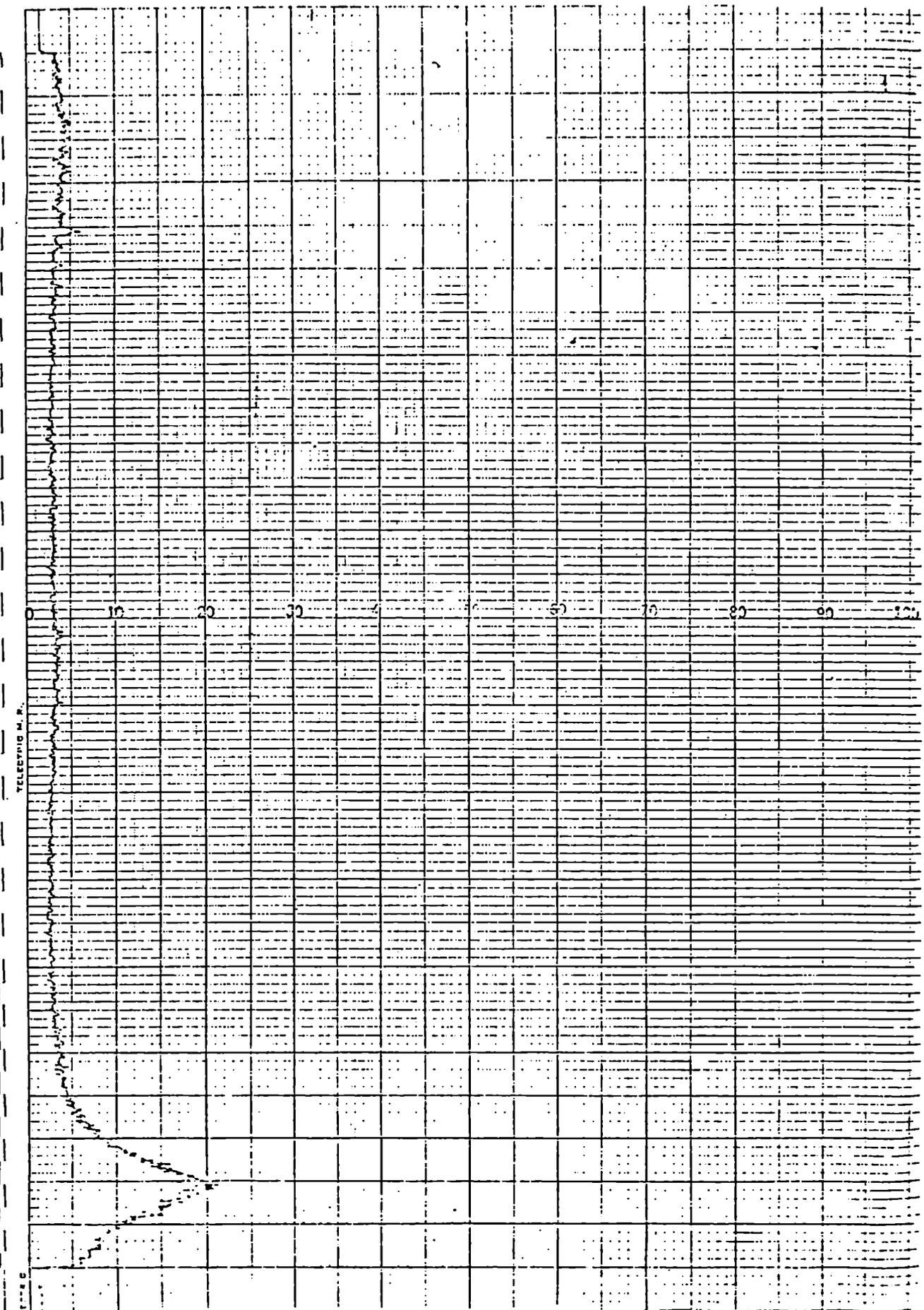
Iriondo (1980), extiende el límite oriental de la cuenca hasta el río Gualeguay, interpretando que los sedimentos limoarcillosos que constituyen el subsuelo de gran parte de la provincia, corresponden a la Formación Hernandarias. Dicho criterio, no es compartido con el último autor de acuerdo al análisis realizado para el presente estudio en que se sostiene la idea de los autores que señalan como límite oriental de la Formación Hernandarias, la vertiente occidental de la cuchilla de Montiel, si bien no se concuerda con el ambiente, que dichos autores lo relacionan con la "Terraza Media" del río Paraná (ver Fig.N°3).

2.4.2. Ambiente

En lo que respecta al ambiente formacional, en general, hay coincidencia en indicar un origen lacustre y/o palustre bajo condiciones de clima seco.

Es importante señalar que, por sectores, ubicados probablemente en el borde de la cuenca, los sedimentos típicos del ambiente, arcillas y limos arcillosos de color verdoso, son reemplazados por otros, indicando cambios de la energía de transporte como también de las áreas de proveniencia, producidos como consecuencia de sucesivos cambios climáticos. En dichos cambios, el clima pasaba de semiárido y árido a ciclos donde se extremaban las condiciones de aridez. Tal lo observado en el perfil de la localidad de Villa Hernandarias donde, en la base de la secuencia

DIAGRAMA Nº 1 - Difractograma tipo (arcillas Fm. Hernandarias)



Mineral: MONTMORILLONITA. Rad. Co. c/filtos Ni. Calim. 1-0,1-1
20 mA, 40Kw. Veloc. papel: 800m/hora. C.R. 10³ T.C: 1

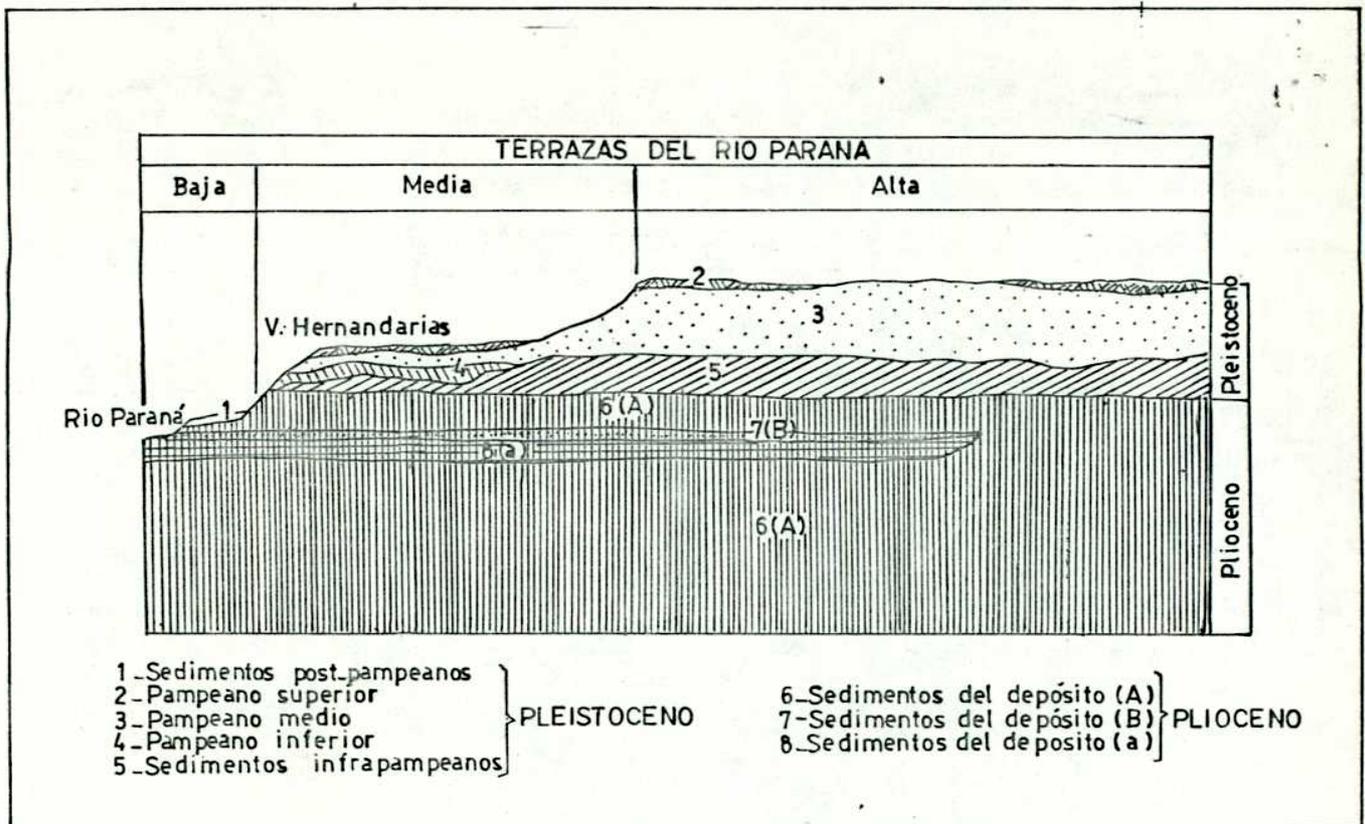


Figura N°3: Corte ideal de la zona de Hernandarias (Scartascini, 1954). Mediante el presente perfil, el autor explica la relación existente entre los Sedimentos infrapampeanos (5) y los del pampeano inferior (4)' Estos últimos, en los que se localizan las mineralizaciones de yeso, se habrían formado en la terraza media del río Paraná luego de la degradación del primer depósito.

sedimentaria se intercala un banco arenoarcilloso con estratificación visible de dos metros de potencia. Luego, en la parte media, se observan depósitos terrígenos predominantemente eólicos de color pardo y, hacia la parte superior, indicando la culminación del ciclo sedimentario, se observa un paso gradual donde se va incrementando el aporte terrígeno pasando de una arcilla verdosa a un material limoarcilloso de color pardo verdoso. En ésta última etapa, las condiciones climáticas siguen favoreciendo la precipitación del sulfato de calcio pero, observándose un claro cambio en la estructura, tamaño y frecuencia de los cristales de yeso.

2.4.3. Edad

De la misma manera que existe una total coincidencia entre los diversos autores respecto al origen de los depósitos yesíferos, también hay unanimidad de opiniones en atribuirles una edad pleistocena media a superior. Así, Frenguelli (1920), ubica a las Arcillas más Limos pardos, en el Belgranense (Pampeano medio). Scartascini (1957), ubica a las arcillas yesíferas en el Pampeano inferior (Pleistoceno inferior a medio). Aceñolaza (1978), ubica a la Formación Hernandarias, en el Pleistoceno medio a superior. Iriondo (1980), correlaciona la Formación Hernandarias con Yupoí (de la provincia de Corrientes) de comprobada edad Lujanense (Neopampeano inferior de Frenguelli).

De acuerdo al esquema realizado para el desarrollo del presente estudio, elaborado sobre la base de las variaciones climáticas llevadas a cabo durante el Cuaternario (Cuadro N°6), la Formación Hernandarias se habría originado durante el Pleistoceno inferior a medio, ciclo correspondiente a la primera glaciación considerado como el "estadio" de mayor duración del período Cuaternario. Durante el ciclo siguiente (interglaciación), muy húmedo, se produce el ascenso de ésta región, hay predominio de la erosión con la consecuente formación de la red de drenaje.

2.5. Formación Pampa

2.5.1. Generalidades

Braccacini (1975-77); utiliza dicho nombre formacional para agrupar a los depósitos típicamente eólicos de edad pleistocena. Tales depósitos se componen por limos loessoides pardo rojizos y material loésico de color pardo a pardo amarillento con concreciones calcáreas de origen epigenético, que se habrían acumulado

bajo condiciones climáticas similares de diferente edad, separados por una discordancia erosiva.

Russo, A.; Ferello, F. y Chebli G. (1979), utilizan dicho nombre formacional para agrupar depósitos similares en la Llanura Chaco Pampeana.

Dichos depósitos pueden ser localizados rápidamente en la región pampeana por su posición geomórfica y sus propiedades físicas, tales como color, textura, consistencia, etc. y dado que, por sectores, han sufrido una fuerte erosión y redepósitos, pueden presentarse disminuidos o aumentados en espesor como también faltar cualquiera de ellos.

Para el sector Entrerriano, se incorpora a la citada Formación, los depósitos limoarcillosos de color verdoso correspondientes a la Formación Hernandarias, destacándose que debe realizarse un estudio más detallado que conduzca a esclarecer la estratigrafía del Cuaternario de esta región, Braccacini (1975-77).

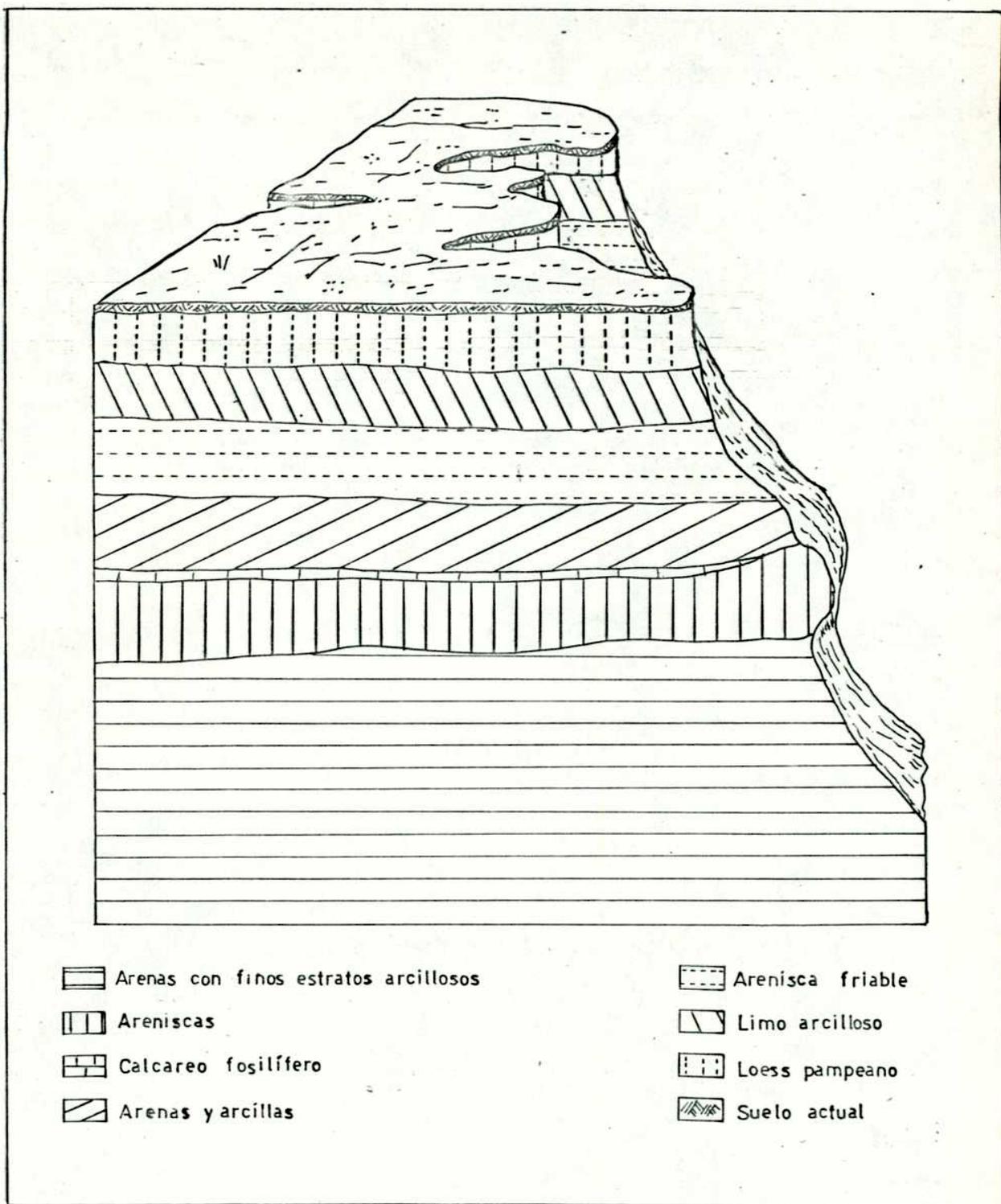
Es así que, luego de un análisis previo de los estudios realizados en la comarca y posteriores reconocimientos de campo, con especial énfasis de las variaciones climáticas que se sucedieron durante el Cuaternario, se propone la denominación de Formación Pampa al miembro inferior compuesto por limos loessoides de color pardo rojizo y Formación Tezanos Pinto (Iriando, 1980) al miembro superior compuesto por material loésico.

Granulométricamente se compone por un limo arcilloso de aspecto loessoide, color pardo rojizo, masivo, con abundantes concreciones esferoidales de carbonato de calcio, en sectores poco consistentes otorgándole a la misma un aspecto moteado. No desarrolla estructura tabicada.

Mineralógicamente se compone de cuarzo, plagioclasa y vidrio volcánico, entre los principales minerales livianos, mientras que la asociación de minerales pesados se compone de turmalina, circón y rutilo (Scartascini, 1954).

Cordini, (1949), adoptando el esquema de Frenguelli describe a ésta formación como Loess pardo rojizo del Ensenadense. Siendo detectado en numerosas perforaciones de la provincia de Entre Ríos, entre las que debemos destacar los perfiles descriptos en las perforaciones N°24 (Cerrito) y N°8 (Racedo), ambas próximas a la cuchilla de Montiel donde se menciona, para el material cuaternario, un espesor de 50 metros.

BLOCK DIAGRAMA N°1 - TOMADO AL NORTE DE LA CIUDAD DE PARANA



FUENTE: Scartascini (1954).

Scartascini, (1954) adoptando también el esquema de Frenguelli representa, en el block diagrama N°1, tomado poco al Norte de la ciudad de Paraná, un banco de limos arcillosos de color pardo rojizo del Pampeano medio infrapuestos al loess pardo del Pampeano superior. Dicho banco, por su litología y posición estratigráfica, se corresponde con la unidad que para el presente estudio se ha denominado Formación Pampa. Según el citado autor, estos sedimentos de color pardo rojizo, se caracterizan por presentar manchas y dendritas de bióxido de manganeso como también tosquillas radiciormes. No presente carbonatos en la masa como ocurre con el denominado "loess pampeano" (Formación Tezanos Pinto, Iriondo, 1980), por lo que podría tratarse de material redepositado.

Aceñolaza y Sayago, (1980); Iriondo, (1980), asimilan esta unidad a la Formación Hernandarias de origen totalmente distinto. Es por ello que el último autor extiende sus límites hasta el río Gualeguay, por el Este y por el Sur, hasta la latitud de la ciudad de Paraná.

2.5.2. Ambiente

Como ya se ha manifestado, esta unidad tiene un origen predominantemente eólico cubriendo a manera de manto el paisaje preexistente. Es necesario destacar que, las características del depósito (que presenta a menudo cambios faciales) está íntimamente relacionado al ambiente deposicional. Esto, unido a la remodelación posterior del paisaje, como consecuencia de la intensa erosión y redepositación en áreas mas bajas, hace difícil observar afloramientos típicos de la unidad.

2.5.3. Edad

De acuerdo con los diversos autores que describen tales sedimentos sobre la base del esquema de Frenguelli y con el resultado obtenido en el presente estudio (Cuadro N°5), la edad de la Formación Pampa es Pleistoceno medio).

2.6. Formación El Chilcal

2.6.1. Generalidades

En el presente estudio se propone la denominación de Formación El Chilcal para agrupar a los depósitos sedimentarios que constituyen el relleno aluvial de los valles de ríos y arroyos de la comarca y demás sectores de la provincia de Entre Ríos.

Geomorfológicamente, dichos depósitos forman una terraza bien desarrollada que se puede observar con claridad en el curso inferior a medio de los principales ríos y arroyos afluentes del río Paraná, tales como los arroyos Feliciano, Alcaráz, Hernandarias, Antonio Tomás, El Chilcal, Las Conchas, del Yeso, etc.

El material que la compone posee características diversas y está en relación al desarrollo alcanzado por los cursos de agua. Se compone por arenas medianas par_o amarillentas con estratificación torrencial, diagonal y entrecruzada y un conglomerado basal con clastos de hasta 15cm., de diámetro, poco redondeados, compuestos principalmente por material calcáreo de la F. Alvear y fragmentos de areniscas y asperones de la F. Ituzaingó. En la foto N°9, tomada en el arroyo El Chilcal, se puede observar una arena con estratificación entrecruzada y diagonal, típico de depósitos de corriente de alta energía.

2.6.2. Ambiente

Estos sedimentos se relacionan con el relleno de amplios valles excavados en períodos de clima húmedo donde predominaba la erosión y depositación fluvial,

2.6.3. Edad

Los sedimentos que componen las terrazas mas antiguas (terrazas altas) de los principales ríos y arroyos son anteriores a la depositación del Loess Bonaerense (F. Tezanos Pinto) ya que el mismo cubre en forma de manto también a esta unidad, por lo tanto se la asigna, en el presente estudio, al Pleistoceno medio a superior. Ver cuadro Estratigráfico.

Iriondo, (op.cit.) asigna a esta Formación edad más reciente relacionada en el nivel superior con las culturas Precolombinas denominándola F. La Picada. Es importante destacar que en el presente estudio, se describen dos etapas con formación de terrazas aluviales, la primera en el Pleistoceno medio a superior y la segunda en el Holoceno inferior. La primera indicando mayor energía de transporte que la segunda.

2.7. Conglomerado Antonio Tomás

2.7.1. Generalidades

Se agrupa bajo esta denominación a una unidad constituida por un conglomerado (fanglomerado) con clastos compuestos por material calcáreo provenientes de la

degradación de la Formación Pampa. Dichos clastos se caracterizan por tener tamaño diverso (1 a 4 cm) poco seleccionados y se presentan redondeados, a veces alargados. Esta característica se debe mas bien a la génesis del material calcáreo (tosquilla concrecional de origen epigenético) que al desgaste sufrido en su corto acarreo. Su matriz se halla constituida por una arena calcárea y material fino (limo loessoide). En general, su color es pardo a pardo oscuro.

Dicho conglomerado se presenta en discordancia erosiva sobre las formaciones Alvear, Hernandarias y Pampa constituyendo un depósito coluvio-aluvial.

Cordini, (1949) en su columna estratigráfica tomada del esquema de Frenguelli, (1920), lo denomina conglomerado loésico de edad prebelgranense (Pampeano medio) pero no describe su origen.

Iriondo, (1980), al describir la Formación Tezanos Pinto en la localidad que constituye su perfil tipo, lo denomina "grava basal" describiéndola como una grava de rodados pequeños a medianos de carbonato de calcio y líticos, bien redondeados, dispuestos en una matriz arenosa gruesa del mismo material dispuestos en lentes y estratos mal definidos en la parte superior que se van uniendo hacia abajo configurando una estratificación mal definida. No describe su posición estratigráfica y edad.

Es necesario destacar que las características de este conglomerado están íntimamente relacionadas con el ambiente de deposición. En general, no presenta selección alguna y su sección superior puede estar en contacto con la Formación Tezanos Pinto o con el suelo actual.

2.7.2. Ambiente

El conglomerado Antonio Tomás tuvo su origen por la acción fluvial en condiciones de clima húmedo. Bajo tales condiciones y en un estado erosivo avanzado del paisaje, se forma este depósito coluvioaluvial a expensas de la degradación de la Formación Pampa, disponiéndose en discordancia sobre las formaciones subyacentes.

2.7.3. Edad

La edad del conglomerado citado estaría comprendida hacia fines del Estadio Morfogenético N°5, Quadro N°6. Es decir, Pleistoceno medio a superior. Dicho estadio se correlaciona con el período pluvial denominado Platense del esquema de Tricart y al denominado Pre-belgranense (Pampeano medio) del esquema de Frenguelli.

2.8. Formación Tezanos Pinto (Iriondo, 1980)

2.8.1. Generalidades

Dicha formación fué creada para agrupar a los depósitos loésicos de origen eólico que se acumularon en forma de manto durante el último período seco del Pleistoceno.

Con éste nombre formal se pretende dar un término local a lo que oportunamente fue nominado como: Loess pardo grisáceo cordobense, Frenguelli (1920); Loess neopampeano, Roth (1921); Loess pampeano, Frenguelli (1947); Scartascini (1957); Formación Córdoba, Aceñolaza (1976). Además Teruggi (1956) realiza un estudio sobre la naturaleza y el origen del loess en la República Argentina.

Litológicamente se compone de un loess pardo claro con estructura masiva, pulverulento con concreciones de tosquilla subesférica y ramificada. Además el material calcáreo se distribuye ampliamente en la masa produciéndose una rápida reacción al ser atacado por HCl. Es muy común encontrar niveles de ceniza volcánica de color gris blanquecino, lenticular y con estructura masiva. Dicho material es conocido y usado por los lugareños como "puloil".

El espesor del loess es variable entre algunos centímetros y alrededor de 4 metros, éste último localizado en zonas de paleovalles donde el acarreo y la redepositación han sido frecuentes.

Cordini, (1949), en su esquema stratigráfico describe esta unidad como Loess pardo claro Bonarense correspondiente al Pampeano superior.

Scartascini, (1954), en su trabajo Ubicación Geológica de la Selenita de Entre Ríos describe, por debajo del suelo vegetal, sedimentos denominados "loess pampeano" de color pardo claro, constituido granulométricamente por mas de 90% de partículas con diámetro inferior a 50 micrones y que encierra una fauna fósil con especies extinguidas y vivientes. Dichos sedimentos son asignados al Pampeano superior.

Iriondo (1980) describe su perfil tipo en Tezanos Pinto, poco al sureste de la ciudad de Paraná donde, sobre una grava basal, señala la presencia de 2,60 m. de loess amarillento constituido por limo fino en parte arcilloso, poco friable y sin fracción arenosas apreciable. Señala, además, las concreciones de carbonato de calcio redondeadas, duras y bien definidas de hasta 2cm, diseminadas en la masa del sedimento y carbonato impuro relleno de canalículos verticales en parte ramificados.

El mencionado conglomerado basal, ha sido interpretado para el presente estudio como la "discordancia interloésica" ya que separa dos formaciones, Pampa y Tezanos Pinto, genéticamente similares que se han desarrollado bajo un clima seco.

2.8.2. Ambiente

El origen de esta formación es principalmente eólico bajo la influencia de un clima árido. El área de proveniencia del material es de la región central pampeana. La unidad cubre en forma de manto el paisaje preexistente. Generalmente los mayores espesores se localizan en los paleovalles aproximadamente coincidentes con el actual vallonamiento (Aceñolaza y Sayago, 1980).

2.8.3. Edad

Existe total coincidencia entre los diversos autores en asignar a esta unidad al Pelistoceno superior (Piso Bonaerense) Aceñolaza y Sayago (op.cit.) han denominado informalmente a esta unidad "Formación Córdoba" proporcionando su sinonimia.

2.9. Formación La Picada

2.9.1. Generalidades

Bajo esta denominación Iriondo (1980), agrupa a los depósitos sedimentarios que forman el relleno aluvial de los ríos arroyos de la región mesopotámica formando la terraza baja de los mismos. Dicha unidad está particularmente bien representada en el arroyo Las Conchas, en el denominado Paso de la Picada; aproximadamente a 20km al noreste de la ciudad de Paraná.

En el citado lugar, a unos 400 metros aguas abajo del puente carretero y sobre la margen derecha del arroyo, describe su perfil tipo.

La secuencia sedimentaria se compone por una arena cuarzosa mediana a fina con matriz limosa con estructura masiva en la parte inferior. Hacia arriba la fracción se torna más fina, constituida por material arcillo-limoso, limo-arcilloso y limo-arenoso con estratificación horizontal poco visible.

La composición litológica de ésta formación puede variar bastante entre un valle y otro, dependiendo de la naturaleza de las cuencas (litología y pendientes locales).

2.9.2. Ambiente

La unidad respectiva constituye depósitos aluviales en los valles excavados durante estadios morfogenéticos anteriores.

2.9.3. Edad

Según las descripciones realizadas por Iriondo (Op.Cit) la sección superior contiene pisos de ladrillos y también restos indígenas de la cultura Goya-Malabrigo (A.º Salto, Nogoyá, etc.), cuya antigüedad oscila entre los años 1200 a 1500 de nuestra era.

El citado autor atribuye a esta formación al Holoceno medio y los contemporiza con los depósitos de la ingresión marina del Platense.

De acuerdo al esquema estratigráfico realizado para el presente estudio estos depósitos corresponden al Holoceno inferior originados como consecuencia de los procesos erosivos producidos durante el período húmedo que siguió a la última glaciación (ver cuadro N°6).

2.10. Depósitos eólicos

En el área que comprende el presente estudio no se han detectado formas de erosión y/o acumulación eólica durante el Holoceno.

En el sector sur de la provincia de Corrientes hay evidencias de removilización eólica en las arenas de la Formación Esquina que en la actualidad presentan una morfología de cordones discontinuos prácticamente son evidencias de edafización.

En el sector Sudeste y Sur de la provincia de Entre Ríos, se observa la removilización de arenas relacionadas con antiguos niveles de los ríos Paraná y Uruguay. Tal los cordones medanosos ubicados en las adyacencias de la localidad de Médanos y en diversas áreas del río Uruguay entre las localidades de Gualaguaychú y Federación.

2.11. Depósitos actuales

Dichos depósitos están íntimamente relacionados con los cursos de arroyos y ríos que configuran la red de drenaje de la región, lagunas y otros cuerpos de agua.

En el primer caso se componen principalmente por material limo arenoso, en parte graviloso, proveniente de la erosión generalizada actual.

Los depósitos de limos arcillosos y arcillas, que constituyen depósitos lagunares relacionados con el río Paraná, tales como las lagunas Blanca y Hernandarias ubicadas en la desembocadura de los arroyos Feliciano y Hernandarias respectivamente. Cabe señalar además, aunque en menor escala, los depósitos que se llevan a cabo en los numerosos embalses (tajamares) realizados por el hombre de los cursos superiores del sistema fluvial donde se puede observar, por otra parte, el suelo vegetal redepositado. Hidrogeológicamente, dichos tajamares actúan como zonas de recarga del acuífero.

3. ESTRUCTURA

3.1. Generalidades

El primer investigador que menciona la presencia de una línea de falla para explicar las diferencias topográficas entre los relieves de la ribera santafecina y entrerriana, fué D'Orbigny en el año 1827 .

Dichos trabajos, junto con otros posteriores efectuados en la provincia de Corrientes, se encuentran en D'Orbigny (1842).

Freguelli (1920-1922) hace referencia a la falla del río Paraná y las ondulaciones de carácter regional observadas en la Formación Paraná .

Luego, en 1947, aporta un nuevo argumento para explicar la existencia de una zona de falla e ilustra, mediante fotografías tomadas aguas abajo del puerto de la localidad de Pueblo Brugo, la existencia de una pequeña estructura braquianticlinal que afecta a los estratos de la mencionada Formación.

Dicha estructura fue observada, además, por Masramón (1946) quien también la ilustra mediante fotografías.

Cordini (1949) obtiene conclusiones que difieren con la idea original de Frenguelli respecto de la existencia de tales estructuras en este sector de la provincia. En base a perforaciones y observaciones de superficie, el ^{mencionado} autor, establece el esquema estructural de la provincia de Entre Ríos mediante una reconstrucción teórica de los bloques resultantes de la fracturación a fines del Terciario (Ver Fig. N°4).

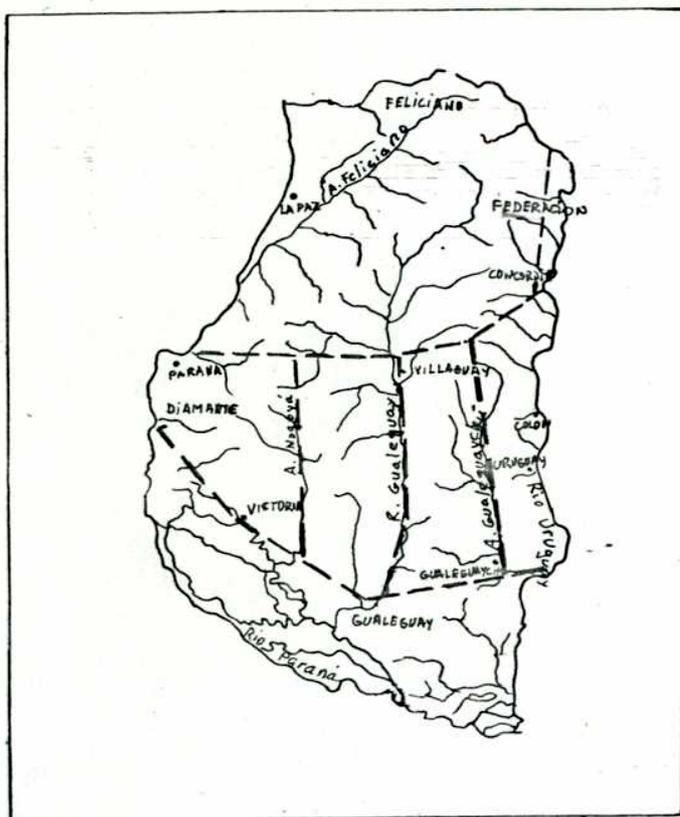


Figura N°4: Reconstrucción teórica de los bloques resultantes de la fracturación del Terciario de Entre Ríos, según Cordini.

Del esquema se desprende el paralelismo N-S y E-O de las fallas principales y las no existencia de una fracturación en el sector norte de la provincia. Dicho autor, al igual que otros investigadores, entre ellos Gentili et.al (1979), se inclinan a explicar el resalto topográfico que constituye la barranca del río Paraná en el sector norte de la provincia, por la acción erosiva del mencionado río en las sucesivas etapas de su desarrollo.

Russo et al (1979) establece que las líneas sísmicas explotadas en la Cuenca Chacoparanense, al igual que en las demás cuencas de la Llanura Chaco Pampeana, muestran el mismo estilo tectónico. La sección inferior integrada por meta-morfitas y plutonitas. Luego hacia arriba rocas paleozoicas, suavemente plegadas y/o bancos moderadamente inclinados. Finalmente una sección representada por una cubierta cretácico-terciaria donde no se observan perturbaciones tectónicas sino una muy leve inclinación de los estratos hacia las partes mas profundas de las cuencas.

La sucesión sedimentaria yace discordantemente sobre el basamento cristalino fracturado en bloques y dislocado por movimientos tectónicos que se llevaron a cabo desde el Precámbrico hasta el Terciario.

Según Russo et al (1979) el rumbo de las dislocaciones se ajusta, preferentemente, a dos direcciones principales, formando un sistema conjugado. Una tiene una marcada componente N-S y la otra, E-O. Dichos sistemas concuerdan con el esquema teórico representado por Cordini (1949) en la Fig.Nº4 para el sur de la provincia de Entre Ríos.

3.2. Evidencias Morfológicas

Si bien la falta de afloramientos impide precisar mediante los métodos geológicos tradicionales de superficie las características estructurales del subsuelo, las evidencias morfológicas que sustentan la presencia de una zona de falla en el curso del río Paraná son:

- a) En la mayor parte de su recorrido, su curso no coincide con la pendiente regional del terreno.
- b) Desarrollo de la planicie de inundación en forma asimétrica, ya que su valle principal se halla restringido al sector oriental de la llanura aluvial. Es importante destacar que, a diferencia de otros valles asimétricos, sus riberas son rectilíneas.
La hipótesis que fue sustentada para explicar tal asimetría, es la pendiente continua desde las sierras de Córdoba hacia la Mesopotamia que hace que el flujo del río Paraná se vuelque hacia el Este. Esta hipótesis no sería valedera, dado que tal pendiente no es continúa ni lo fué durante el Pleistoceno, ya que existen una serie de pilares tectónicos y valles transversales, tal la fosa de la laguna Mar Chiquita, que interrumpen dicha pendiente.
- c) El trazado rectilíneo de la ribera del sector entrerriano entre las localidades de Paraná y La Paz, solamente interrumpido por otros quiebres en coincidencia con otros tantos rasgos morfoestructurales transversales. (Ver mapa Geológico Estructural).
- d) En el ámbito regional se ha observado, además, un diseño típicamente rectangular en los cursos de primer y segundo orden y que, a su vez, guardan marcado paralelismo con tramos de los ríos Paraná y Uruguay. Tal como sucede con los ríos Gualaguay, Gualaguaychú, Nogoyá, Feliciano y otros cursos menores.

3.3. Lineamientos principales

Si bien la cubierta sedimentaria moderna emmascara las evidencias directas de los rasgos morfoestructurales de la comarca, el lineamiento del sistema de drenaje ha permitido sostener la existencia de un control estructural en el subsuelo.

Tal como lo expresaron Cordini (1949) en su esquema para el sector Sur de la provincia de Entre Ríos y Russo et al (1979), para la llanura Chaco Pampeana, los arrumbamientos principales de las estructuras del subsuelo son N-S y E-O).

Es importante señalar que el basamento cristalino presenta otro sistema de fracturas principales, NO-SE y NE-SO y otros secundarios.

En el área que abarca el presente estudio se destaca el último sistema señalado, que se manifiesta por el marcada paralelismo del curso del arroyo Feliciano NE-SO y los ríos Corrientes, Santa Lucía y Uruguay (sector correntino); éstos últimos de la provincia de Corrientes. Asimismo el curso del arroyo Hernandarias, que fluye con rumbo NO-SE, presenta un evidente paralelismo con numerosos cursos afluentes de los arroyos Feliciano, Antonio Tomás y de las Conchas, como así también el río Paraná inferior, en el sector sur de la provincia.

Dichas evidencias, como se puede observar en los arroyos Feliciano, Hernandarias, Alcaráz, María Chico, etc. constituyen lineamientos que pueden ser observados a través de decenas de kilómetros. En otros casos, lineamientos de menor longitud constituyen alineamientos con arroyos menores y/o cursos de segundo orden de cuencas vecinas. De tal manera se observa en la red de drenaje, en diseño rectangular provocado por un control de la estructura de bloques del subsuelo en los sucesivos ajustes llevados a cabo durante el Pleistoceno.

IV. GEOMORFOLOGIA

1. GENERALIDADES

La comarca estudiada se desarrolla sobre la unidad geomorfológica denominada Relieve Disectado Entrerriano. (Braccacini 1975/77). Dicho paisaje constituye una antigua planicie Plio-Pleistocena compuesta por sedimentos de composición predominantemente psamítica depositados en un ambiente aluvial maduro. Un cambio en el ambiente de depositación y probablemente de las áreas de aporte, como consecuencia de cambios climáticos, queda registrado durante el Pleistoceno inferior a medio en que se depositaron sedimentos limo-arcillosos y arcillosos en un ambiente lagunar que incluyen mineral de yeso. Luego se sumaron otros depósitos limo-arcillosos de color pardo, en parte loésicos de probado origen eólico con concreciones de tosquilla de origen epigenético que a manera de manto configuran la parte externa de la mencionada llanura de agradación.

Como consecuencia del ascenso diferencial de bloques producido en la Región Pampeana debido al ascenso de la Cordillera de los Andes en sus fases finales, se produce la disección de esta planicie de agradación hacia las dos vertientes principales que constituyen los ríos Paraná y Uruguay. Paralelamente se desarrolla en forma rápida la cuenca del río Gualeguay quedando configuradas las cuchillas de Haedo y de Montiel. (Ver. Fig. N°2).

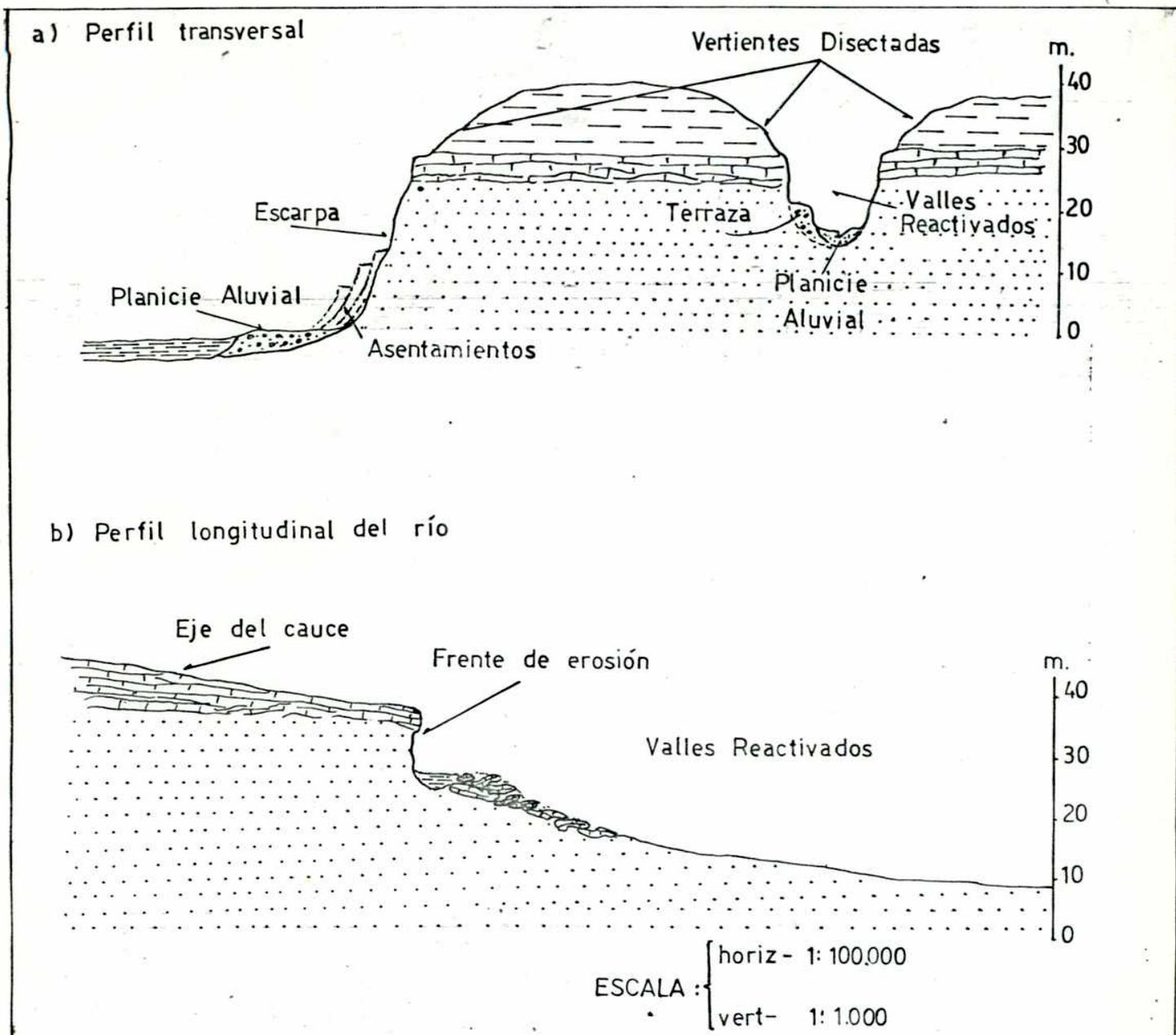
Las variaciones del nivel de base de las cuencas principales como consecuencia de cambios climáticos, ocasionaron la acción erosiva con el notable estado de desarrollo que se observa en la actualidad, siendo responsable de las distintas geoformas que se pueden apreciar en este relieve y que se describen a continuación.

2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

2.1. Escarpa

Uno de los elementos más característicos del Relieve Disectado Entrerriano es la denominada barranca del río Paraná. Numerosas evidencias, tales como la configuración geométrica de la misma, el diseño rectilíneo del cauce entre las latitudes de Paraná y La Paz, la reactivación de los valles en el paisaje entrerriano, etc. permiten suponer que el trazado de la escarpa está controlado por una línea de falla del basamento cristalino profundo.

FIGURA N° 5: Rasgos Geomorfológicos - Esquema ideal



La unidad se compone por una barranca de altura variable entre 30 y 50 metros disectada por los arroyos que configuran la vertiente oriental del río Paraná. Su diseño resctilíneo de rumbo NE-SO se ve interrumpido por resaltos transversales como ocurre en el paraje denominado El Cerro y en la ciudad de Paraná. El perfil de equilibrio presenta distintos aspectos, estando controlado por la composición litológica de las unidades subyacentes.

En la evolución morfogenética de la barranca actuaron, además de la disección por erosión retrocedente de los arroyos principales, los procesos de asentamiento, remoción en masa producidas como consecuencia de las crecidas extraordinarias del río Paraná y sus tributarios. A ello se debe agregar también, pero en menor escala, el flujo laminar producido en los sectores con pendientes más suaves.

Todos estos efectos traen como consecuencia el continuo retroceso de la barranca observándose a menudo arroyos colgantes cuyo diseño no guarda relación con el sistema en general.

2.2. Vertientes disectadas

El elemento que caracteriza a esta unidad fisiográfica es el paisaje ondulado. El avanzado estado de disección conduce a la formación de superficies convexas cuyas alturas relativas oscilan entre 10 y 30 metros, variando la máxima absoluta entre 60 y 80 metros con desarrollo de pendientes suaves a moderadas hacia los valles y cañadas.

Se han observado características bastante uniformes en toda el área estudiada aunque con ligeros cambios en el grado de disección. Es así que, el sector comprendido entre los arroyos Feliciano y Alcaráz, presenta menor grado de disección que el resto de la comarca.

Dado que los sedimentos subyacentes son bastante homogéneos, se ha interpretado éstas diferencias en la disección como debidas a variaciones locales en el nivel de base entre los distintos sectores.

En general, las áreas de vertientes están sometidas a una erosión laminar intensa, por sectores encauzada formando cárcavas de distinto grado de desarrollo. Esta acción erosiva constituye actualmente el principal proceso morfogenético modelador del relieve de esta comarca.

2.3. Valles reactivados

Si se analiza el perfil longitudinal de los arroyos de esta región (Fig.5b) se observa que la presencia de materiales más resistentes a la erosión, como ocurre con los calcáreos y areniscas, generan un resalto topográfico que se manifiesta con un retraso en la onda erosiva aguas arriba y una brusca incentivación de la erosión, aguas abajo del mismo. Consecuentemente el perfil transversal presenta

pendiente suave a moderada en el tramo superior del curso de agua pasando a subvertical en el tramo inferior.

En general, la erosión encauzada (carcavamiento) se ve incrementada por la acción del hombre, por ejemplo, con aradas en el sentido de la pendiente y confección de cunetas rectas en caminos con pendiente que actúan como drenes.

2.4. Terrazas

En el área que comprende el estudio se ha observado un desarrollo conspicuo de las terrazas en los principales arroyos, tales como el Feliciano, Alcaráz, Hermandarias, Antonio Tomás, El Chilcal, de las Conchas, El Sauces, etc. En la foto N°9 se puede apreciar el desarrollo de la estratificación entrecruzada típica de sedimentos de alta energía de depositación.

Cabe destacar que, esta unidad pertenece exclusivamente al sector interno de los arroyos mencionados y otros menores, tributarios del río Paraná y se han formado por cambios en los niveles de base locales, presentando mayor desarrollo aguas abajo de los resaltos que constituyen los frentes de la acción erosiva retrocedente. (Ver.Fig. 5a y b).

2.5. Asentamientos

Dicha unidad compuesta por sucesivos derrumbes, se localiza principalmente a lo largo de la barranca del río Paraná (Ver Fig.N°5a).

Los asentamientos se producen como consecuencia de dos efectos principales:

- a) Socavamiento del río Paraná, en épocas de crecida, sobre las arenas que conforman el perfil medio e inferior de la barranca.
- b) Flujo del material arcilloso que constituye la parte superior de la barranca por hidratación y expansión del mismo.

Como resultante de éste continuo proceso se produce el retroceso del frente de la barranca hacia el SE, observándose condiciones de inestabilidad a lo largo de su recorrido.

2.6. Planicie Aluvial

En la región considerada la unidad está representada por la planicie aluvial actual de los principales ríos y arroyos que integran la red de drenaje. El material que la compone es principalmente arenoso con rodados y fragmentos de material calcáreo, en el curso inferior, mientras que en el curso medio y superior se torna más fino observándose, por sectores, acumulación de tosquillas de forma y tamaño diversos procedente de la erosión de los mantos loésicos. Morfológicamente es común observar pequeños niveles de terrazas que son afectados por las sucesivas crecidas, prevaleciendo siempre las formas del último depósito.

V. EVOLUCION MORFOGENETICA DE LA COMARCA Y RELACION CON OTRAS REGIONES DEL PAIS

1. ASPECTOS GENERALES

De los estudios realizados sobre fotografías aéreas convencionales, observaciones de campo e imágenes satelitarias llevadas a cabo en el sector considerado de la provincia de Entre Ríos y parte de la provincia de Corrientes se desprende que, la evolución morfológica se lleva a cabo en una serie de etapas o estadios que se suceden como consecuencia de las variaciones climáticas registradas durante el Pleistoceno y Holoceno ya sea regionalmente y/o a nivel continental. Es así que, al igual que en otras regiones del país son dos tipos de acontecimientos climáticos los que regulan la morfogénesis de esta región que forma parte del denominado Litoral Argentino:

- La de los períodos húmedos, denominados también interglaciares o pluviales.
- La de los períodos secos, glaciares o epipluviales.

Dicha terminología no se ajusta estrictamente a la interpretación dada por Frenguelli (1957) para la región pampeana.

2. ESTADIOS MORFOGENETICOS

Los estadios o etapas de desarrollo morfogénético se han esquematizado en el cuadro N°6 y son los siguientes:

2.1. Estadio 1 - (Plioceno sup.-Pleistoceno inf.)

El presente estadio se desarrolla en condiciones de clima extremadamente húmedo. Durante el mismo se produce la depositación de la Formación Ituzaingó. Del aspecto que presenta la estructura interna y externa de la misma, ésta última evidenciada en las imágenes satelitarias, se deduce la existencia de un área de derrame aluvial con gran densidad de cursos con diseño anastomosado, cuyo ápice se localizaba al Este de la localidad de Ituzaingó. (Fig.N°6).

Hacia el Norte del actual río Paraná, dicho derrame se extiende en territorio Paraguayo y hacia el Oeste, toma la fracción oriental de las provincias de Chaco y Santa Fé.

Como ya se ha manifestado, las características morfológicas son claramente observables en las imágenes satelitarias Landsat, donde quedan relictos de un diseño que, actualmente configura los esteros del Iberá en Corrientes, mientras que en territorio paraguayo se evidencian, además, un sistema de lagunas que constituirían el borde norte de dicho depósito.

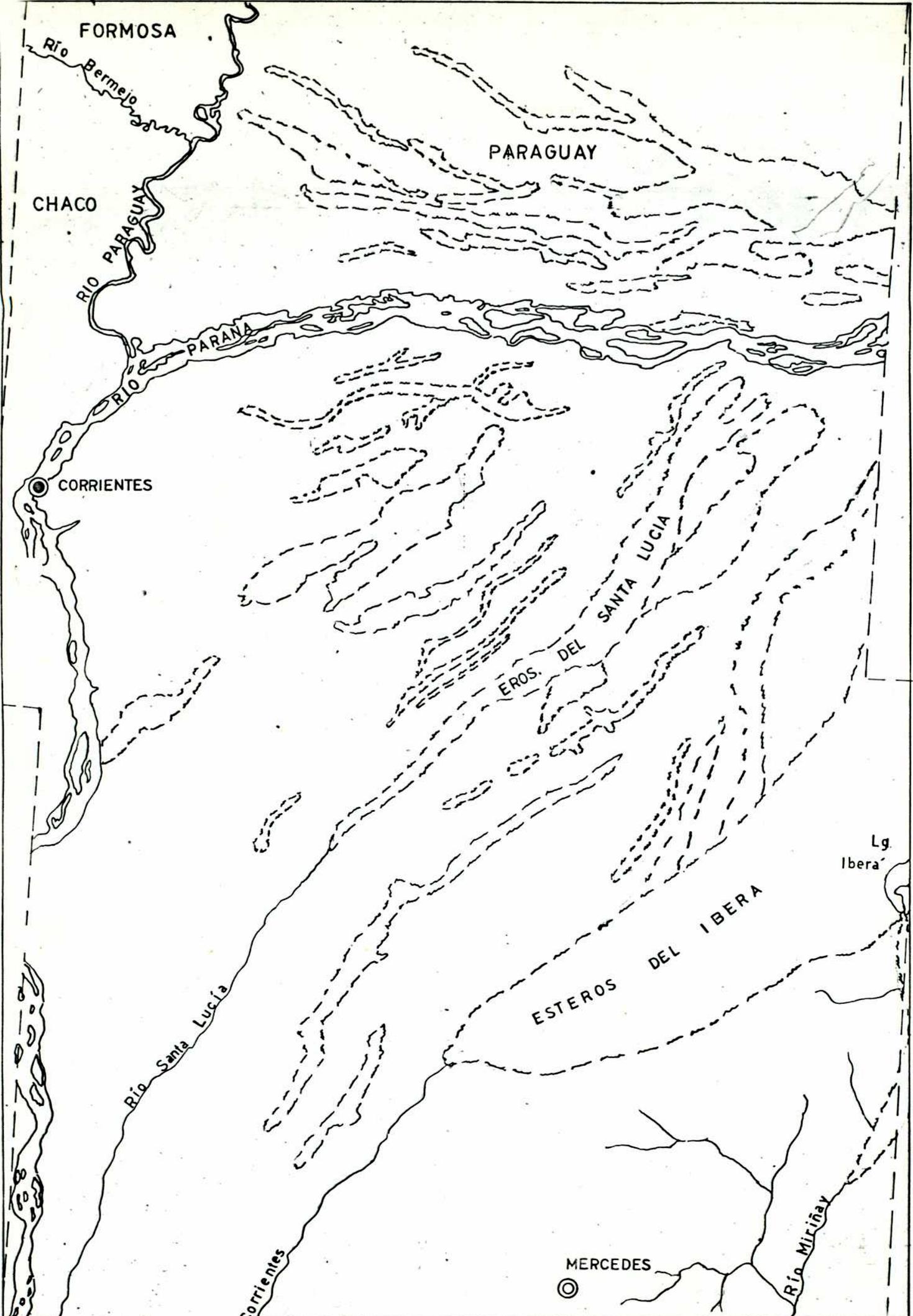


Fig. Nº6 - Disposición en abanico de los diversos cuerpos de agua; esteros, lagunas, ríos y arroyos en la región norte de la Mesopotamia y sur del Paraguay.

Tomado de imágenes satelitarias Landsat, falso color compuesto - Escala 1:1.000.000

CUADRO. N° 6 Evolución morfogénica del sector

Estadios Morfogénicos	Epoca	Clima	Unidad litoestratigráfica	Litología - Morfología
(9)	Actual	Húmedo		Arenas, limos, limos arcillosos en parte orgánicos
(8)	Holoceno medio	Semiárido variable		Acciones eólicas, arenas bien seleccionadas sin estratificación
(7) Ingres. marina. Sube el nivel de base.	Holoceno inferior	Húmedo	Formación La Picada (terrazza inferior)	Erosión laminar y generalizada. Configuración del paisaje actual. Pedogénesis.
(6) Interpluvial	Pleistoceno superior	Arido	Formación Tezanos Pinto	Acciones eólicas. Depósitos eólicos de material loessoidal y limoso en forma de manto.
(5) Pluvial. Ingresión marina.	Pleistoceno medio a superior	Húmedo	F. El Chilcal / Conglomerado Antonio Tomás	Erosión generalizada y depositación. Formación de tosquillas. Depósitos de material diverso aluvial y coluvial.
(4) Interpluvial	Pleistoceno medio	Arido	Formación Pampa	Acciones eólicas dominantes. Depósitos de material loessoidal. Formación de tosquillas.
(3) Pluvial Ingresión marina	Pleistoceno inf. a medio	Muy húmedo	Formación Esquina? Sur de Corrientes	Predominio de la erosión disección del paisaje (formación de la red de drenaje).
(2) Interpluvial	Pleistoceno inferior	Semiárido	Formación Hernandarias	Arenas, limos arcillosos y arcillas yesíferas de color verdoso
		Desértico	Formación Alvear	Arenas, limos arenosos y arcillosos indurados por carbonato de calcio.
(1) Pluvial	Pleistoceno inferior Plioceno superior	Extremadamente húmedo	Formación Ituzaingó	Arenas medianas a gruesas color pardo amarillento, con asperones y restos de árboles silicificados.

En el subsuelo de las provincias de Buenos Aires y Santa Fé se localizan las Arenas Puelches sincrónicas con las de la Formación Ituzaingó. En la Cordillera de los Andes se produce el primer nivel de agradación fluvial, Formación Los Mesones, Polanski (1962).

2.2. Estadio 2 - (Pleistoceno inferior)

Como consecuencia del inicio del primer período interpluvial del período Cuaternario, se produce una disminución periódica en el caudal de agua disponible en la región. El clima se torna árido tendiendo a la desertización. En el sector occidental se produce un área de aporte de material eólico que Polanski denominó área peridesértica y Tapia (1955), "médano invasor". Es así que el sector central y sur de la Mesopotamia recibe material eólico muy seleccionado que en parte se interestratifica con aportes fluviales arcillosos. Este período fue favorable para la formación de la "tosca" depositándose en la región La Formación Alvear de edad Ensenadense, Iriondo (1980).

En el sector correntino, la disminución del aporte hídrico produjo la concentración de los cursos de agua en la zona de derrame. Dicho escurrimiento era conformado por el sistema del paleorío Paraná que constituía un curso principal y otros menores, tales como los actuales ríos Santa Lucía, Corrientes, Miriñay, etc. (Fig.Nº6).

En el período de máximo englazamiento se extreman las condiciones de aridéz, el aporte hídrico del Paraná se hace muy esporádico predominando en cambio el aporte fluvial de la llanura Chacoparanense, río Paraguay y el aporte eólico muy fino del Oeste que tapiza la región centro sur de la Mesopotamia y que, en el sector de referencia se deposita en un ambiente lagunar relacionado con el paleorío Paraná. Este ambiente ha dado lugar a una secuencia con cambios faciales de arcillas, arenas, arenas arcillosas y limos arcillosos, en general, de colores verdosos y pardos que constituyen la Formación Hernandarias. En la sección media de la misma se localizan depósitos yesíferos que son explotados desde mediados del siglo pasado. La parte superior está compuesta por limos arcillosos de color castaño con concreciones blandas de carbonato de calcio de probable origen epigenético (pedogénesis). Hacia fines de esta etapa el aporte eólico y terrígeno en general fue aumentando lo que hace que en la secuencia sedimentaria prevalezcan los componentes limosos.

2.3. Estadio 3 - (Pleistoceno inferior a medio)

Este estadio se desarrolla en un ciclo pluvial condicionado por un clima muy húmedo. Se produce la ingresión marina con el consecuente ascenso del nivel de base del río Paraná y sus afluentes.

Como consecuencia de los movimientos póstumos de la fase principal de ascenso de la Cordillera de los Andes se produce, al pie de la misma, el segundo nivel de agradación fluvial (Polanski, 1962). Dichos movimientos se manifiestan en la región pampeana y mesopotámica provocando ajuste de bloques en el basamento subyacente. Esta última región asciende y consecuentemente el río Paraná es desplazado gradualmente hacia su cauce actual.

En este período se forma la red fluvial cuyos ríos y arroyos rápidamente elaboran amplios valles predominando la acción erosiva.

Al Norte de la Paz se desarrolla la llanura de Guayquiraró con una secuencia de depósitos arenosos en la base provenientes de la removilización de la Formación Ituzaingó y más finos en la parte superior pertenecientes a ciclos sedimentarios del Pleistoceno medio a superior y Holoceno. De la removilización y depositación de las arenas de la Formación Ituzaingó, pero en áreas positivas, tiene origen la Formación Esquina, el material que la integra se compone de arenas "lavadas" que indicaría la energía de transporte en ese sector.

2.4. Estadio 4 - (Pleistoceno medio)

El mismo se lleva a cabo bajo condiciones de clima seco. Al producirse la regresión marina, consecuentemente, baja el nivel de base del sistema fluvial. Las condiciones de aridez se extreman y la principal acción morfodinámica es llevada a cabo por el viento.

En la Cordillera de los Andes se producen nuevos movimientos de ascenso, correspondientes a la fase Póstuma con las consecuentes erupciones volcánicas. (Polanski, 1962).

En la región pampeana los fuertes vientos del Sudoeste producen acciones intensas con la excavación de notables cubetas de deflación, (Tricart, 1968).

En el sector entrerriano se produce la acumulación de depósitos loésicos cubriendo en forma de manto el paisaje preexistente. Parte de ese material es removilizado por el agua y redepositado en los sectores mas bajos del paisaje, prueba de ellos es la potencia registrada para los depósitos loésicos en ciertos sectores de la región (perforación de Cerrito, Cordini, 1949).

2.5. Estadio 5 - (Pleistoceno medio a superior)

El presente estadio se lleva a cabo en un período pluvial. Se produce una ingresión marina de menores proporciones que la anterior (Tricart, 1968). Lo que hace ascender el nivel de base del sistema fuvial originándose depósitos de facie estuárica en los cursos de baja energía de transporte. Son conocidos los depósitos del Lujanense próximos al estuario Del Plata.

El río Paraná tenía un caudal muy superior al actual y ocupaba su valle aluvial en su máxima extensión, depositando los sedimentos que conforman las terrazas Nare y Los Saladillos, en el sector Santafesino, (Braccacini op.cit).

Hacia fines de este ciclo, cuando la ingresión marina llega a su máximo ascenso se produce la acumulación de depósitos aluviales y coluvio-aluvial sin selección. Estos últimos, constituídos por limos y material calcáreo redepositados, se hallan interpuestos en discordancia a manera de cuña entre las Formaciones Pampa, Hernandarias, Alvear y a veces Ituzaingó y mantos loésicos posteriores que rellenaron el paisaje. Tal como la Formación Tezanos Pinto.

2.6. Estadio 6 - (Pleistoceno superior)

Dicho estadio constituye la culminación de la Serie Pleistocena y se lleva a cabo bajo la influencia de un clima árido, como consecuencia de un nuevo período de interpluvial.

La morfodinámica fue mucho mas marcada que la actual con predominio de las acciones eólicas. Superficialmente se caracterizó por la deflación y acumulación eólica con vientos fuertes y frecuentes del cuadrante 0-SO. Prueba de ello es la deflación y acumulación que se puede observar en las proximidades de Goya (sector correntino).

En la provincia de Buenos Aires (sector de la Pampa Deprimida), se produce la erosión de los suelos que se habían formado en la etapa anterior, exhondación de cubetas y depositación eólica en forma de manto.

En el sector entrerriano se deposita en forma de manto el denominado loess bonaerense (F. Tezanos Pinto de Iriondo) de características loessoides.

2.7. Estadio 7 - (Holoceno inferior)

El desarrollo del presente estadio se llevó a cabo bajo condiciones de clima húmedo en una etapa subsiguiente al último período glacial.

El nivel del mar, al igual que el nivel de base del sistema fluvial, se eleva respecto al nivel actual.

El río Paraná, cuyo caudal era superior al actual, ocupaba parte de su amplio valle fluvial configurando, con los sucesivos desbordes, el albardón areno-limoso donde están asentadas las localidades de Helvecia, San Javier, etc. en el sector santafecino.

En el sector entrerriano se produce la reactivación de la erosión y acumulación fluvial formando los niveles aterrazados.

Al norte de la ciudad de La Paz, la llanura de Guayquiraró recibe, en su última fase de depositación, gran cantidad de material limo-arcilloso (Braccacini, op.cit).

2.8. Estadio 8 - (Holoceno medio)

Este estadio se caracteriza por el desarrollo de un clima semiárido con cambios cíclicos locales.

En el sector correntino hay rasgos de deflación y acumulación eólica en las arenas de la Formación Esquina. Con vientos dominantes del sector sudeste (Iriondo, 1980), observándose dunos parabólicas y otras formas de erosión y acumulación, hoy sin evidencias de edafización.

En el sector entrerriano la disminución de la cobertura vegetal, en especial de gramíneas, favorece la erosión en manto con la consecuente formación de depósitos aluviales en las vertientes de los valles.

2.9. Estadio 9 - (Actual)

Dicho estadio se está desarrollando bajo las condiciones climáticas actuales.

En el sector superior de las vertientes de los valles hay predominio de erosión laminar la que generalmente es favorecida por la acción del hombre al aplicar técnicas inadecuadas de uso y manejo del suelo. En relación con los valles actuales, los sedimentos se componen de arenas, limos arcillosos en parte orgánicos y tosquillas, estos últimos provenientes de la erosión del suelo actual y depósitos loésicos.

Las condiciones del clima actual, con períodos de precipitaciones escasas unido a las elevadas temperaturas, hace que los suelos de textura predominantemente arcillosa sufran un proceso de desecación y humedecimiento cíclicos. Este proceso trae como consecuencia la inversión de los horizontes superficiales a veces con marcado desarrollo morfológico.

Otro aspecto a tener en cuenta en la morfogénesis actual es la reactivación de los valles de los ríos y arroyos. Si observamos los perfiles longitudinales de los mismos una característica que salta a la vista son los resaltos topográficos producidos por la erosión retrocedente y la resistencia que ofrecen los sedimentos cementados por carbonato de calcio de la Formación Alvear. Dicho perfil, a menudo es modificado por la acción del hombre con la ejecución de tajamares (pequeñas represas) utilizadas como reservorios de agua para el ganado, riego, etc.

VI. GEOLOGIA DE YACIMIENTOS

1. ANTECEDENTES PREVIOS

La explotación del yeso en la provincia de Entre Ríos tuvo su comienzo aproximadamente en el año 1850. El material extraído era embarcado hacia los puertos de Rosario y Buenos Aires donde se procedía a la industrialización (Stegman,1941).

Más tarde se fueron instalando baterías de hornos verticales de cocción directa a leña y paralelamente, en 1870, se instaló la primera fábrica en el lugar de explotación (Canteras "Las Piedras" y "Fray Diego") que luego, en 1905, se trasladó a lo que hoy es la localidad de Piedras Blancas.

En 1939, dicha industria fué adquirida por la empresa Iggam S.A., actuales propietarios.

La explotación del yeso se realizaba con una draga a congilonos que operaba en una laguna artificial llevada a cabo en la cantera. Este sistema no dió buen resultado pues se trabajaba un poco al azar sin conocer los detalles técnicos de la explotación, dado las características del yacimiento. El material extraído, previa concentración primaria por desecado del material limoarcilloso y desprendimiento por manipuleo de carga y descarga, se trasladaba a la fábrica por medio de un cable carril de 5.000 metros de longitud accionado por un motor a explosión de 12HP. La capacidad del cable carril era de 120 toneladas por jornal.

La calcinación se efectuaba en un horno tipo túnel, permaneciendo 24 horas a una temperatura de 300°C, la que se conseguía por medio de dos hornos laterales, el calor se distribuía por medio de dos ventiladores. Una vez calcinado, el material pasaba al túnel de enfriamiento a 50°C y luego al circuito de trituración y selección de calidad.

Otra fábrica que se instaló a principios del Siglo en la localidad de Hernandarias para la calcinación del yeso, es La Helvética. La misma conserva aún la instalación de los primitivos hornos verticales a leña. Foto N°16.

En Pto. Piragua, poco al sur de la localidad de Hernandarias, la firma Fagnani J. contaba con hornos para calcinación y canteras en las proximidades de Hernandarias y Pto. Víboras. El yeso explotado no era de buena calidad y en la actualidad no se explota.

En Puerto Víboras, al Sur de Hernandarias, operó la fábrica de la firma Pópoli y Cía. con canteras en las proximidades del área.

Numerosas firmas más se dedicaron a la explotación y venta de yeso crudo para la provisión de la fábrica de cemento de Paraná y embarques a otros centros de consumo, con canteras en Hernandarias, Alcaráz Norte (Aº. Tibirí) y Paraná (Aº. El Sauce). Dichas canteras, en la actualidad no operan por considerarse agotadas.

Al presente existen dos firmas importantes que se dedican a la explotación, industrialización y comercialización del yeso de esta región: Tuyango S.A. con planta en la localidad de Piedras Blanca, sus canteras y reservas se hallan en las proximidades de dicha localidad. La Helvética, con planta en la localidad de Hernandarias; sus canteras y reservas se localizan en las proximidades de Piedras Blancas y Alcaráz Norte.

Existen otros productores de menor capacidad que venden el material explotado ya sea para ser procesado en las plantas mencionadas y/o para la fábrica de cemento que funciona en la ciudad de Paraná. En los últimos años se realizaron ventas de yeso crudo a la vecina República del Uruguay para la fábrica de cemento de Paysandú.

2. CARACTERISTICA DE LOS DEPOSITOS YESIFEROS

Los depósitos yesíferos de la región se haya incluídos en las arcillas y limos arcillosos de la Formación Hernandarias, cuya extensión aproximada se puede apreciar en el mapa geológico adjunto.

En necesario destacar que no todos éstos depósitos constituyen yacimientos de interés económico. Para el logro de tal objetivo, la relación mineral-estéril del banco yesífero debe ser superior a 1-5, expresado en volumen; o superior a 200kg. por tonelada de banco, expresado en peso.

En general, dicha formación es rica en yeso, ya sea en la masa o en pequeños cristalitos formando venillas, tal como se puede observar en la fotografía N°2 tomada en las proximidades de la localidad de Antonio Tomás; agregados cristalinos más bien pequeños, como se muestran en las fotografías N°7 y 8 tomadas poco al sur de la localidad de Santa Elena; agregados cristalinos de mayor tamaño, tal como se puede observar en las fotografías N°11,12,13 y 14 tomadas en canteras en explotación; o en forma de banco mas bien continuo, Cordini 1949, tal como se presenta en la antigua cantera El Sauce (ex cantera) ubicada al SE de la ciudad

de Paraná, donde los agregados cristalinos de yeso se podían observar concentrados en un nivel constituyendo un banco de 1 a 2 metros de espesor (comunicación verbal del Sr. Gabioud, ex dueño de la cantera El Sauce).

3. GENESIS

En general existen coincidencias entre los diversos investigadores en cuanto a que los depósitos yesíferos de la provincia de Entre Ríos se formaron en ambiente lacustre-palustre bajo la influencia de un clima seco.

Stegman (1941) hace un breve comentario sobre la génesis del depósito considerándola atribuida a la depositación de sales en épocas de intensa evaporación de las aguas que formaron dichos mares. Dicho autor menciona además que, según la Dra. Riggi, el origen del yeso está vinculado con las transgresiones del Mar Mesopotámico (Mio-Plioceno) constituyendo, probablemente, sus capas superiores.

Battaglia (1948) y Scartascini (1957) interpretan que la cuenca se habría establecido en relación con la Terraza Media del río Paraná luego de la erosión de las denominadas "arenas tabicadas" (Infrapampeano inferior) ver cuadro N°5.

Iriondo (1980) habla del ambiente lacustre y palustre en clima seco y sostiene que las concentraciones yesíferas de la base del banco sugieren una cuenca cerrada con depresiones menores donde se producía la precipitación de sulfato de calcio. Por otra parte, correlaciona la Formación Hernandarias con la Formación Yupofí de la provincia de Corrientes atribuyendo a ambas edad Lujanense, lo cual no sería correcto puesto que el piso Lujanense se habría formado bajo un clima húmedo y de una edad posterior.

En el presente estudio, tal como se ha manifestado al describir el Estadio Morfogenético N°2, al pasar de un período muy húmedo a otro menos húmedo (ver cuadro N°6), el aporte hídrico responsable de la depositación de la Formación Ituzaingó, se reduce considerablemente como así también, consecuentemente, la carga y el tamaño del material transportado, pasando de una arena mediana a gruesa a una arena muy fina que se interestratifica con limos y arcillas en un ambiente lacustre-palustre relacionado, además, con aportes del sector norte y noroeste, Roth (1921). En dicha cuenca, que constituía un ambiente reductor, se puede observar una secuencia de cambios faciales con depósitos arenoarcillosos y limosos en la base, formados por ríos de moderado a bajo régimen de flujo, siguiendo luego arcillas y limos arcillosos verdosos en sectores interestratificados con bancos de limos de color pardo a castaño. Dicha secuencia constituye la Formación Hernandarias (Pleistoceno inferior alto), en general rica en sulfato de calcio de origen evaporítico.

4. CLASIFICACION LITOLOGICA DEL MINERAL DE YESO

El yeso de la Formación Hernandarias se presenta en forma de cristalizaciones y agregados cristalinos de estructura diversa que se han desarrollado en un material arcilloso y limoarcilloso (de tipo montmorillonítico, ver diagrama) de color gris verdoso que se torna pardo y castaño cuando hay aporte de material terrígeno. Hecho que se observa tanto en la base como en la parte central y superior de la Formación, lo que indicaría la proximidad del borde la cuenca.

Morfológicamente, el yeso se presenta en forma de venillas, venas irregulares y discontinuas y agregados (denominados "bochas") de tamaño y forma diversa y distribución anómala dentro del banco.

Según Battaglia (1948), Cordini (1949) y Scartascini (1957), el yeso explotable en ésta región corresponde a la variedad denominada selenita (agregados con cristales bien desarrollados).

Las numerosas observaciones realizadas en distintos sectores de la Formación Hernandarias, tanto en el sentido horizontal como vertical, han permitido caracterizar los siguientes tipos texturales de yesos:

- a) Cristales monoclinicos perfectos- presentan de 2 a 5 cm. de largo, color blanco, yuxtapuestos entre sí, aspecto externo escalonado. Dicha variedad es poco común.
- b) Agregados cristalinos tabulares- éstos pueden estar formando depósitos primarios o secundarios:
 - b1.) Los cristales tabulares conforman las mal denominadas "bochas" de tamaño y forma diversa (más o menos equidimensionales pero generalmente elongadas, de 5 a 80 cm. de largo) que presentan líneas de crecimiento concéntricas o radiales alrededor de un eje. El color es variable dependiendo de las impurezas, pero los más comunes son el gris blanquecino y pardo grisáceo a veces moteado. A menudo se observa material arcilloso englobado ya sea en el cuerpo del agregado o como impureza dentro de los cristales. El aspecto externo es generalmente irregular, conformado por rosetas y/o tabiques que engloban material arcilloso. Dichas impurezas, sumadas a las interiores, disminuyen considerablemente la calidad del yeso.
 - b2.) Los cristales tabulares son pequeños, de color gris blanquecino, sin impurezas de arcillas y forman venas dentro de los cuerpos primarios y del material arcilloso.

- c) Agregados cristalinos de aspecto fibroso- de color gris blanquecino, estructura radiada concéntrica, por lo general abierta en la parte central y cerrada hacia afuera. Se observan las líneas de crecimiento concéntricas ya sea alrededor de un punto o de un eje (de acuerdo a la forma del agregado). Presenta una fractura irregular astillosa. Su conformación externa es desde levemente irregular a lisa, lo que permite una escasa adherencia de material arcilloso. Este tipo de yeso es considerado como de óptima calidad.
- d) Agregados cristalinos de aspecto sacaroide- se presentan en forma de cristales relleno de fisuras y hoquedades en forma de drusas y geodas constituyendo depósitos secundarios en las denominadas "bochas" descritas en el punto b.1.. Presentan un aspecto límpido y un color blanco a gris blanquecino.

5. TIPO DE YACIMIENTOS

5.1. Generalidades

Los depósitos yesíferos de la provincia de Entre Ríos han sido motivo de estudios e investigaciones desde mediados del siglo pasado, tanto a nivel provincial como nacional y privado.

Los estudios realizados a nivel regional, tales como Cordini (1949) Consejo Federal de Inversiones (1962), otros a nivel local, Battaglia (1948), coinciden en indicar que la zona yesífera comprende una franja de unos 5 kilómetros de ancho a lo largo del río Paraná desde la localidad de Piedras Blancas hasta la cabecera del arroyo El Sauce, sudeste de la ciudad de Paraná.

Con tales antecedentes y las numerosas observaciones realizadas en la región que comprende la Formación Hernandarias, se han podido determinar los siguientes yacimientos de yeso cuyas características se describen a continuación:

5.2. El Sauce (Dpto. Paraná)

Situado en la cabecera del arroyo El Sauce afluente del arroyo de las Conchas. Dicho yacimiento fué intensamente explotado hasta principios de la década de 1960 (comunicación verbal del Sr. Gabioud, ex dueño de la cantera El Sauce). El yacimiento tiene las siguientes características:

- a) Espesor del destape: 6 a 8 metros
- b) Espesor del banco yesífero: 1 a 2 metros
- c) Banco de yeso con pocas impurezas de arcilla. Para el arranque se usaba dinamita.
- d) La producción cubría las necesidades de yeso de la fábrica de cemento portland de la ciudad de Paraná.
- e) Las ventajas sobre otros yacimientos mas lejanos era la competencia en el flete, siendo sus desventajas el alto costo del destape.

5.3. Arroyo del Lago

Conocido también en la zona como arroyo Del Yeso. Se halla ubicado poco más al norte de la Toma (O.S.N.) y en la cabecera del mismo.

La vegetación densa con especies de tipo selvático sumado a lo abrupto de las barrancas hacen que las características del yacimiento sean poco conocidas, considerándose por lo tanto como un yacimiento que debe ser estudiado detalladamente.

Las observaciones realizadas en el área permiten afirmar que se trata de un yacimiento con agregados cristalinos de yeso más bien pequeños y poco comunes dentro de un material limoarcilloso de color verdoso a pardo verdoso.

5.4. Puerto Viboras

Ubicado pocos kilómetros al sur de la localidad de Hernandarias, en el Departamento Paraná.

Las canteras localizadas en ésta área, en su mayor parte del tipo de canteras de agua, dejaron de producir a fines de la década de 1960.

Las características mas destacables que presente el yacimiento son las siguientes:

- a) Dado la proximidad del río Paraná el destape es reducido (1 a 3m.)
- b) El banco yesífero puede superar los 8,0m. de espesor pero en la parte económicamente explotable se reduce a los 2 metros inferiores, pudiendo observarse tambien lentes y cuñas en el centro del mismo.
- c) Los agregados cristalinos, en general, son pequeños del tipo (b.1.); en los casos que adquieren mayor tamaño, lo hacen con desarrollo de tabiques que engloban gran cantidad de material arcilloso, lo que disminuye considerablemente la calidad del yeso.

- d) El yeso explotable es considerado como de calidad mediocre, siendo su ley media, luego de la concentración primaria en cantera por desecación del material arcilloso, de 74,5% de SO_4Ca .

5.5. Hernandarias

Ubicado a escasos kilómetros al este y sudeste de la localidad homónima, en el Departamento La Paz.

Este yacimiento fué objeto de una intensa explotación hasta mediados de la década de 1960, pudiéndose observar en el área un gran cantidad de lagunas como consecuencia de canteras inundadas. Personalmente considero que el yacimiento no está agotado aún. Sus características son las siguientes:

- a) Destape oscilante entre 2 y 5 metros.
- b) Banco yesífero de 4 metros de espesor medio.
- c) La relación arcilla-yeso en el banco es de 5 a 1 término medio, siendo el rendimiento en peso de 200 a 400Kg/m³ en el banco productivo.
- d) Los agregados cristalinos son del tipo (b.1.) y (c) de la clasificación litológica.
- e) El yeso, considerado de buena calidad, presenta una ley media de 85% de SO_4Ca . una vez disipada la arcilla exterior por desecación.

5.6. Las Piedras-Fray Diego

Ubicado a pocos kilómetros al este de la localidad de Piedras Blancas, en el Departamento La Paz.

En la zona, la explotación tuvo comienzos a mediados del siglo pasado, observándose numerosas canteras inundadas por abandono.

Las observaciones realizadas en numerosas canteras de este depósito permitieron enumerar las siguientes características:

- a) Destape variable entre 3 y 6 metros.
- b) El banco yesífero presenta un espesor medio de 5 a 6 metros
- c) El rendimiento en peso de yeso varía entre 300 y 400 kg/m³ de banco extraído.
- d) Los agregados cristalinos son del tipo (b.1.) y (c).
- e) El yeso es considerado de buena calidad presentando una ley media que supera el 85% de SO_4Ca . una vez lograda la concentración primaria en canteras.

5.7. El Sauce (Dpto. La Paz)

Yacimiento ubicado en las inmediaciones del curso medio e inferior del arroyo El Sauce, hasta el arroyo Cortés, en el Departamento La Paz. Dicho depósito constituye una de las reservas más importantes de yeso de la zona, en lo que respecta a extensión y calidad.

En general, este yacimiento presenta destapes variables al igual que en anterior, aunque se aprecia una disminución en lo que respecta a valores medios.

Las características del depósito en lo que hace a tipo de yeso, espesor del banco productivo, rendimientos y calidad del mineral, son similares al yacimiento Las Piedras-Fray Diego.

5.8. San Luis

Geográficamente se extiende desde las nacientes del arroyo Campamento hasta el arroyo Pajas Blancas, por el este y Cortés, por el oeste.

El perfil del área tipo se puede observar en la fotografía N°12 tomada en la cantera San Luis, en el Departamento La Paz-Distrito Alcaráz Norte.

Las características más importantes observadas en este depósito son las siguientes:

- a) El espesor promedio del material de destape oscila en 3 y 3,5 metros, disminuyendo también hacia las vertientes de los arroyos Cortés, Campamento, Pajas Blancas y Alcaráz.
- b) El espesor del banco yesífero puede alcanzar hasta 6 y 7 metros disminuyendo también hacia las vertientes de los citados arroyos. Es así que en los cursos inferiores de los mismos aflora el sustrato rocoso de la Formación Alvear. (Ver mapa geológico).
- c) La relación arcilla-yeso es de 4 a 1 término medio, en sectores es de 3 a 1.
- d) Los agregados cristalinos de yeso son del tipo (b.l.) principalmente alcanzando gran desarrollo en la parte media del banco (hasta 80cm. de largo) presentando, en ocasiones, formas diversas.
- e) Los agregados de yeso incluyen un gran porcentaje de material arcilloso sumándose el calcáreo en la parte superior del banco. Presentan, además, un aspecto externo por lo general muy rugoso dado por cristalizaciones de tipo

rosetas asociadas a intercrecimientos en forma de tabiques que engloban gran cantidad de material estéril disminuyendo su calidad. La ley del mineral, una vez realizada la concentración primaria en cantera, oscila entre un 70 y 80% de SO_4Ca .

5.9. Arroyo Tibirí o del Puerto

El yacimiento se localiza en el curso medio del arroyo Tibirí o del Puerto, en el Departamento La Paz-Distrito Alcaráz Norte. El mismo, presenta características similares a las descritas para el yacimiento San Luis, pero a la fecha se considera agotado dado que ha sido intensamente explotado hasta fines de la década de 1960.

5.10. Arroyo Alcaráz

Dicho yacimiento se halla ubicado al norte del anterior separado por la cuenca del arroyo Alcaráz y a unos 1.500 metros de Paso Castro, en el Departamento La Paz-Distrito Alcaráz Norte

En el área señalada se observa un paisaje muy disectado por una serie de pequeños arroyos y cárcavas de la vertiente norte del arroyo Alcaráz que constituye el nivel de base.

La Formación Hernandarias, acuñada por efectos de la erosión preholocena, aflora por una extensión de 500 a 1.000 metros en la margen norte del citado arroyo y tributarios.

En el año 1970 se inició una explotación con la finalidad de conocer un poco las características del yacimiento, pero sin planes concretos.

El yeso obtenido ("bochas") se compone por agregados cristalinos del tipo (b.1.) y (c) más bien pequeños pero de un rendimiento y calidad considerable.

Una de las características de la explotación consideradas como desventajas es la distancia que separa el yacimiento de los centros de industrialización comparado con otros yacimientos de la región.

5.11. Santa Elena

El yacimiento se halla ubicado inmediatamente al sur de la ciudad homónima y prácticamente sobre el río Paraná, en el Departamento La Paz.

En el sector considerado se observa una serie de cañadones que finalmente configuran un amplio valle controlado por el nivel de base que constituye el río Paraná.

El banco yesífero, que se puede apreciar en las fotografías 7 y 8, tiene un espesor visible que oscila entre 3,5 y 4 metros con presencia de agregados cristalinos de yeso del tipo (b.1.) y (c) pequeños, además, es común encontrar venillas con cristalizaciones del tipo (b.2.)

Dada las características del mineral en cuanto al tamaño de los agregados y rendimiento en relación al material arcilloso y extensión, este yacimiento no se considera económicamente explotable.

6. EXPLOTACION

6.1. Generalidades

Como ya se ha manifestado al comienzo de este capítulo, la primera explotación de yeso de esta región data de mediados del siglo pasado, habiéndose ensayado distintos sistemas ya sea manuales como mecanizados.

6.2. Tipos de Canteras

Las canteras, según la modalidad de explotación, Cordini (1949) han sido clasificadas en dos tipos:

- a) Canteras de agua- Las mismas presentan las siguientes características:
 - El yacimiento se halla disectado por uno o más cursos de agua.
 - El piso de la cantera se mantiene al nivel del lecho del curso de agua.
 - El material estéril del destape y del banco yesífero se acumula en el lecho del curso de agua, siendo acarreado por el agua de lluvia y/o agua acumulada en tajamares realizados aguas arriba.

- El yeso se apila en canchas próximas a las canteras para la consiguiente desecación y desprendimiento del material arcilloso (concentración primaria en cantera) y luego se traslada a los centros de industrialización.

Geográficamente, este tipo de cantera, se hallan ubicadas en áreas próximas al río Paraná, dado que los arroyos han alcanzado su nivel de base y por algún tramo mantienen el cauce profundo.

Una de las principales ventajas para este tipo de explotación es que las canteras tienen drenaje propio.

b) Cantera común- Presentan las siguientes características:

- Tanto el yeso como el material estéril deben ser acarreados fuera de la cantera.
- No tiene drenaje propio debiendo ser desagotadas después de cada lluvia (agua y barro).
- Las vías de agua superficiales son controladas y desviadas para evitar una inundación total.

6.3. Tipos de explotación

Los tipos de explotación que se practican en la región son tres: manual, mecanizada y mixta.

- a) Explotación manual- Realizada en canteras del tipo (a) y (b) por contratistas que luego venden el yeso producido a las plantas de calcinación de la zona. En la fotografía N°11 se puede observar un frente de cantera trabajado por derrumbe y selección manual donde la empresa que compra el yeso producido efectúa el destape y el desagote en caso de inundación.
- b) Explotación mecanizada-
 - El material estéril proveniente del destape es acumulado en "pilas" en las proximidades de la cantera mediante motopaldas.
 - El banco yesífero es atacado en distintos frentes mediante cargadores frontales y el material del banco es llevado con camiones a una tolva, donde mediante una zaranda giratoria se realiza una concentración primaria en cantera.

c) Explotación mixta-

- El material estéril que constituye el destape es removido, al igual que en los casos anteriores, mediante motopalas y/o tractores.
- El banco yesífero es explotado por ataque frontal mediante palas mecánicas (foto N°15) que luego dispersan el material en una cancha próxima donde el yeso es seleccionado a mano.
- El banco yesífero es explotado por rebaje (fotos N°13 y 14) mediante una pala mecánica de arrastre. Simultáneamente una cuadrilla de obreros van extrayendo las "bochas" de yeso en forma manual. Además en la cancha donde se deposita (extiende) el material cargado en la pala, uno o más obreros separan el yeso del material estéril.

En ambos casos el mineral es cargado en camiones "in situ" después de unos días para provocar el continuo desprendimiento del material estéril por desecación.

6.4. Reservas

Las principales reservas de yeso de esta región se localizan en las proximidades de la localidad de Piedras Blancas y en el Distrito Alcaráz Norte. Yacimientos Las Piedras-Fray Diego, El Sauce y San Luis.

Los estudios realizados por perforaciones permitieron determinar reservas en unos 1.500 hectáreas con depósitos de diversa calidad y potencia. El rendimiento estimado para éstos yacimientos oscila en 18.000 toneladas por hectárea término medio, es decir que para los requerimientos actuales del mercado, existen reservas para 150 años aproximadamente. Comunicación verbal de los propietarios y técnicos de las empresas Tuyango S.A. y La Helvética S.A.

VII. CONCLUSIONES

El análisis de los resultados finales del presente estudio ha permitido obtener las siguientes conclusiones generales:

1. CLIMA-SUELO

- Se ha observado diferencias en los registros climáticos de los períodos considerados (1928-37 y 1951-60). Dado que tales variaciones son detectadas en períodos climáticos relativamente cortos (10 años), pueden ser considerados como variaciones temporales y por lo tanto no se deben tener en cuenta para establecer cambios en los Tipos Climáticos.
- Las precipitaciones son torrenciales, primaveroestivales. A pesar de la abundancia de agua, la elevada evapotranspiración genera un balance hídrico negativo desde fines de la primavera hasta comienzos del otoño.
- El déficit de humedad en el verano, unido a la textura generalmente arcillosa de los suelos, trae como consecuencia el agrietamiento del mismo a profundidades considerables.
- Los suelos de la comarca han evolucionado desde principios del Holoceno. No existen evidencias, hasta el presente, de suelos anteriores.

2. ESTRATIGRAFIA

- Es importante señalar que, si bien la estratigrafía de la comarca es relativamente simple, los numerosos términos formacionales aplicados a las distintas unidades, han dificultado notablemente la interpretación global de la secuencia.
- Se ha realizado una correlación tentativa de la Geología del Cuaternario de la comarca teniendo en cuenta los esquemas estratigráficos propuestos por diversos investigadores que han realizado y están realizando estudios relacionados con esta región. (Cuadro N°5)

- El nombre de Formación Alvear propuesto por Iriondo (1980) debe ser reconsiderado dado que existe ya la Formación Alvear Jurásico superior-Cretácico Inferior de la Cordillera Fueguina. Caminos (1980).
- El tipo de arcilla de la Formación Hernandarias, según análisis difractométrico realizado en 10 muestras, es montmorillonita.
- En el presente estudio se descarta la idea sostenida por Battaglia (1948) y Scartascini (1957), sobre la existencia de tres niveles de terrazas en la margen del río Paraná correspondiente al sector entrerriano. Según los mencionados autores, los depósitos yesíferos se habrían formado en la terraza media, tal como se puede apreciar en la Fig. N°3.
- De la Formación Pampa, nominada por Braccacini (1975/77) para esta región, se ha separado las Formaciones Hernandarias y Tezanos Pinto (Ver Cuadro estratigráfico).
- El Conglomerado loésico de Frenguelli (1947) denominado en el presente trabajo, Conglomerado Antonio Tomás, constituye un depósito coluvio-aluvial formado a expensas de la Formación Pampa y se dispone en discordancia sobre las formaciones subyacentes.
- El nombre formacional El Chilcal se propone en el presente estudio para agrupar los depósitos aterrazados del Pleistoceno superior.

3. ESTRUCTURA

- Dado que la cubierta sedimentaria moderna enmascara las evidencias directas de los rasgos morfoestructurales, los mismos han sido interpretados por los lineamientos y alineamientos de ríos, arroyos y/o tramos de éstos entendiendo que ella responde o respondió a fracturas del basamento cristalino.
- Si bien los rumbos de las fracturas principales que afectan al basamento subyacente, interpretados por Cordini (1949) en la región sur de la provincia de Entre Ríos y Russo et al (1979) en la región Chaco Pampeana, son NS-EO, en la comarca estudiada los lineamientos principales presentan un rumbo NO-SE y NE-SO. Dichos lineamientos corresponden también a fracturas principales del basamento.

4. GEOMORFOLOGIA

- La morfología actual de la Formación Hernandarias está dada por una profunda disección del paisaje llevada a cabo en períodos de clima húmedo (morfogénesis) durante el Pleistoceno medio y superior (ver perfiles adjuntos AA'y BB').
- La descripción de los "Estadios Morfogénéticos" resumidos en el cuadro N°6, ha permitido establecer una clara relación Epoca-Clima-Unidad-Litología en el área de estudio y zonas aledañas.

5. DEPOSITOS YESIFEROS

- La depositación del yeso tuvo lugar en las partes mas profundas de la cuenca bajo condiciones de clima árido y en un ambiente de sedimentos acuosos de baja energía con facies de sedimentos marginales de menor profundidad.
- Estudios realizados mediante perforaciones por las empresas Tuyango S.A. y La Helvética S.A. permitieron determinar reservas de yeso en 1.500 hectáreas, con un rendimiento de 18.000 toneladas por hectárea término medio.
- De acuerdo con el ritmo de la explotación actual, se estima que existen reservas para 150 años.

Two handwritten signatures in black ink, one on the left and one on the right, positioned below the text of the document.

FOTO Nº 1.- Vista de la barranca del río Paraná al norte de la localidad de Villa Urquiza. La Fm. Hernandarias compuesta por material arcilloso (sector central) tiene un espesor de 3,5m. y yace sobre la Fm. Alvear (calcáreos). En la parte superior se observa la Fm. Tezanos Pinto compuesta por loess.

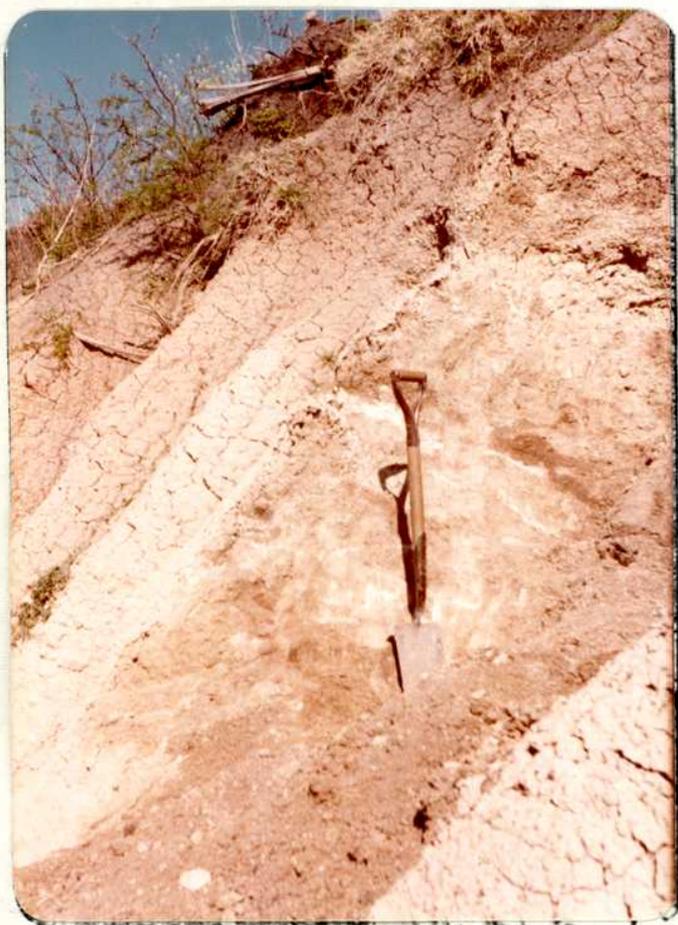
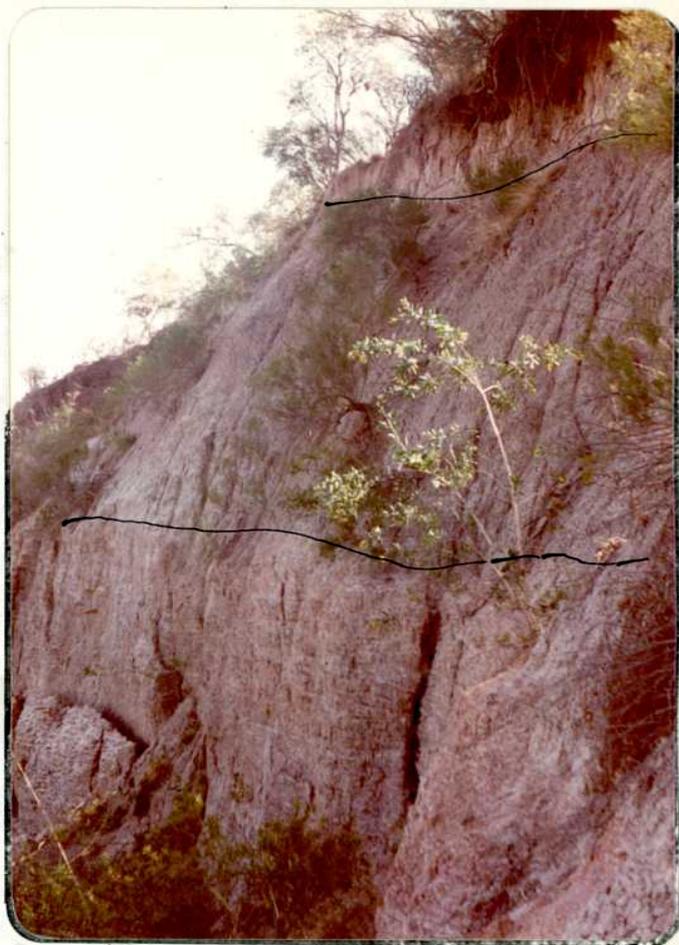


FOTO Nº 2.- Vista de la Fm. Hernandarias en la localidad de Antonio Tomás; cantera explotado por calcáreos en la barranca sur del arroyo homónimo.

Observense las venillas de yeso en el sector central.

FOTO Nº 3.- Vista del contacto entre las Fms. Alvéar (calcáreos) y Hernandarias (material limoarcilloso), al sur de Puerto Viboras próximo al río Paraná.

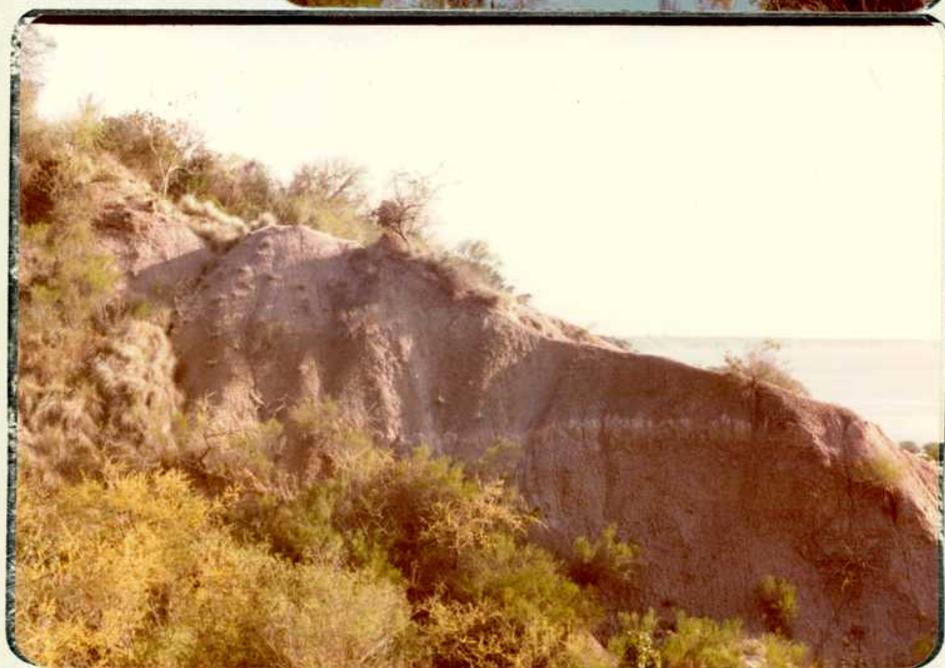
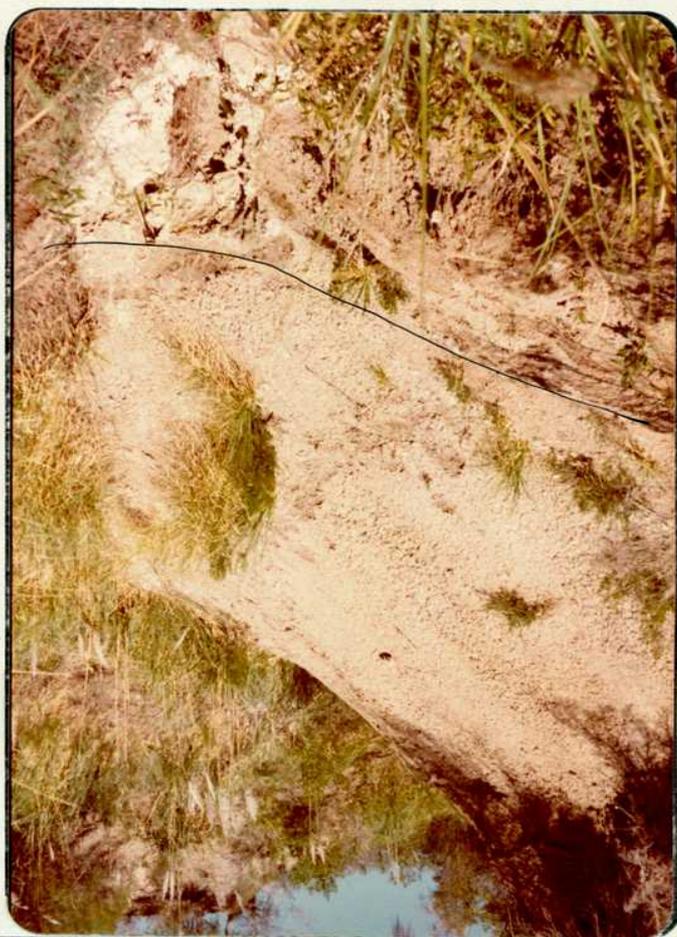


FOTO Nº 4.- Vista panorámica de la fracción superior de la barranca del río Paraná al norte de la localidad de Villa Hernandarias, mirando al sur. Observese el contacto entre las Fms. Alverar y Hernandarias en el sector central de la toma.



FOTO N°5.- Resalto por erosión retrocedente en el arroyo Las Piedras, en su curso medio. Observese el contacto entre las Formaciones Ituzaingó y Alvear, ésta última (calcáreos) interpenetrada en la estratificación diagonal de las areniscas.



FOTO N° 6.- Toma en el arroyo Las Piedras a 300 metros aguas arriba de la toma anterior. Observese el contacto entre las Formaciones Alvear y Hernandarias sobre el lecho del arroyo mientras que en la parte superior, en discordancia erosiva, aparece la Fm. Tezanos Pinto



FOTOS Nº 7 y 8.- Vista de la Formación Hernandarias. Obsérvense los agregados cristalinos de yeso concentrados por lavado en las pendientes de los cañadones en la localidad de Santa Elena, próximo al río Paraná.

FOTO Nº 9.- Vista de la Formación El Chilcal en el arroyo del mismo nombre próximo a la desembocadura en el río Paraná. Obsérvese la estratificación diagonal y entrecruzada de las arenas de color pardo y castaño correspondiente a la redepositación de la Fm. Ituzaingó.

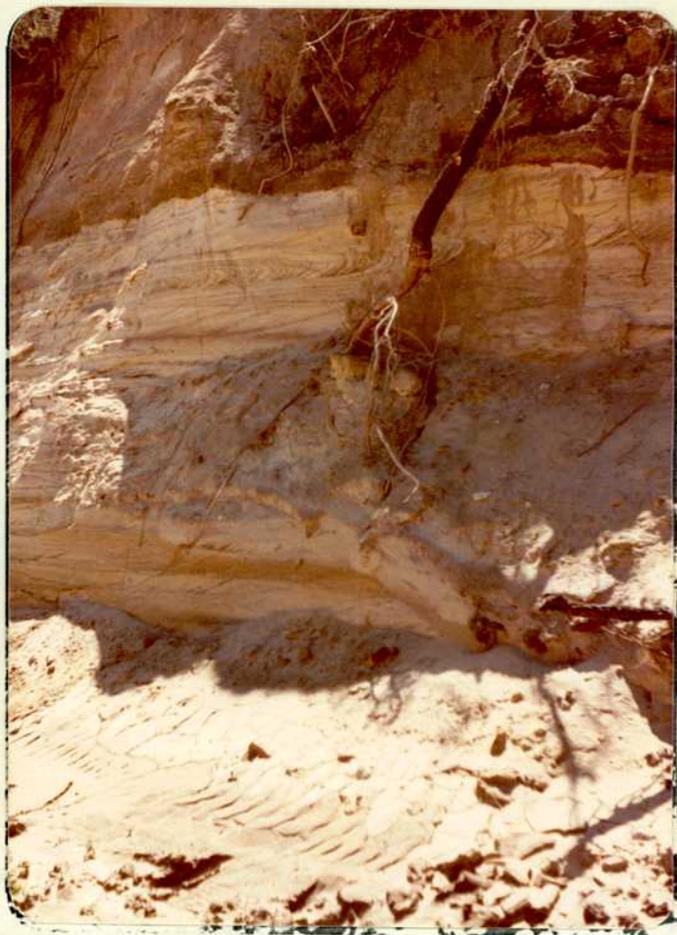


FOTO Nº 10.- Afloramiento de yeso de la Fm. Hernandarias en las proximidades del arroyo El Sauce, sobre la ex ruta nacional Nº 126 que une las localidades de Hernandarias, Piedras Blancas, La Paz y otras.



FOTO N° 11.-Banco yesífero de la Fm. Hernandarias. Explotación manual del yeso en las proximidades del arroyo El Sauce (yacimiento El Sauce).



FOTO N° 12.- Cantera San Luis en el yacimiento San Luis- Dpto. La Paz, Dto. Alcaráz Norte. Frente de cantera donde se puede apreciar las distintas tonalidades correspondientes al banco yesífero de la Fm. Hernandarias. Hacia arriba, los limos arcillosos de la Fm. Pampa y en la parte superior, material loessoide de la Fm. Tezanos Pinto.



FOTOS Nº 13 y 14.- Cantera San Luis en el yacimiento San Luis. Explotación semimecanizada del banco yesífero por rebaje, el yeso es seleccionado manualmente. En la toma de abajo se puede observar el mineral de yeso en pilas donde se produce una concentración primaria en cantera por desecación y desprendimiento del material arcilloso.-



FOTO N° 15.- Cantera San Luis en el yacimiento San Luis. Explotación mixta por ataque del frente de cantera con pala mecánica y selección manual del mineral de yeso.



FOTO N° 16.- Baterías de hornos verticales antiguos (fines del siglo pasado) . La deshidratación del mineral de yeso se consigue por cocción a fuego directo mediante 35 horas (utilizando leña como combustible). La temperatura de cocción oscila entre 100 y 120 °C.



FOTO Nº 17.- Cantera arroyo Las Piedras en el yacimiento Las Piedras-Fray Diego. Frente de cantera explotado mediante palas mecánicas. El espesor del frente de avance es de unos 4 metros.



FOTO Nº 18.-Cantera arroyo Las Piedras en el yacimiento Las Piedras. Zona explotada cubierta por lagunas vista desde la pila del material estéril de unos 20 metros de altura.

VIII. LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aceñolaza, G.F. 1974: Consideraciones Estratigráficas sobre el Terciario Marino de Paraná y alrededores. Act. Geol. Lilloana, Primer Congreso Paleont. y Estratig. II. Tucumán.
- Aceñolaza, G.F. 1976: Consideraciones Bioestratigráficas sobre el Terciario Marino de Paraná y alrededores. Act. Geol. Lilloana, XXIII. Tucumán.
- Aceñolaza, G.F. y Sayago J.M. 1980: Análisis Preliminar sobre la Estratigrafía, Morfodinámica y Morfogénesis de la región de Villa Urquiza, Prov. de Entre Ríos. Acta Geol, Lilloana, 15 (2). 139-154. Tucumán.
- Ameghino, F. 1889: Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. Acad. Nac. Cienc. Córdoba.
- Ameghino, F. 1906: Las Formations Sedimentaries du Crétacé Superieur et du Terciare de Patagonie avec un parallele entre leur Faunes Mammalogiques et celles de l' Ancient Continent. Anal. Mus. Nac. Hist. Nat. 15 - Serie 3a - Buenos Aires.
- Battaglia, A.A.C. 1948: Estudio Geológico de la Región de "Hernandarias", Parte de los Deptos. de La Paz y Paraná, Prov. de Entre Ríos. Fac. Cs. Exact. Fís. y Nat. Tesis Inédita. Córdoba.
- Battaglia, A.A.C. 1961: Estudio Geológico del yeso de Hernandarias, Prov. de Entre Ríos. 1º Reunión de Trab. y Com. de Cs. Nat. y Geog. del Litoral Arg. Inst. del Prof. Básico. U.N.L. Santa Fé.
- Bonarelli, G. y Nágera, J.J. 1913: Informe preliminar sobre un viajes de investigación geológica a las provincias de Entre Ríos y Corrientes. Dir. Gen. de Minas y Geol. Bol. N°5. Buenos Aires.
- Braccacini, I.O. 1975/77: Trabajos de Fotointerpretación. Estudios del Paraná Medio. A. y E. Inédito.
- Bravard, A. 1958: Monografía de los Terrenos Terciarios del Paraná. Reimp. 1884. Anal. Mus. Hist. Nat. Buenos Aires.
- Burgos, J. y Vidal, A. 1951: Los climas de la República Argentina de acuerdo a la Nueva Clasificación de Thornthwaite. Rev. Meteor. Año I. N°1.
- Burmeister, H. 1859: Viajes por los Estados del Plata. Vol. 2. Sinopsis sistemática de los animales de la comarca del Plata. Unión Germánica en la Argentina - 1943.

- Cabrera, A.L.1971: Fitogeografía de la República Argentina. Bol.Soc.Arg. Bot.Vol.XIV,Nº1-1, 42 pág.
- Camacho, H. 1967: Las transgresiones del Cretácico Sup.y Terciario de la Argentina. Rev.Asoc.Geol.Arg.XXII, (4): 253-280. Buenos Aires.
- Caminos, R.L. 1980: Cordillera Fueguina. Geología Regional Argentina.Acad. Nac.de Cs.de Córdoba. Vol.2. 1463-1501.
- C.F.I. 1962: Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina. Tomo VI. Rec.Minerales.Cap.3, Minerales no metalíferos.
- Castellanos, A. 1965: Estudio Fisiográfico de la provincia de Corrientes. Pub.49-Inst.Fis.Geol.Univ.Nac.del Lit.Rosario. 1-22.
- Comité Argentino de Nomenclatura Estratigráfica, 1972: Código de Nomenclatura Estratigráfica. Asoc.Geol.Arg.Serie"B" - Nº2 - pág.1-10.Buenos Aires.
- Cordini, I.R. 1949: Contribución al Conocimiento de la Geología Económica de Entre Ríos.Dir.Gem.Ind.Minera.Anal.II.Buenos Aires.
- Darwin, Ch. 1938: Geological notes made during a surveys of east an west coast of South América.
- De Alba, E. 1953: Geología del Alto Paraná en relación con los trabajos de desrocamiento entre Ituzaingó y Posadas.Rev.Asoc.Geol.Arg.VIII (3)129-161.
- Doering, A. 1882: Informe oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia). Tercera parte (Geología). Ed.oficial.Buenos Aires. 300-400.
- D'Orbigny, A. 1842: Voyage dans L'Amérique meridionale (Le Brasil.L'Uruguay) execute pendant les années 1826-1833.III (3) y (4). París.
- Freguelli, J. 1920: Contribución al Conocimiento de la Geología de Entre Ríos.Bol.Acad.Nac.Cs.de Córdoba, XXIV: 55-256. Córdoba y Bol.Acad.Nac.Cs. Rep.Arg.XXIV.Buenos Aires.
- Freguelli,J. 1922: Algunos datos sobre la falla del río Paraná y la estructura de sus labios.Rev.Univ.de Buenos Aires. KLIX y L.191-278.
- Freguelli,J.1937: Estratigrafía y Tectónica de la región del Litoral.Publ. Univ.de La Plata.XX (7). La Plata.
- Freguelli,J.1947: Nota de la Geología Entrerriana.Rev.Soc.Geol.Arg.II,(2): 126-140,Buenos Aires.
- Freguelli, J. 1957: "Neozoico" GAEA, Tomo II, Nº3.
- Gentili, C.A. y Rimoldi,H.V. 1979: Mesopotamia. Geología Regional Argentina.Acad.Nac.de Cs.Córdoba.Vol.I. 185-223.
- Gracia, R. 1952: Informe Geológico de la Hoja "Hernandarias" Prov.de Entre Ríos. Direc.Gen.de Ing.Inéd.Buenos Aires.

- Gracia, R.1953: Informe Geológico de la Hoja "La Paz". Prov.de Entre Ríos. Direc.Gen.de Ing.Inéd.Buenos Aires.
- Groeber, P.1961: El Delta del Paraná. Cent.Inv.Cient.de la provincia de Buenos Aires.La Plata.
- Harrington, H.J.1950: Geología del Paraguay Oriental.Fac.Cienc.Exac.Fis.y Nat.Univ.Buenos Aires.T.I.Serie E (Geología) 10-81.
- Herbst, R. 1971: Esquema estratigráfico de la provincia de Corrientes.Rev. Asoc.Geol.Arg.XXVI (2) 221-243.Buenos Aires.
- Herbst,R. y Camachò H.H. (1970): Sobre el hallazgo de bivalvos de agua dulce (Unionidae y Mycetopodidae) en el Terciario Superior de Empedrado.Provincia de Corrientes - Ameghiniana. Tomo VII - Nº1.Buenos Aires.
- Herbst, R.,Santa Cruz, J.N. y Zabert, L.L. 1976: Avance en el conocimiento de la estratigrafía de la Mesopotamia Argentina,con especial referencia a la provincia de Corrientes.Rev.Asoc.Cienc.Nat.Litoral (7) 101-121-Santa Fé.
- Iriondo, M.H. 1973: Análisis Ambiental de la Formación Paraná en su área tipo. Bol.Asoc.Geol.Córdoba II (1). Córdoba.
- Iriondo,M.H. y Rodríguez, E.V. 1973: Algunas características Sedimentológicas de la Formación Ituzaingó entre La Paz y Pueblo Brujo.Actas del V.Cong.Geol. Arg.I: 317-331.
- Iriondo M.H. 1980: El Cuaternario de Entre Ríos.Rev.Asoc.de Cs.Nat.del Litoral.Nº11, Santa Fé.
- Iriondo, M.H. 1980: Antigüedad del Ultimo Cambio Climático en el Litoral. 8º Reunión Arg.de Ecol.Asoc.Arg.de Ecología de Santa Fé.
- Kantor, 1925: La Formación Entrerriana.Anales Soc.Cient.Arg.C.33-66-Buenos Aires.
- Lapidus,A.1947: Informe Geológico de la Hoja "Villa Urquiza" Prov.de Entre Ríos.Direc.Gen.de Ing.Inéd.Buenos Aires.
- Masramón, E.U. 1946: Estudio Geológico de las barrancas de la margen entrerriana del Río Paraná entre Pueblo Brujo y Villa Urquiza.Museo de La Plata. Tesis inédita.La Plata.
- Pascual, R. y Bondesio, P. 1961: Un nuevo Cardiatherinas (Rodentia, Hydrochoeridiidas) de la Formación Monte Hermoso.Rev.Asoc.Paleont.Arg.Ameghiniana (6) 93-108.
- Pascual, R. y Odreman Pivas, O. 1973: Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos.Su distribución y su relación con los acontecimientos diastróficos.Act.V Cong.Geol.Arg.XXI (3) 194-208.Buenos Aires.

- Polanski, J.1962: "Estratigrafía, Neotectónica y Geomorfología del Pleistoceno pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza". Rev.Asoc.Geol.Arg. XVII.3-4-
- Reig, O.A.1956: Sobre la posición sistemática de *Zygolestes paranensis* Amegh. y de *Zygolestes entrerrianus* Amegh.con una reconsideración de la edad y correlación del Mesopotamiense.Rev.centro de Est.Cs.Nat.Holmbergia 5,209-226.
- Rimoldi,H.V. 1962: Aprovechamiento del río Uruguay en la zona de Salto Grande. Estudio Geológico Geotécnico para la presa de compensación proyectada en Paso Hervidero,provincia de Entre Ríos.Anal.Primerá Journ.Geol.Arg., II.287-310. Buenos Aires.
- Rossi de Garcia, E. 1966: Contribución al conocimiento de los Ostrácodos de la Argentina I.Formación Entre Ríos de Victoria, provincia de Entre Ríos.Rev. Asoc.Geol.Arg.(3) 194-203.Buenos Aires.
- Roth, S.1921: Investigaciones Geológicas en la Llanura Pampeana. Rev.Museo de La Plata.25.III-1.
- Russo,A; Ferello, R y Chebli,G.1979: Llanura Chaco Pampeana. Geología Regional Argentina.Acad.Nac.de Cs.Córdoba.Vol.I.140-183.
- Santa Cruz,J.N. 1972: Estudio Sedimentológico de la Formación Puelches en la provincia de Buenos Aires.R.A.G.A.XXVII-1.
- Scartascini, G.1954: Límite Plio-Pleistoceno de la Prov.de Entre Ríos.Rev.Mus. Municip.de Cs.Nat.de Mar del Plata, (3) 55-77.Mar del Plata.
- Scartascini, G.1957: Ubicación Geológica de la Selenita de Entre Ríos.Rev.Ind. Minera.Año XVI.Nº1.
- Scartascini, G.1959: El Banco de Calcáreo Organógeno de Paraná. inst.Nac.de Invest.Mus.Cs.Nat.Geol.I (16). 3-12.Buenos Aires.
- Servicio Meteorológico Nacional, 1973: Datos Pluviométricos 1921-1950.Publ.B1, Nº2. Buenos Aires.
- Stegman, E. 1941: Las canteras de yeso "Las Piedras", "Don Arturo" y "Fray Diego" en explotación al norte de Hernandarias.Entre Ríos.
- Stelzner, A.1876: Contribución a la Geología de la República Argentina.Act.Acad. Nac.Cienc.Córdoba.T.VIII (1-2_ 1-228.
- Tapia, A. 1935: "Pilcomayo" Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas. Serv.Nac.Min.Geol.Bol.Nº40.Buenos Aires.
- Teruggi,M.E.1956: The nature and origin of Argentine loess.Inst.Nac.de Invest. de las Cs.Nat.y Museo.Buenos Aires.
- Tricart, J.1968: Geomorfología de la Pampa Deprimida. Base para los estudios edafológicos y agronómicos.INTA. Colección Científica.NºXII.Buenos Aires.
- Yrigoyen,M. 1969: Problemas Estratigráficos del Terciario Argentino.Rev.Asoc. Paleont.Argentina.Ameghiniana VI.

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Lámina

Alto: 19

Ancho: 47

Descripción: Perfil geológico

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Mapa

Alto: 118

Ancho: 92

Descripción: Descripción geológica de los depósitos yesíferos de la Provincia de Entre Ríos

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.