

**ORIGEN Y EVOLUCION DE LA FORMACION MESA.  
UN ENFOQUE EDAFOLOGICO.**

**Alfred Zinck**

**Pedro L. Urriola B.**

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact [soil.isric@wur.nl](mailto:soil.isric@wur.nl)

**Trabajo presentado en la  
Primera Reunión Nacional  
de la Ciencia del Suelo,  
Maracaibo, 8 al 14-11-70.**

**Barcelona, noviembre de 1.970**

ISBN 28012

# INDICE

	Pág.
<u>INTRODUCCION</u> .....	1
<b>I.- <u>POSICION ESTRATIGRAFICA Y EDAD RELATIVA</u></b> .....	<b>3</b>
<b>A.- Relaciones lito-estratigráficas con formaciones más antiguas</b> .....	<b>3</b>
1- Naturaleza detrítica.....	3
2- Contacto de discordancia.....	4
<b>B.- Relaciones pedo-estratigráficas con formaciones más recientes</b> .....	<b>5</b>
1- Condiciones ambientales.....	6
a) Factor material parental.....	6
b) Factor clima.....	7
c) Factor tiempo de evolución.....	8
2- Procesos pedogenéticos, taxones y tiempo de evolución.....	9
a) Procesos pedogenéticos.....	11
b) Taxones.....	16
<b>C.- Conclusion</b> .....	<b>17</b>

<b>II.- <u>PROCESOS Y CONDICIONES DE FORMACION</u>.....</b>	<b>18</b>
<b>A.- Procesos de formación.....</b>	<b>19</b>
<b>1- Características del material.....</b>	<b>19</b>
a) El material basal.....	19
b) El material de cobertura.....	21
<b>2- Organización espacial del sistema deposicional.....</b>	<b>24</b>
a) Tipos de unidades deposicionales.....	24
b) Procedencia de la acumulación.....	29
<b>B.- Condiciones morfogénicas.....</b>	<b>31</b>
<b>1- Condiciones bioclimáticas.....</b>	<b>32</b>
a) Condiciones contemporáneas de la edificación de la Form. Mesa	32
b) Condiciones post-Form. Mesa.....	33
c) Condiciones pre-Form. Mesa.....	35
<b>2- Condiciones tectónicas.....</b>	<b>36</b>
<b>3- Simultaneidad entre oscilación climática y movimiento tectónico.</b>	<b>37</b>
<b>C.- Conclusión.....</b>	<b>39</b>

<b>III.- <u>EVOLUCION POSTERIOR</u></b> .....	<b>41</b>
<b>A.- Deformaciones tectónicas</b> .....	<b>41</b>
1- Hundimientos y gradas.....	42
2- Basculamientos.....	45
<b>B.- Truncamiento de suelos y coluviación</b> .....	<b>46</b>
1- Condiciones ambientales.....	46
2- Procesos y resultados.....	48
a) Truncamiento de suelos.....	48
b) Formación de suelos coluviales.....	49
<b>C.- Depresiones de sufusión</b> .....	<b>53</b>
1- Características generales.....	53
2- Proceso y su funcionamiento.....	53
3- Condiciones de funcionamiento.....	55
a) Condiciones bioclimáticas.....	56
b) Condiciones de material.....	57
c) Condiciones topográficas.....	59
d) Condiciones geocronológicas.....	60
e) Calidad del agua de sufusión.....	61

D.- Encorazamientos ferruginosos.....	64
1- Coraza de escarpe de falla.....	64
2- Coraza de canales de explayamiento.....	66
3- Costras de mesas colgantes profundas.....	66
E.- Conclusión.....	67
IV.- <u>CONCLUSION GENERAL</u> .....	68
A.- Origen y evolución de la Form. Mesa.....	68
B.- Complejidad y caracter polifacético del estudio edafológico.....	69



## INTRODUCCION

Desde hace tiempo, la Formación Mesa que ocupa amplias superficies en los estados orientales de Venezuela, principalmente Monagas y Anzoátegui, llama la atención de los investigadores y viajeros. Todos se dejan impresionar por su gran extensión y por su fisiografía de altiplanicie uniforme (mesa), entallada por profundos y estrechos valles.

Ultimamente, la Formación Mesa está gozando de una recrudescencia de interés. Inclusive los periódicos dedican de vez en cuando artículos a su respecto. Al mismo tiempo, se están diversificando las teorías en cuanto a su origen. En efecto, contrariamente a las tesis conocidas hasta el presente, considerando la Formación Mesa como siendo de origen aluvial, algunos investigadores avanzan la posibilidad de influencias glaciales y periglaciales.

Esta divergencia de opiniones demuestra que la Formación Mesa constituye un problema, por cuanto, a pesar de las explicaciones propuestas, quedan en pie tres interrogantes, que son nada más que tres aspectos particulares e interrelacionados del mismo problema, a saber:

- Cual es la posición estratigráfica y por lo tanto la edad relativa de la Formación - Mesa?
- Cómo y en que condiciones ambientales se elaboró esta potente y extensa acumulación?
- Bajo que condiciones y procesos evolucionó después de su deposición, para adquirir la fisionomía, el tipo de paisaje, que presenta actualmente?

Contrariamente al punto de vista de análisis adoptado por otros investigadores, será a través de un prisma edafológico que se abordará aquí las interrogantes planteadas. Hasta el presente, en efecto, se ha tratado de dilucidar el problema del origen de la Formación Mesa con un enfoque estrictamente geológico o geoquímico. Los autores del presente trabajo, en cambio, piensan que se podría estudiar también la mencionada formación por el intermedio de las características propias a los suelos que se formaron a partir de ella.

Es en este sentido que se utilizará aquí la información edáfica reunida en el transcurso de un estudio de suelos de tipo semi-detallado, realizado en una pequeña porción de la Formación Mesa en ambas márgenes del valle del Río Guarapiche, Edo. Monagas. Es necesario recalcar por lo tanto, que los resultados que se presentan no han sido recabados con el fin específico de estudiar la Formación Mesa: son simplemente "recaídas", subproductos de un estudio edafológico. Tampoco se pretende hacer una explicación de la Formación Mesa en toda su extensión, sino de un sector limitado, que, sin embargo, es representativo de la parte septentrional de dicha unidad en el Edo. Monagas.

A continuación se presentan algunos argumentos susceptibles de aclarar el problema de la Formación Mesa, considerada según el tríptico de interrogantes enunciado anteriormente.

## I.- POSICION ESTRATIGRAFICA Y EDAD RELATIVA

Basándose en su gran extensión, en su potente espesor (máximo de 275 m.)\* y en la presencia de maderas altamente petrificadas (xilópalo y silex xiloideo), algunos geólogos ubican la Form. Mesa a fines del Terciario (Plioceno). Para otros, la misma constituiría más bien el inicio del Cuaternario (Pleistoceno Inferior), debido a su naturaleza detrítica. Esta ambigüedad estratigráfica no es de extrañar, por cuanto es mundialmente admitida en lo que respecta a los depósitos que cabalgan sobre los fines del Terciario y los principios del Cuaternario (Serie Barreiras en el Nordeste brasileño; Continental Terminal en Africa Occidental, ambos atribuidos generalmente al Plio-Villafranchense).

Para contribuir a aclarar un poco esta ambigüedad estratigráfica, trataremos de "apretar" la Form. Mesa, ubicándola en el tiempo en relación a formaciones más antiguas por una parte y depósitos más recientes por otra parte.

### A.- Relaciones lito-estratigráficas con formaciones más antiguas.

#### 1- Naturaleza detrítica.

En relación a las formaciones más antiguas de la cuenca geológica oriental de Venezuela, desde el Cretáceo hasta fines del Terciario, la Form. Mesa consti-

---

\* Este espesor incluye probablemente el techo del grupo Sacacual (Mioceno Superior y Plioceno). En el área de estudio, la Form. Mesa no pasa de 40 - 50 m. de espesor, hecho confirmado por la posición del nivel piezométrico general de la zona.

tuye una acumulación totalmente distinta. En efecto, todas las formaciones anteriores son esencialmente o exclusivamente marinas (ver columna lito-estratigráfica, Figura N.º 1). La Formación Las Piedras, inmediatamente infrayacente y perteneciente al Plioceno (grupo Sacacual), es aún marina y corresponde a un ambiente predominantemente de aguas salobres (restos de plantas, peces, moluscos y foraminíferos de aguas salobres a dulces). Esta formación está constituida generalmente por areniscas, lutitas y lignitos. En el área estudiada aflora ampliamente u ocurre a poca profundidad (40 - 50 m.), con una facies predominante de margas y marno-calizas. La Form. Mesa, en cambio, es totalmente detrítica y terrestre (sin fósiles) y corresponde a la primera acumulación no marina desde el Cretáceo.

Estas relaciones estratigráficas indican que la Form. Mesa representa un cambio completo de las condiciones ambientales, tanto en las zonas ablacionales como en los sectores deposicionales. Este cambio podría logicamente coincidir con el inicio del Cuaternario.

## 2- Contacto de discordancia.

Según Hedberg y Pyre, citado por el Lexico Estratigráfico de Venezuela, la relación de la Form. Mesa con el grupo Sacacual (Formación Las Piedras), infrayacente, "varía localmente desde clara discordancia de erosión hasta aparente transición". Las transiciones son frecuentes hacia el Este, donde la Form. Mesa se presenta con facies deltáica. En cambio, hacia el Norte y Oeste, predomi

FIG. N° 1 - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA SERRANIA DEL INTERIOR  
CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

	EDAD	FORMACION	LITOLOGIA	AMBIENTE DEPOSICIONAL	
CENozoico	RECIENTE	ALUVION	GRAVAS, ARENAS	TERRESTRE	
	PLEISTOCENO	MESA	GRAVAS, ARENAS	TERRESTRE ALUVIAL, DELTAICO	
	PLIOCENO	LAS PIEDRAS	ARENISCAS, LUTITAS, LIGNITOS	TERRESTRE A MARINO DE AGUAS SALOBRE	
		MORICHITO LA PICA	PEÑONES Y ARENISCAS LUTITAS Y ARENISCAS	TERRESTRE MARINO COSTANERO	
	MIOCENO	CARAPITA	LUTITAS	MARINO PROFUNDO	
		OLIGOCENO	MERECURE	ARENISCAS CUARZOSAS, LIGNITOS	TERRESTRE
	EOCENO	CARATAS	LIMOLITAS	MARINO	
	MESOzoico	PALEOCENO	VIDOÑO	LUTITAS	MARINO
		CRETACEO	SAN JUAN	ARENISCAS CUARZOSAS	TERRESTRE
			SAN ANTONIO	LUTITAS ARENOSAS	MARINO
QUERECUAL			LUTITAS SILICEAS	MARINO	
CHIMANA EL CANTIL			MARGAS CALIZAS	MARINO MARINO	
	BARRANQUIN	ARENISCAS FERRUGINOSAS	TERRESTRE A MARINO		

FUENTE: Revista Oriente Año I, N° 3 Pg. 53

DIBUJO: José Alcalá

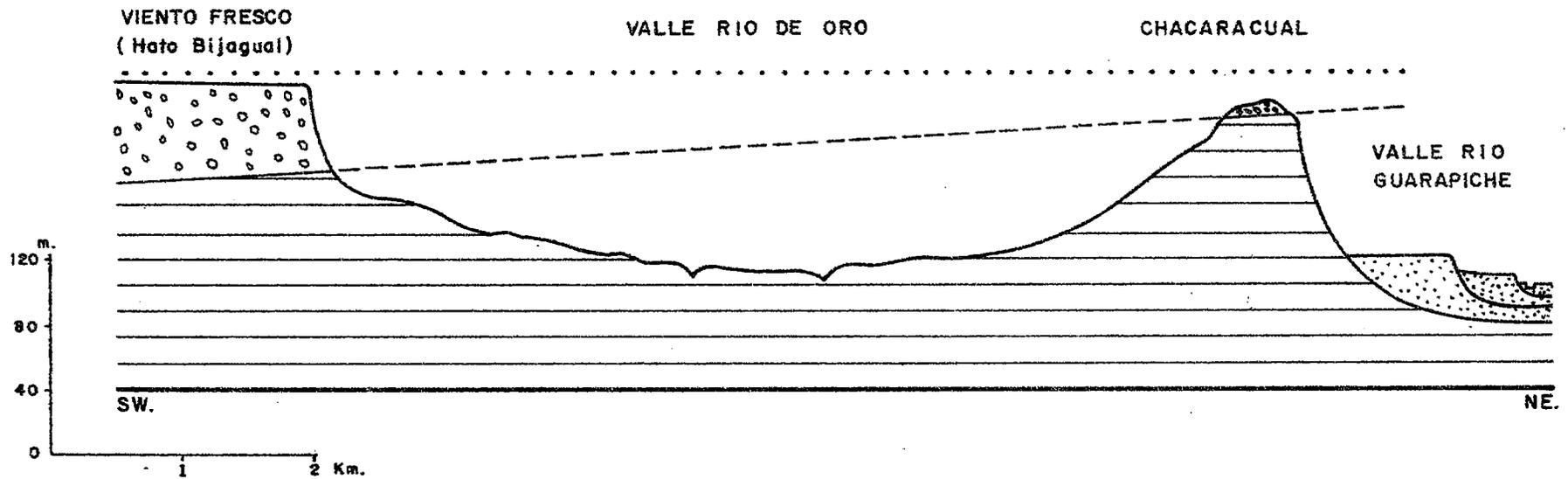
na la posición discordante. En varios sitios del área de estudio, se ha podido establecer un evidente contacto de discordancia (Figura N.º 2), mostrando que los materiales de fines del Terciario han sido arrasados, antes de ser fosilizados por la Form. Mesa, y se presentan bajo la forma de una superficie de erosión.

En consecuencia de lo anterior, hay que admitir que entre la deposición - de la Form. Las Piedras (Plioceno) y la elaboración de la Form. Mesa transcurrió un importante lapso de tiempo, caracterizado por una predominancia de procesos de denudación. Esto lleva normalmente a relacionar la Form. Mesa con las primeras acumulaciones del Pleistoceno.

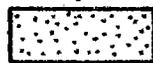
### B.- Relaciones pedo-estratigráficas con formaciones más recientes.

La argumentación, que acaba de desarrollarse, aboga en favor de una posición estratigráfica que ubicaría la Form. Mesa preferentemente en el Pleistoceno Inferior. Lo que sigue pretende demostrar que esta formación es, por otra parte, la más antigua del Cuaternario. Para tal fin, se elaboró una argumentación basada en la asunción - de que, en ambiente aluvial generalmente poco o no afectado por procesos de erosión susceptibles de contrarrestar el desarrollo normal de los suelos, el grado de evolución pedogenética es función de la edad relativa de los materiales parentales. Por lo tanto, suelos que presentan el mismo grado de desarrollo constituyen una generación - edáfica, la cual a su vez corresponde a una unidad estratigráfica incluyendo depósi- tos aluviales de misma edad relativa. Se obtiene así una crono-secuencia de unida- des a la vez edáficas y deposicionales. Apoyándose en este principio, se intentará

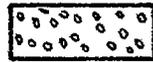
FIG. Nº 2 - DISCORDANCIA ENTRE LA FM. MESA Y EL GRUPO SACACUAL



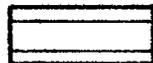
LEYENDA



Terrazas cuaternarias



Formación Mesa (Pleistoceno Inf., Q<sub>4</sub>)



Grupo Sacacual (Mioceno Sup. - Plioceno).



Superficie deposicional terminal de la Formación Mesa



Superficie de discordancia erosional

DIBUJO: José Alcalá

comprobar a continuación, que la generación de suelos desarrollada a partir de la Form. Mesa es la más antigua del Cuaternario.

Para tal fin, se definirán primero las condiciones ambientales que han influido en la formación y evolución de los suelos en el mencionado sector, individualizándose como variable fundamental el factor tiempo. En segundo lugar, se hará referencia a diversos criterios de evolución de suelos y su significado crono-pedogenético, con el propósito de precisar la posición estratigráfica de la Form. Mesa.

#### 1- Condiciones ambientales.

En la evolución de los suelos considerados han influido fundamentalmente 3 factores principales, que son los siguientes:

- la naturaleza granulométrica y mineralógica de los materiales parentales.
- las condiciones bio-climáticas.
- el factor tiempo de evolución.

##### a) Factor material parental.

Se escogieron únicamente suelos aluviales (a exclusión de los numerosos suelos coluviales que caracterizan el sector), desarrollados a partir de materiales parentales del mismo origen. Todos los depósitos considerados provienen exclusivamente de la Serranía del Interior, constituida principalmente por secuencias rítmicas de calizas, areniscas, lutitas y margas (facies de flysch), pertenecientes al Secundario y Terciario.

Con fines de facilitar comparaciones y correlaciones, se agruparon los diversos materiales parentales en 3 categorías según su facies deposicional, - con la cual están íntimamente relacionadas la posición topográfica y su repercusión sobre eventuales influencias hidromorfizantes:

- depósitos de explayamiento y albardón de orilla, constituidos esencialmente por texturas a base de arenas (posición topográfica alta).
- depósitos de napa de limos de desbordamiento, oscilando entre texturas FL y FAL (posición topográfica media).
- depósitos de cubeta de desbordamiento, con texturas predominantes AL y A friable (posición topográfica baja).

b) Factor clima.

Los suelos desarrollados sobre los mencionados materiales parentales se distribuyen a través de una zona de clima tropical húmedo (régimen tropical con período húmedo largo), caracterizado por las siguientes condiciones generales:

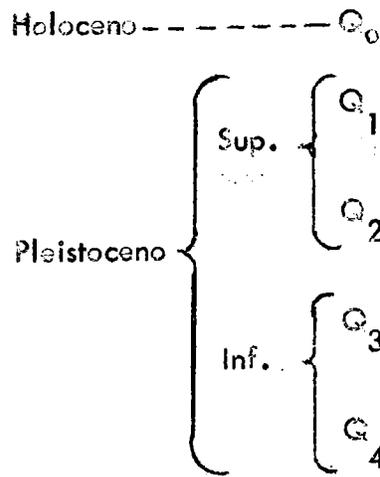
- pluviosidad media anual: 1.100 - 1.300 mm.
- dos períodos pluviométricos anuales:
  - un período lluvioso de mayo a diciembre, concentrando un 85% de las precipitaciones anuales.

- . un período seco de enero a abril, con un 15% del total pluviométrico anual.
- régimen térmico relativamente uniforme durante todo el año, con temperatura media anual de 25 a 26°C y baja amplitud anual (2 a 3 °C).
- marcado déficit de agua durante los 4 meses secos (P. promedio mensual: 40 a 60 mm.; Ev. promedio mensual: 100 a 160 mm.).

Con excepción de los suelos desarrollados sobre material de la Form. Mesa, los cuales están asociados con vegetación de sabana, todas las otras unidades edáficas mencionadas aquí tenían (antes de deforestación) o tienen aún cobertura boscosa.

c) Factor tiempo de evolución.

El levantamiento de los suelos del sector en cuestión ha revelado que, en el presente caso, el tiempo relativo de evolución, determinado por intermedio de la posición estratigráfica de los respectivos materiales parentales, constituye el factor principal de diferenciación de las unidades edáficas. - Cinco (5) grandes conjuntos estratigráficos han sido definidos y denominados como sigue:



Posteriormente a la individualización y caracterización de campo de estas cinco unidades de cronología relativa, los resultados de laboratorio confirmaron plenamente esta secuencia estratigráfica.

En conclusión, el complejo de factores pedoformadores y pedogenéticos se presenta relativamente uniforme para el conjunto de los diferentes suelos considerados. En efecto, las condiciones de material parental (uniformidad mineralógica, pero no granulométrica) y de clima son aproximadamente semejantes en todo el valle medio del río Guarapiche. El factor tiempo de evolución, en cambio, es sustancialmente variable. A continuación se intentará aislar este parámetro, con la finalidad de evidenciar su influencia propia y decisiva sobre el tipo y grado de desarrollo pedogenético.

## 2- Procesos pedogenéticos, taxones y tiempo de evolución.

Para caracterizar el contenido crono-pedogenético de las 5 unidades estratigráficas, identificadas inicialmente a base de criterios de campo (color, tipo y desarrollo de estructura, reacción al HCl, presencia de clay-skins, ocu

rrencia de plintita, etc.), se han escogido 5 tipos de resultados de laboratorio. Estos son: % equivalente de  $\text{CaCO}_3$ , distribución de arcillas,  $\text{pH}$ , % de saturación en bases y capacidad de intercambio catiónico. Estos criterios han sido seleccionados, por ser considerados altamente susceptibles de reflejar a la vez - determinados tipos de evolución pedogenética y grados más o menos avanzados de desarrollo edáfico.

Los 3 primeros cuadros y los 5 primeros gráficos adjuntos evidencian claramente una estrecha relación entre grados de evolución de los suelos y los diferentes lapsos de tiempo transcurridos desde la finalización de las respectivas acumulaciones, la cual corresponde a la iniciación del desarrollo pedogenético. El cuadro N.º 4 y el gráfico N.º 6 sintetizan estas relaciones y revelan, de manera sintomática, el hecho de que el arranque de ciertos procesos pedogenéticos está íntimamente condicionado por el factor tiempo. Así aparece manifiestamente toda una gama de umbrales pedogenéticos y de generaciones de suelos correspondientes a las respectivas unidades estratigráficas mencionadas anteriormente.

De manera general, los suelos considerados han evolucionado fundamentalmente bajo la influencia de 4 procesos pedogenéticos, que se analizarán a continuación, en relación al factor tiempo.

a) Procesos pedogenéticos.

a<sub>1</sub> - Descarbonatación (gráfico N.º 1).

El lavado de los carbonatos, en el presente caso esencialmente carbonato de calcio, es el proceso, que constituye el arranque de la evolución pedogenética general. Su actuación afecta naturalmente - todos los depósitos, desde los más jóvenes hasta los más antiguos. Sin embargo, con el tiempo transcurrido, este proceso se paraliza progresivamente por desaparición de los carbonatos en el perfil. En estas - condiciones, la descarbonatación resulta ser el proceso de evolución característico de los suelos desarrollados sobre depósitos de Q<sub>1</sub> y Q<sub>2</sub>, en los cuales origina la formación de un horizonte profundo (± 100 cm.) de acumulaciones calcáreas pulverosas o concrecionarias (sin cumplir con los requisitos de un horizonte cálcico). A partir de los suelos sobre Q<sub>3</sub>, en cambio, la descarbonatación actúa principalmente por - exportación fuera del perfil (por drenaje profundo) de los carbonatos secundarios concentrados en profundidad durante la primera fase de lavado (Q<sub>1</sub> y Q<sub>2</sub>).

a<sub>2</sub> - Iluviación de arcillas (gráfico N.º 2).

Un segundo proceso, la traslocación de arcillas, interviene, - cuando la descarbonatación alcanza su máximo de funcionamiento,

a saber en los suelos desarrollados sobre material de  $Q_2$ . El mayor desarrollo del horizonte argílico se realiza en los suelos formados a partir de los depósitos más antiguos,  $Q_3$  y  $Q_4$ . Profundidad de ocurrencia de la "barriga" del Bt, su espesor y su intensidad llegan a su mayor expresión en los suelos pertenecientes a estas dos categorías de unidades estratigráficas del Pleistoceno Inferior. Es importante notar que, si existe un salto significativo en cuanto a vigor del Bt entre suelos de  $Q_2$  y suelos de  $Q_3$ , no hay diferencia apreciable, en cambio, entre las dos generaciones de unidades edáficas desarrolladas sobre  $Q_3$  y  $Q_4$ . Esto indica primero que el tiempo de evolución influye de manera muy sensible en la activación del proceso de iluviación en los depósitos del Pleistoceno Inferior. En segundo lugar, puede concluirse que este incremento del Bt en función del tiempo no es indefinido. Se nota claramente, en efecto, una paralización progresiva del proceso en los suelos sobre  $Q_4$ .

Aparecen algunas discrepancias en relación a esta tendencia general, debido a la vigencia de condiciones posicionales particulares. Se trata de condiciones locales, susceptibles de favorecer la neoformación de arcillas in situ por alto contenido de cationes alcalino-térreos y/o mal drenaje. Este es el caso de la Serie Bejucal (Vertisol) y de los suelos caracterizados por la presencia de plintita (Serie El Zamuro y Serie Sabaneta). Es imposible, a este estado de la investi-

gación, segregar el aporte de arcillas por neosíntesis del enriquecimiento por iluviación.

a<sub>3</sub> - Desaturación del complejo absorbente (gráficos 3 y 4).

Concomitantemente con la iniciación de la iluviación de arcillas, apenas ligeramente defasado, empieza también el proceso de desaturación del complejo absorbente. Esto resulta perfectamente lógico, por cuanto los dos procesos están estrechamente vinculados. En el presente caso, la desaturación se refiere esencialmente al lavado de los iones  $Ca^{++}$  (decalcificación). Esta última comienza a actuar paulatinamente a partir de los suelos desarrollados sobre  $Q_2$ , substituyendo a la descarbonatación.

El análisis de las curvas revela dos saltos sucesivos, el primero situado entre los suelos sobre  $Q_1$  y el conjunto de las unidades edáficas formadas a partir de  $Q_2$  y  $Q_3$ . Esta primera fase corresponde al arranque del proceso (ferruginación). El segundo salto separa los suelos sobre  $Q_3$  de los sobre  $Q_4$ , como resultado de una intensa acidificación de estos últimos.

Las curvas de pH siguen aproximadamente la misma tendencia, sin hacer resaltar, sin embargo, el último salto mencionado anteriormente.

La no separación de los iones  $H^+$  y  $Al^{+++}$  en laboratorio (acidez intercambiable total) impidió poner en relieve la proporción creciente, en función del tiempo, que ocupa probablemente el aluminio intercambiable en el complejo absorbente.

a<sub>4</sub> - Degradación del complejo absorbente (gráfico N.º 5).

Con el tiempo aparece una notable degradación del complejo absorbente, particularmente manifiesta en los suelos desarrollados sobre depósitos de  $Q_4$ . Este resultado se compagina bien con las observaciones morfológicas de campo. En efecto, los suelos más antiguos del Pleistoceno Inferior se caracterizan por una coexistencia, en el horizonte Bt, de fajas verticales, las unas bien estructuradas con clay-skins recubriendo los agregados, las otras sin revestimientos visibles, sin estructura y de alta friabilidad (pseudo-arenas).

Estos suelos están, por lo tanto, en una situación de desarrollo pedogenético intermedia entre los Ultisoles y los Oxisoles (Oxic Paleustults y Oxic Plinthustults). Están evolucionando en el presente bajo la influencia incipiente del proceso de ferralitización.

En conclusión, se insiste sobre algunas consideraciones generales, expresadas en el gráfico N.º 6:

- A las 5 unidades estratigráficas del Cuaternario, segregadas durante el levantamiento de campo, corresponden 5 generaciones de suelos, caracterizadas por determinados tipos y grados de desarrollo pedogenético.
- Se nota una complejidad creciente de los procesos que intervienen en la elaboración de los suelos. El arranque de la evolución pedogenética está ligado a la influencia de procesos relativamente simples, actuando esencialmente por migraciones de elementos del complejo de alteración: carbonatos y arcillas. Posteriormente, intervienen procesos más complejos como desaturación y degradación del complejo absorbente.
- Los procesos pasan por tres fases principales de desarrollo: arranque, máximo de funcionamiento y paralización, ligadas a determinados niveles cronológicos.
- Los procesos no intervienen según un orden anárquico. Al contrario, se substituyen regularmente, de tal modo que a cada unidad estratigráfica corresponde un determinado proceso con actuación predominante (umbrales crono-pedogenéti-

cos). La substitución se realiza gradualmente, de forma que, cuando un proceso está en su máximo de funcionamiento, - otros están arrancando o en vía de paralizarse (defasaje).

b) Taxones.

A pesar de ser la 7<sup>a</sup> Aproximación un sistema de clasificación jerárquico y no natural, se observa una estrecha vinculación entre taxones, procesos pedogenéticos y tiempo. Determinados Ordenes y horizontes diagnósticos, reflejando grados de desarrollo crecientes, aparecen en función del tiempo de evolución. El cuadro N<sup>o</sup> 4 sintetiza estas relaciones.

La combinación de los diversos criterios de evolución pedogenética, que acaban de analizarse y que se encuentran expresados en los cuadros adyacentes, demuestra claramente que la generación de suelos desarrollada a partir de la Form. Mesa (Q<sub>4</sub>) y representada por las Series Maturín y Sabaneta, constituye la más antigua del Cuaternario. En relación a todos los otros suelos formados sobre material aluvial cuaternario, esta generación presenta el grado de desarrollo pedogenético más avanzado y el proceso de evolución más complejo. Esto se refleja directamente en su clasificación taxonómica.

C.- Conclusión.

Procediendo por aproximaciones sucesivas, basadas en una serie de deducciones lito-estratigráficas y pedo-estratigráficas convergentes, se llega lógicamente a la conclusión de que la Form. Mesa no solamente se sitúa en los principios del Cuaternario, sino que también constituye la primera acumulación ocurrida en ese período.

CUADRO No. 1.- CRITERIOS DE EVOLUCION PEDOGENETICA.- SUELOS DESARROLLADOS SOBRE DEPOSITOS DE EXPLAYAMIENTOS Y ALBARDONES DE ORILLA.

	Cronología relativa Material parental	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	
	Serie de suelos	Guatatal	San Félix	El Tomate	El Zamuro	Maturín	Sabaneta
CARACTERISTICAS DE DESARROLLO MORFOLOGICO	Color	mar.-gris. muy osc.	mar. osc.	roj.- am.	am.-mar/ mot. roj. y gris	am.-roj./ rojo	am.-roj./ mot. roj. y gris
	Estructura pedogenética	blo.sub. deb.med.	bloc.ang. mod.med.	bloc.ang. mod.med.	bloc.ang. mod.med.	bloc.ang. deb. med.	bloc.ang. mod.med.
	Reacción al HCl	Fuerte	Sin/ Fuerte	Sin	Sin	Sin	Sin
	Profundidad del perfil de suelo cm.	30	80	200	250	300	300
	Textura del material parental	Fa lentas a y aF	Fa	Fa-FAa	Fa	Fa	FAa
INDICES DE LIXIVIACION	% Eq. CaCO <sub>3</sub>	3,1-4,5	0,9-3,0	Sin result.	0,1-1,3	0	0,18-0,87
	Indice de descarbonatación	-	3,3	Sin result.	-	-	-
	Indice de traslocación de arcillas	-	-	1,59	2,68	2,50	2,38
ESTADO DEL COMPLEJO ABSORBENTE	pH en agua 1:1	7,7-8,0	6,2-7,8	5,1-6,8	4,0-4,4	4,7-5,2	4,1-4,7
	% Saturación en bases	100	88-100	17-39	23-46	3-14	13-22
	Acidez intercambiable me/100 gr. tierra fina	0	0-2,6	1,7-6,1	5,0-12,2	3,5-6,7	4,6-13,1
	CIC-Σcationes me/100 gr. arcilla	92-106	91-94	32-52	43-44	20,7-27,5	23,7-24,9
	CIC-me/100 gr. arcilla en Bt.	-	-	36-52	43-44	20,7-24,6	23,7-24,9
TAXONES	Horizonte diagnóstico	-	Cámbico	Argílico	Argílico Plintita	Argílico → óxico	Argílico → óxico Plintita
	Orden 7a. Aproximación	Entisol	Incep- tisol	Alfisol → Ultisol	Ultisol	Ultisol s/gr. oxic	Ultisol s/gr. oxic

CUADRO No. 2. - CRITERIOS DE EVOLUCION PEDOGENETICA. - SUELOS DESARROLLADOS SOBRE DEPOSITOS DE NAPÁ DE LIMOS DE DESBORDAMIENTO.

	Cronología relativa Material parental	Q <sub>0</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
	Serie de suelos	Guarapiche	El Viborai	Plantaciones
CARACTERÍSTICAS DE DESARROLLO MORFOLOGICO	Color	mar.-gris. a mar.	gris claro mot.roj+a.m.	mar.-gris/ mot.roj. y gris
	Estructura pedogenética	bloc. sub. mod. med.	bloc.ang. a prismát.	bloc.ang./ prismática
	Reacción al HCl	Fuerte	Sin	Sin
	Profundidad del perfil de suelo-cm.	50	190	225
	Textura del material parental	FAL	FAL	FA-FAL
INDICES DE LIXIVIACION	% Eq. CaCO <sub>3</sub>	2,2 - 6,7	0,2 - 1,8	0,1 - 1,20
	Indice de descarbonatación	-	9,0	-
	Indice de traslocación de arcillas	-	1,21	2,08
ESTADO DEL COMPLEJO ABSORBENTE	pH en agua 1:1	7,4 - 8,0	4,7 - 5,2	4,5 - 4,7
	% Saturación en bases	100	41 - 64	5 - 42
	Acidez intercambiable me/100 gr. tierra fina	0	2,0 - 7,0	10,9 - 20,0
	CIC- Σ cationes me/100 gr. arcilla	79 - 117	45 - 54	49 - 54
	CIC-me/100 gr. arcilla en Bt.	-	48 - 49	53 - 54
TAXONES	Horizonte diagnóstico	-	Argílico	Argílico plintita
	Orden 7a. Aproximación	Entisol	Alfisol	Ultisol

CUADRO No. 3. - CRITERIOS DE EVOLUCION PEDOGENETICA. - SUELOS DESARROLLADOS SOBRE DEPOSITOS DE CUBETA DE DESBORDAMIENTO.

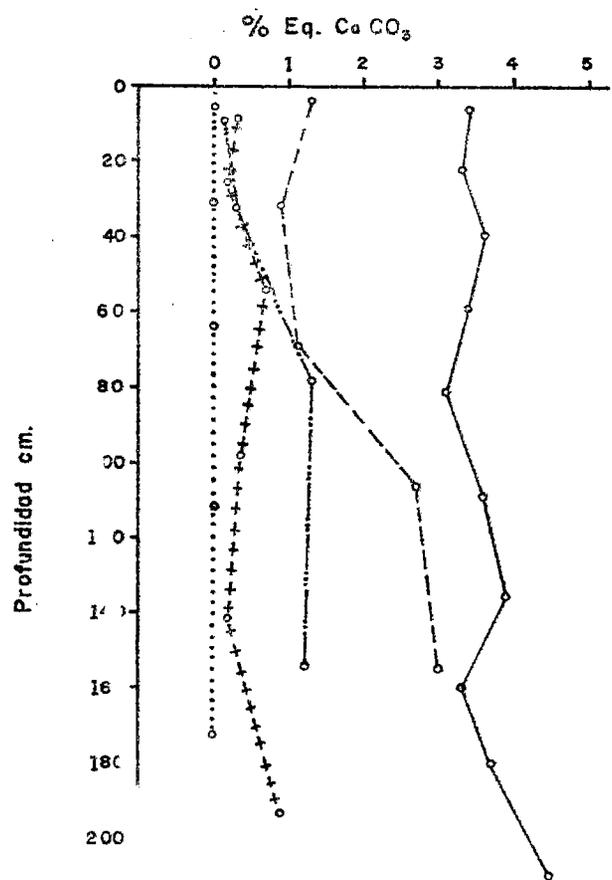
	Cronología relativa Material parental	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
	Serie de suelos	Canaguaima	El Bejucal	Cañitos
CARACTERISTICAS DE DESARROLLO MORFOLOGICO	Color	mar. -gris a mar. osc.	am. -mar. a am. -roj.	blanco/ mot. roj. y gris
	Estructura pedogenética	bloc. sub. fuerte, med.	prismática	bloc. ang./ prismática
	Reacción al HCl	Sin / Fuerte	Sin / Fuerte	Sin
	Profundidad del perfil de suelo cm.	110	230	245
	Textura del material parental	AL	AL	AL
INDICES DE LIXIVIACION	% Eq. CaCO <sub>3</sub>	1,0 - 4,7	0,3 - 4,2	0
	Indice de descarbonatación	4,7	8,4	-
	Indice de traslocación de arcillas	-	-	2,47
ESTADO DEL COMPLEJO ABSORBENTE	pH en agua 1:1	7,0 - 8,3	5,2 - 7,7	4,4 - 4,9
	% Saturación en bases	77-100	72-100	13-41
	Acidez intercambiable me/100 gr. tierra fina	0,5 - 3,5	3,0 - 8,0	3,0 - 18,5
	CIC- Σ cationes me/100 gr. arcilla	59-69	41-51	27-37
	CIC-me/100 gr. arcilla en Bt.	-	-	37
TAXONES	Horizonte diagnóstico	Cámbico	Cámbico	Argílico plintita
	Orden 7a. Aproximación	Inceptisol	Vertisol	Ultisol

CUADRO No.4.- PROCESOS PEDOGENETICOS, TAXONES Y EDAD RELATIVA .

Edad relativa mat. parental	% Eq. CaCO <sub>3</sub>	Lixiviación de arcillas Índice B/A	pH en agua 1:1	% Saturación en bases	CIC-Σ cationes me/100 gr. A.	Horizontes diagnósticos predominantes	Ordenes predominantes
Q <sub>0</sub>	+3	-	+ - 8	100	80 - 120	-	Entisol
Q <sub>1</sub>	1-3	-	6-7,5	80 - 100	60 - 95	cámbico	Inceptisol
Q <sub>2</sub>	1-2	1,2 - 1,6	4,5-6	40 - 60	40 - 60	cámbico argílico	Vertisol Alfisol
Q <sub>3</sub>	0,5-1	2,1 - 2,7	4-5	20 - 40	40 - 50	óxico albico argílico plintita	Ultisol
Q <sub>4</sub>	0-0,5	2,4 - 2,5	4-5	- 20	20 - 30	óxico argílico-óxico plintita	Ultisol Sub-grupo oxico

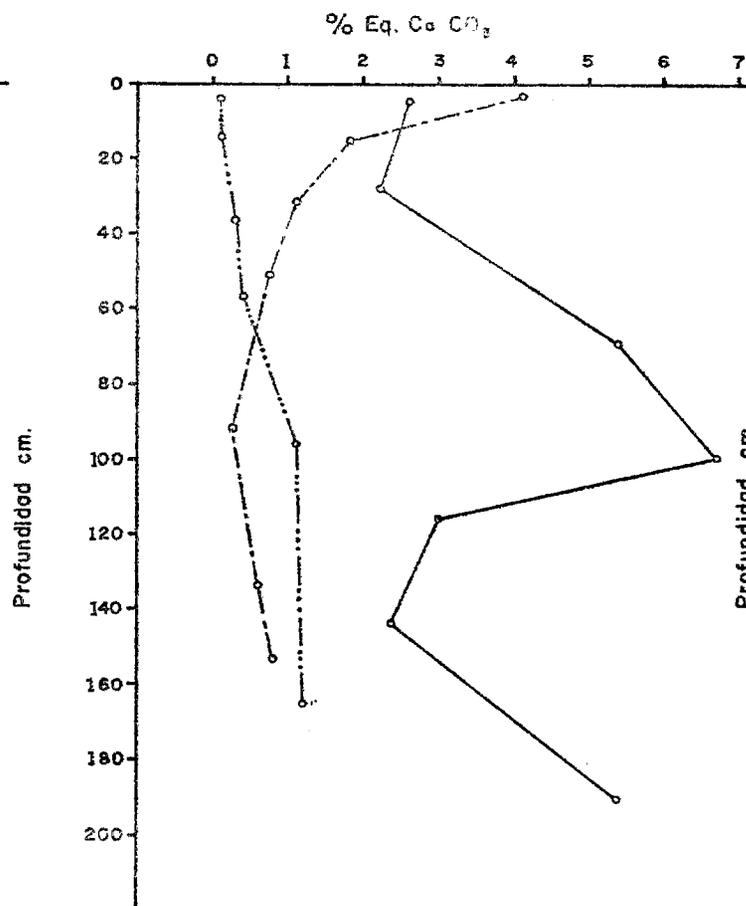
Nota : Los símbolos Q de edad relativa se refieren a la posición estratigráfica de los materiales parentales a partir de los cuales se formaron las respectivas series de suelos consideradas.

# GRAFICO Nº 1 - RELACION ENTRE CARBONATO DE CALCIO Y EDAD RELATIVA



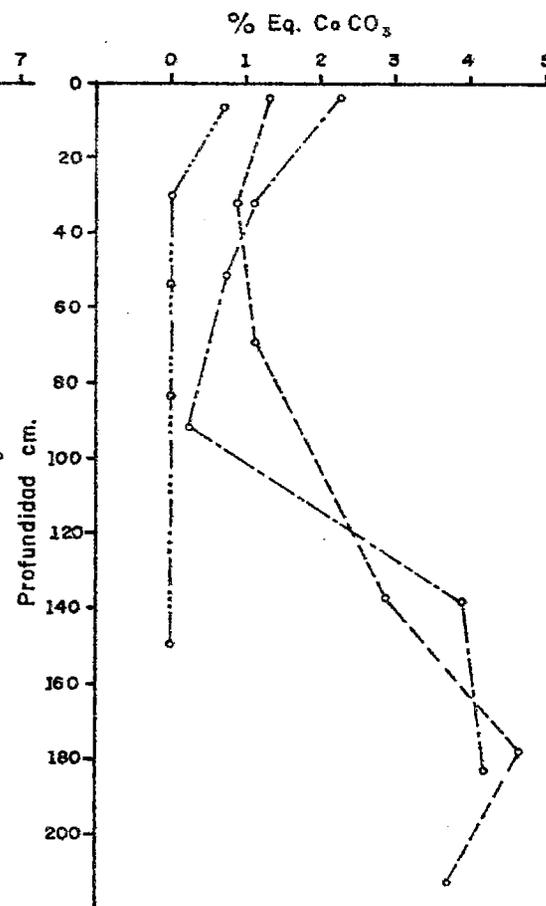
Suelos desarrollados sobre depósitos de explayamiento y albardón de orilla.

- — — Serie Guatotal Q<sub>0</sub>
- — — Serie San. Felix Q<sub>1</sub>
- . . . - Serie El Zamuro Q<sub>3</sub>
- . . . . . Serie Maturin Q<sub>4</sub>
- + + + + Serie Sabaneta Q<sub>4</sub>



Suelos desarrollados sobre depósitos de napa de limos de desbordamiento.

- — — Serie Guarapiche Q<sub>0</sub>
- . . . - Serie El Viboral Q<sub>2</sub>
- . . . - Serie Plantaciones Q<sub>3</sub>

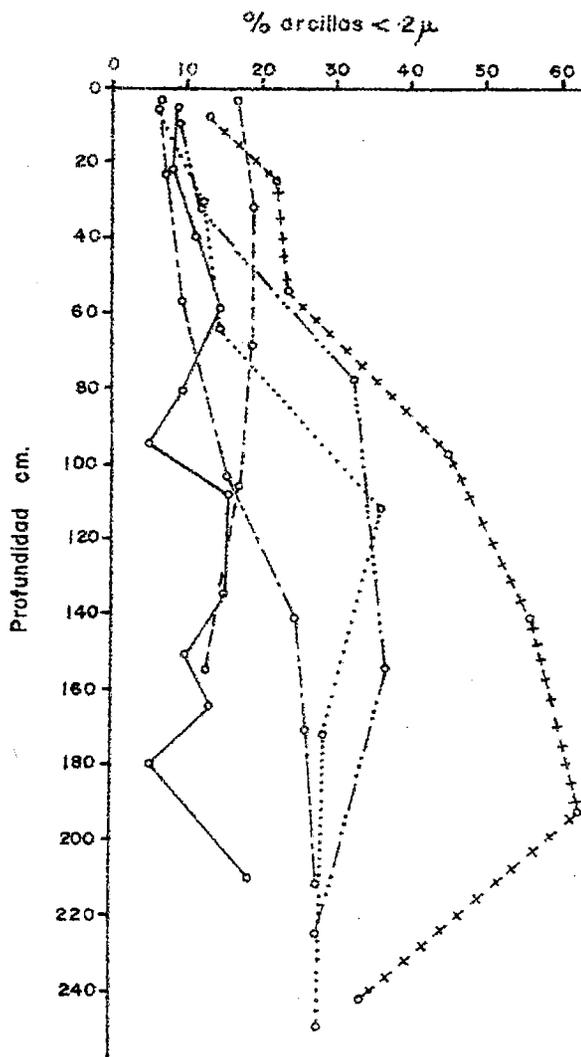


Suelos desarrollados sobre depósitos de cubeta de desbordamiento.

- - - - Serie Canaguaima Q<sub>1</sub>
- - - - Serie El Bejucal Q<sub>2</sub>
- . . . - Serie Cañitos Q<sub>3</sub>

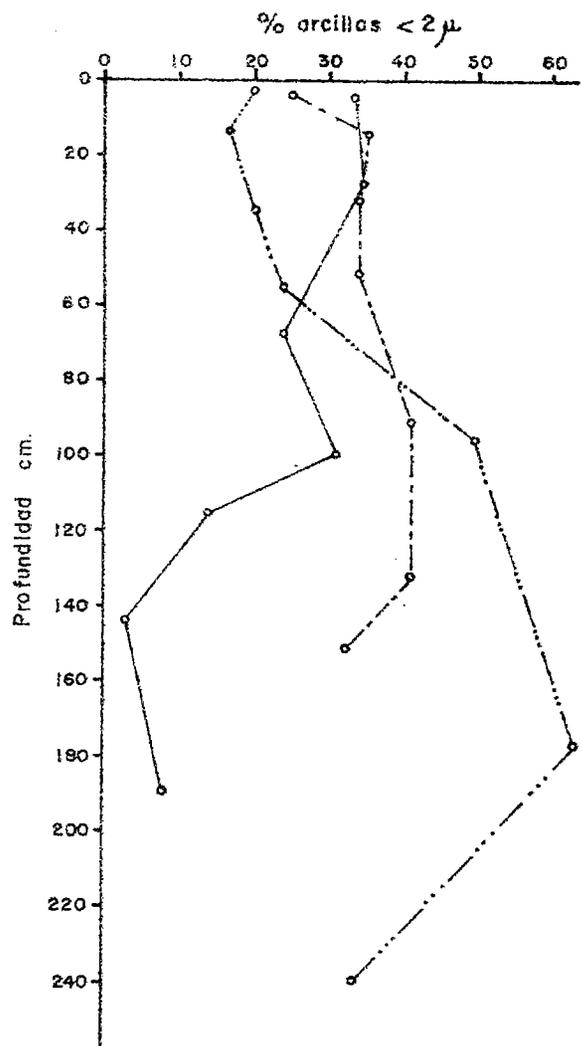
Nota: Los símbolos Q de edad relativa se refieren a la posición estratigráfica de los materiales parentales, a partir de los cuales se formaron las respectivas series de suelos.

# GRAFICO N° 2 - RELACION ENTRE DISTRIBUCION DE ARCILLA Y EDAD RELATIVA



Suelos desarrollados sobre depósitos de explayamiento y albardón de orilla.

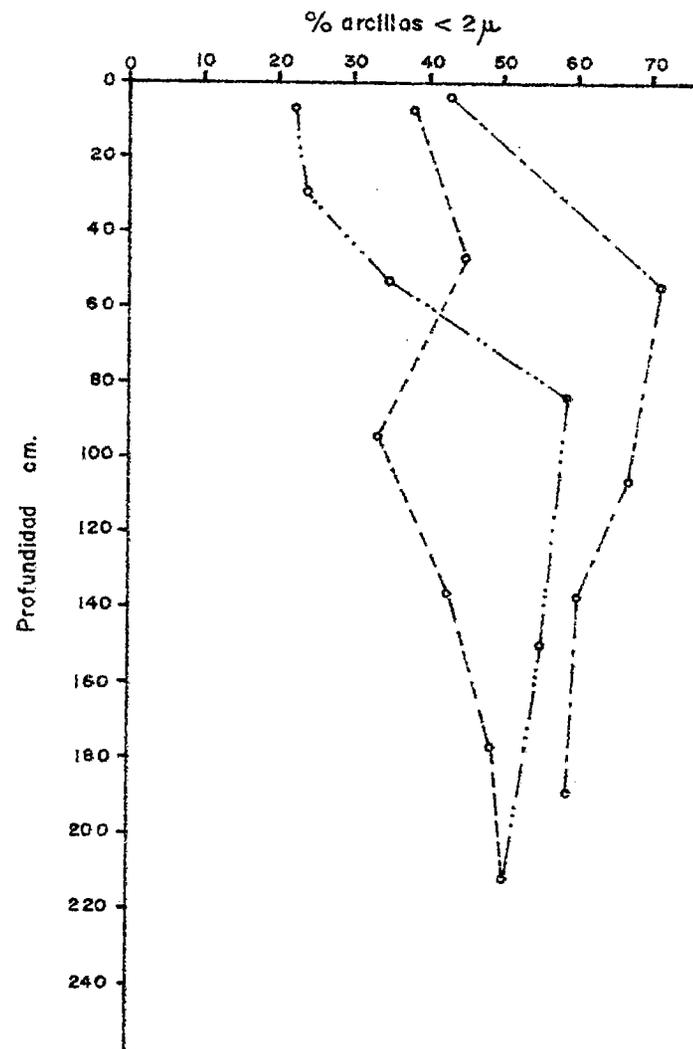
- Serie Guatatal  $Q_0$
- - - Serie San Felix  $Q_1$
- · - Serie El Tomate  $Q_2$
- · · Serie El Zamuro  $Q_3$
- · · · Serie Maturin  $Q_4$
- + + + + Serie Sabaneta  $Q_4$



Suelos desarrollados sobre depósitos de napa de limos de desbordamiento.

- Serie Guarapiche  $Q_0$
- - - Serie El Viboral  $Q_2$
- · - Serie Plantaciones  $Q_3$
- · · Serie Maturin  $Q_4$

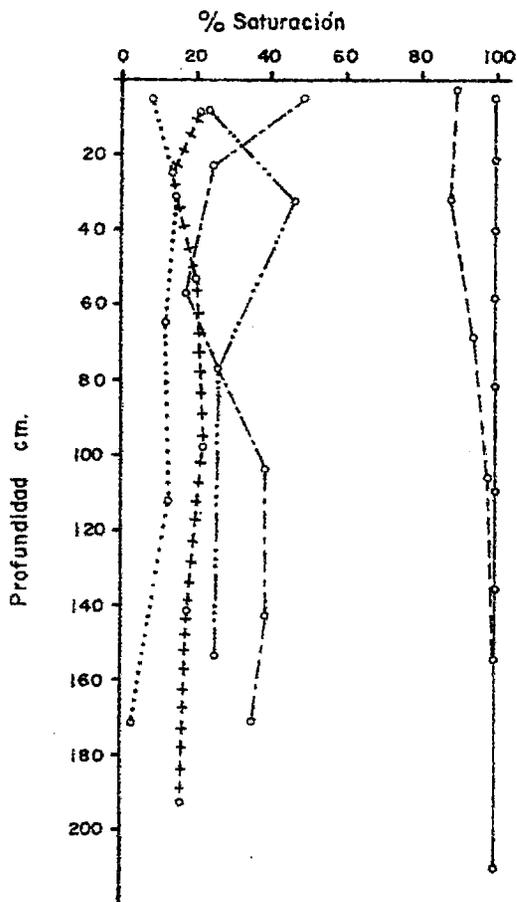
**Nota:** Los símbolos Q de edad relativa se refieren a la posición estratigráfica de los materiales parentales, a partir de los cuales se formaron las respectivas series de suelos.



Suelos desarrollados sobre depósitos de cubeta de desbordamiento.

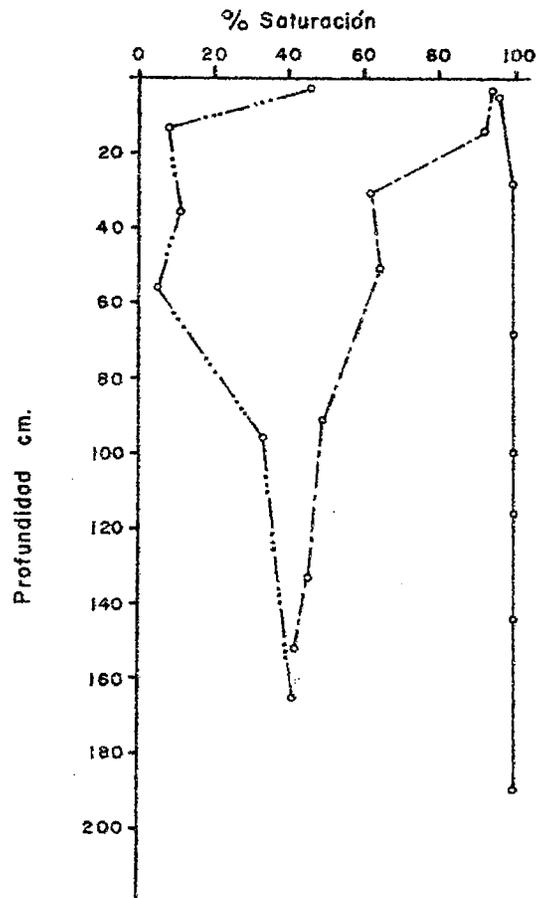
- - - Serie Canaguaima  $Q_1$
- · - Serie El Bejucal  $Q_2$
- · · Serie Cañitos  $Q_3$

### GRAFICO Nº 3 - RELACION ENTRE % DE SATURACION EN BASES Y EDAD RELATIVA



Suelos desarrollados sobre depósitos de playamiento y albardón de orilla.

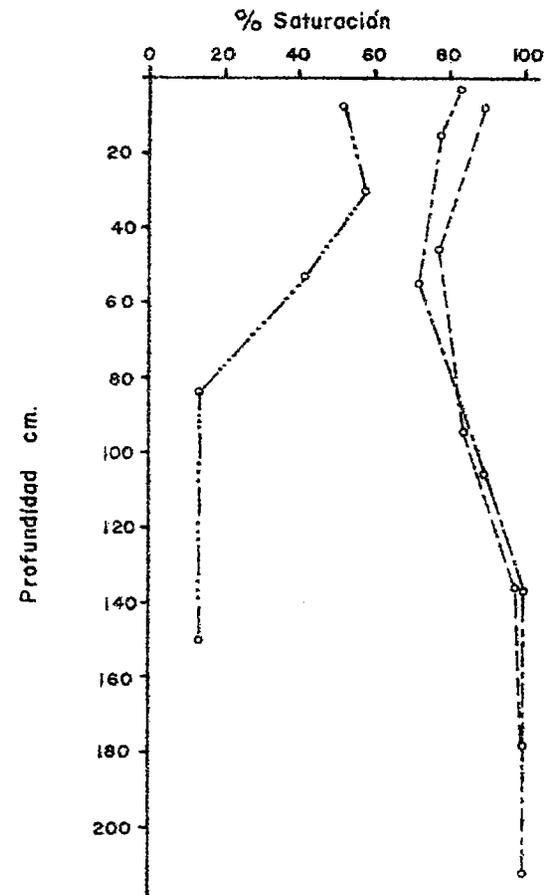
- Serie Guatotal  $Q_0$
- - - Serie San Felix  $Q_1$
- · - · Serie El Tomate  $Q_2$
- · · · · Serie El Zamuro  $Q_3$
- · · · · Serie Maturin  $Q_4$
- + + + + Serie Sabaneta.  $Q_4$



Suelos desarrollados sobre depósitos de napa de limos de desbordamiento.

- Serie Guarapiche  $Q_0$
- - - Serie El Viboral  $Q_2$
- · - · Serie Plantaciones  $Q_3$

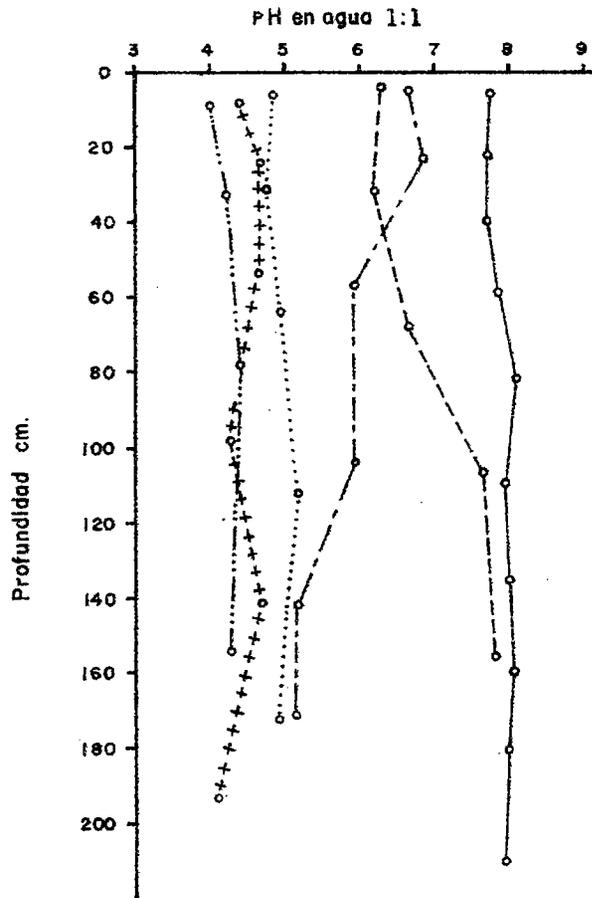
Nota: Los símbolos Q de edad relativa se refieren a la posición estratigráfica de los materiales parentales, a partir de los cuales se formaron las respectivas series de suelos.



Suelos desarrollados sobre depósitos de cubeta de desbordamiento.

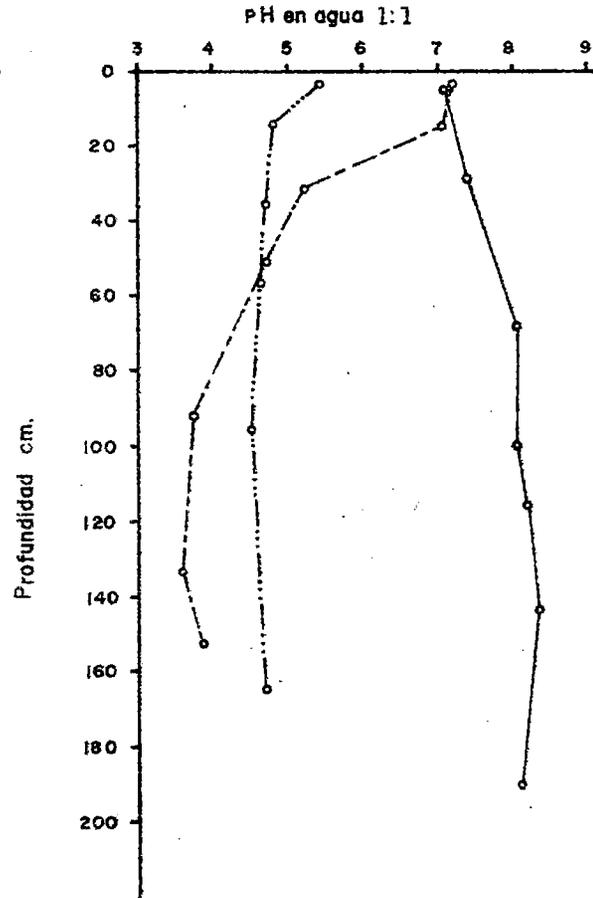
- - - Serie Canaguaima  $Q_1$
- · - · Serie El Bejucai  $Q_2$
- · · · · Serie Cañitos  $Q_3$

# GRAFICO N° 4 - RELACION ENTRE pH Y EDAD RELATIVA



Suelos desarrollados sobre depósitos de explayamiento y albardón de orilla.

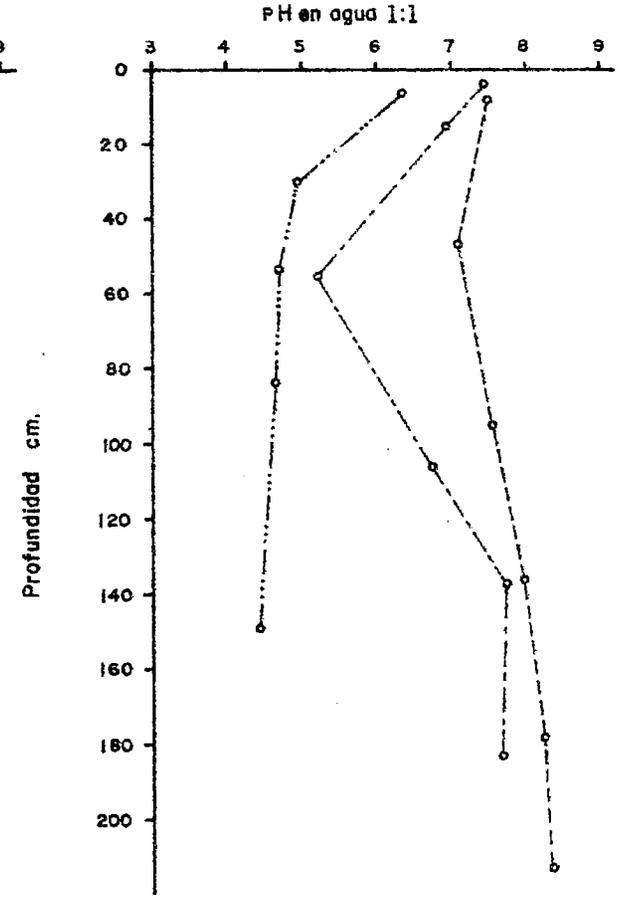
- Serie Guatatal  $Q_0$
- Serie San Felix  $Q_1$
- · - · - Serie El Tomate  $Q_2$
- · · · · Serie El Zamuro  $Q_3$
- · · · · Serie Maturin  $Q_4$
- + + + + Serie Saboneta  $Q_4$



Suelos desarrollados sobre depósitos de napa de limos de desbordamiento.

- Serie Guarapiche  $Q_0$
- Serie El Viboral  $Q_2$
- · - · - Serie Plantaciones  $Q_3$

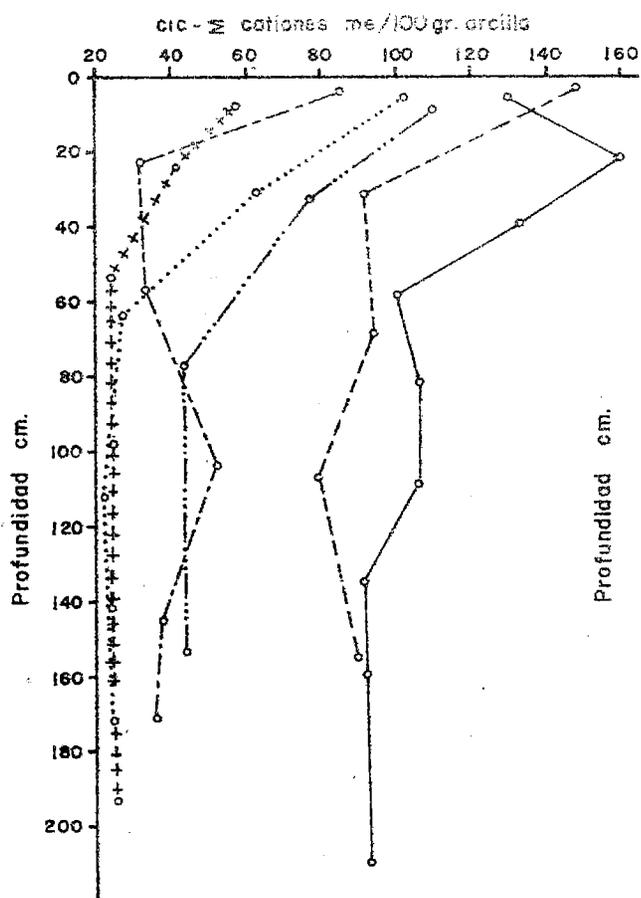
Nota: Los simbolos Q de edad relativa se refieren a la posición estratigráfica de los materiales parentales, a partir de los cuales se formaron las respectivas series de suelos.



Suelos desarrollados sobre depósitos de cubeta de desbordamiento.

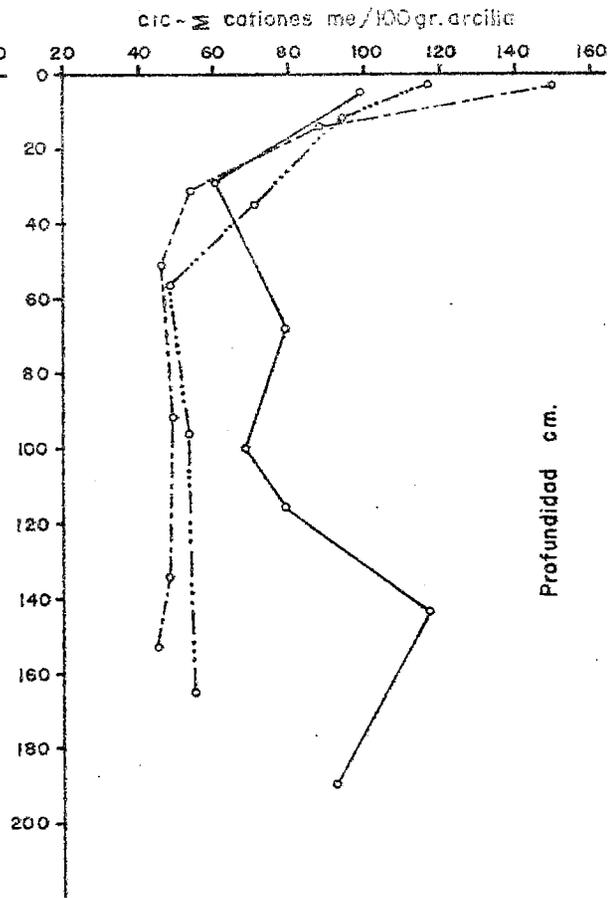
- Serie Canaguima  $Q_1$
- Serie El Bejucaí  $Q_2$
- · - · - Serie Cañitos  $Q_3$

# GRAFICO Nº 5 - RELACION ENTRE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO Y EDAD RELATIVA



Suelos desarrollados sobre depósitos de explayamiento y albardón de orilla.

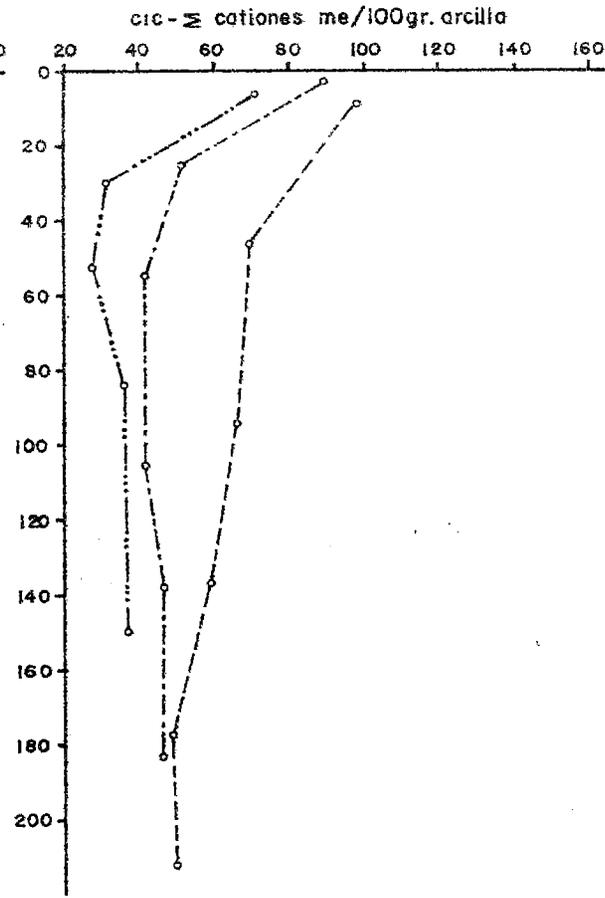
—	Serie Guatotal	Q <sub>0</sub>
- - -	Serie San Felix	Q <sub>1</sub>
- · - · -	Serie El Tomate	Q <sub>2</sub>
· · · · ·	Serie El Zamuro	Q <sub>3</sub>
· · · · ·	Serie Maturin	Q <sub>4</sub>
+ + + +	Serie Sabaneta	Q <sub>4</sub>



Suelos desarrollados sobre depósitos de napa de limos de desbordamiento.

—	Serie Guarapiche	Q <sub>0</sub>
- - -	Serie El Viboral	Q <sub>2</sub>
- · - · -	Serie Plantaciones	Q <sub>3</sub>

Nota: Los símbolos Q de edad relativa se refieren a la posición estratigráfica de los materiales parentales, a partir de los cuales se formaron las respectivas series de suelos.

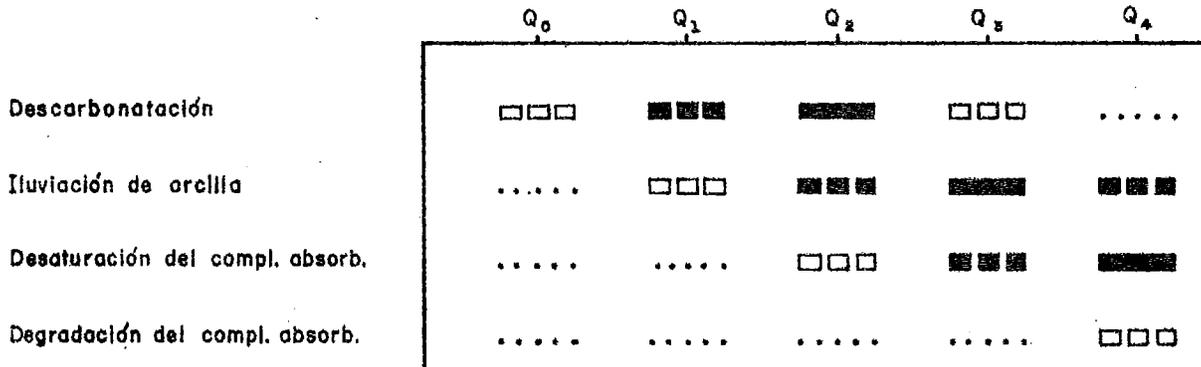


Suelos desarrollados sobre depósitos de cubeta de desbordamiento.

- - -	Serie Canaguaima	Q <sub>1</sub>
- · - · -	Serie El Bejucai	Q <sub>2</sub>
· · · · ·	Serie Cañitos	Q <sub>3</sub>

# GRAFICO Nº 6 - PROCESOS PEDOGENETICOS Y EDAD RELATIVA

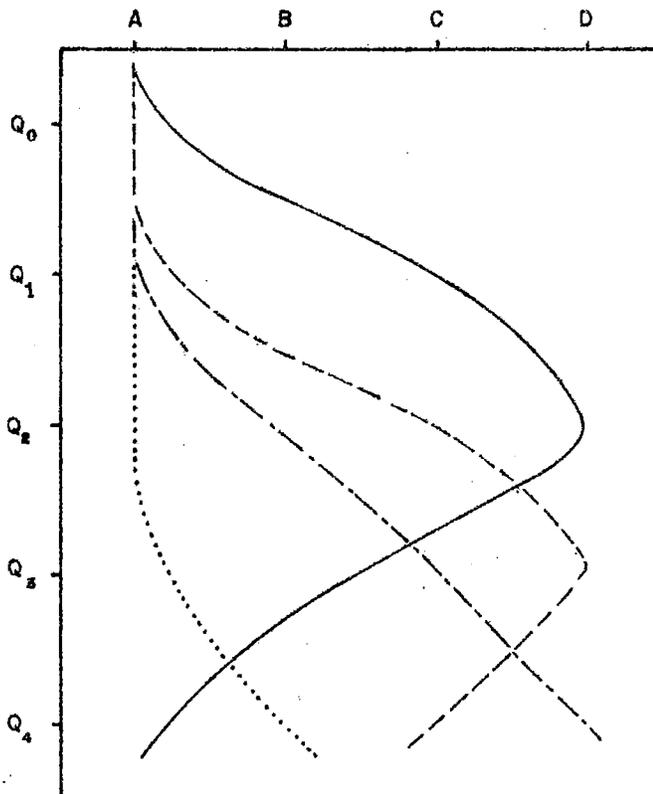
## SUSTITUCION DE PROCESOS PEDOGENETICOS



### Intensidad y fases de actuación de los procesos pedogenéticos

- ..... actuación nula.....: pre- arranque o paralización definitiva.
- actuación debil.....: arranque o paralización mediana.
- ■ ■ actuación moderada.: pre- máximo o paralización incipiente.
- ■ ■ ■ actuación fuerte.....: máximo de funcionamiento.

## DEFASAJE DE LOS PROCESOS PEDOGENETICOS



### Intensidad de actuación de los procesos

- A actuación nula
- B actuación debil
- C actuación moderada
- D actuación fuerte

### Tipos de procesos pedogenéticos

- descarbonatación
- - - iluviación de arcilla (lixiviación)
- · - · desaturación del compl. absorb. (ferruginación)
- ..... degradación del compl. absorb. (ferralitización)

Nota : los presentes gráficos se refieren a los procesos pedogenéticos actuando en el presente en suelos desarrollados sobre depósitos de edades crecientes (símbolos Q) -

## II. - PROCESOS Y CONDICIONES DE FORMACION

El origen de la Form. Mesa es un aspecto tan discutido como el de su edad. La literatura existente revela opiniones bastante divergentes. Según Hedberg y Pyre, la Formación Mesa representa una serie de conos de deyección. González de Juana, por su parte, considera que es producto de una sedimentación deltáica y palustre. En un trabajo reciente, L. Berthois y P. Roa Morales asumen que la mencionada formación se ha realizado en ambiente periglacial y está constituida de material retomado a morrenas. Hay que señalar que los dos citados autores basan sus conclusiones en observaciones realizadas en una extensa formación cuaternaria del Edo. Guárico, que ellos mismos asimilan con la Form. Mesa. La presente confrontación de opiniones es por lo tanto válida, por cuanto se refiere al mismo tipo de material.

Origen aluvial (conos de deyección), origen deltáico y palustre, origen periglacial, he aquí tres interpretaciones genéticas manifiestamente discrepantes, con las cuales se quiere confrontar a continuación los resultados extraídos del levantamiento de suelos realizado en el valle del río Guarapiche. Se intentará primero caracterizar los procesos morfogenéticos que dieron origen a la Form. Mesa, para desembocar así sobre una reconstitución de las condiciones paleogeográficas que presidieron al desarrollo de los mismos.

## A.- Procesos de formación.

Las características de los sedimentos y la organización espacial del sistema deposicional son generalmente buenos criterios para reconstruir los procesos de acumulación.

### 1- Características del material.

#### a) El material basal.

La parte inferior de la Form. Mesa está generalmente constituida por un granzón basal de cantos mal rodados y poco seleccionados. Esta capa basal se presenta uniformemente a través de todo el sector apical, desde el frente de montaña hasta la altura de Jusapín. A partir de allí, pierde su uniformidad espacial y se individualiza en un haz de canales granzonosos.

La profundidad de ocurrencia de este material de cantos y piedras varía en función de la intensidad de la erosión que ha seguido a la elaboración de la Form. Mesa. En los sectores mejor conservados, el granzón basal está recubierto por una napa de explayamiento generalizado (Fa - F/a) de unos 5 a 15 m. de espesor. En los sectores, donde la Form. Mesa ha sido intensamente disectada, la capa fosilizadora ha sido removida y el granzón basal aflora en superficie. En función de estas consideraciones y del espesor global de la Form. Mesa en el sector estudiado, el material basal alcanza comunmente 30 - 35 m. de potencia.

La composición petrográfica es generalmente muy uniforme: piedras y cantos de arenisca, cuarcita y palita esencialmente, reflejando la monotonía litológica de la facies de flysch de la Serranía del Interior.

La disminución de calibre es bastante rápida en los primeros Km. de la deposición, para mantenerse en seguida a un tamaño aproximadamente constante hasta el frente de la acumulación. Así, cerca de la salida de montaña, predomina un granzón grueso (30 - 50 cm.); a unos 15 - 20 Km. aguas abajo, las piedras alcanzan predominantemente 10 - 20 cm. de diámetro, siendo este tamaño aproximadamente el mismo en la parte frontal (cerca de Jusopín).

Estas características permiten definir la capa de granzón basal como - siendo el resultado de un glacis de explayamiento, más bien que de un conjunto de conos de deyección; ausencia de configuración de conos, plano inclinado generalizado, ausencia de ejes de cono, poco desgaste y relativamente pequeña disminución de calibre del material.

El gran volumen y grosor del material, sucediendo a depósitos esencialmente finos y marinos (margas del Plioceno) confieren a esta parte de la Formación Mesa un carácter de acumulación catastrófica. Es a vincular, por lo tanto, con una importante ruptura del equilibrio bioclimático que se sitúa entre los fines del Terciario y principios del Cuaternario. De manera más precisa, esta capa de granzón basal se relaciona directamente con el momento en que se produjo la ruptura, debido a su carácter torrencial. En cambio, la cobertura fosilizadora, más fina (Fa - FAa), correspondería más bien a una cier

ta regularización de las condiciones rexiistáticas.

b) El material de cobertura.

El material de cobertura es generalmente fino (-2 mm.). Ocasionalmente, puede estar mezclado con gránulos angulosos de 2 - 5 mm. Raras veces, - ocurren pequeños lentes de piedritas de 1 - 2 cm. con aristas quebradas. En - alrededor de 500 chequaos, correspondientes a una superficie de aproximadamente 40.000 Ha., el material parental de los suelos levantados presenta invariablemente las mismas características texturales: Fa - FAa. El espesor de - esta cobertura es función de las profundidades al granzón basal, indicadas anteriormente (5 - 15 m.).

Las características fundamentales del manto superficial, susceptibles de informar sobre los procesos deposicionales, pueden ser resumidas como sigue:

- débil selección granulométrica: el porcentaje de arena total se situa generalmente entre 45 - 60%, con una predominancia de arena media y fina (alrededor de 35 - 50%). El resto del material está constituido esencialmente por arcilla. Una tal composición granulométrica muestra una evidente tendencia bimodal, con dos picos correspondientes a las clases granulométricas extremas. Esto podría ser interpretado - como siendo el resultado de una progresión del material por saltos sucesivos, a través de surcos de escurrimiento (rills) de alta competencia momentánea y de funcionamiento esporádico (regimen pluviométrico)

co muy irregular con fuertes chaparrones). Al cesar la tormenta, se paraliza el escurrimiento, quedándose la arcilla atrapada en los intersticios que separan los granos de arena. Cada aguacero determina una nueva progresión del material, retomando los depósitos anteriormente abandonados. En tales condiciones hidrodinámicas no puede haber selección granulométrica. Las curvas acumuladas, establecidas a título de ensayo por falta de datos adecuados (resultados de análisis de calicatas), corroboran esta conclusión, al evidenciar una tendencia logarítmica.

- baja proporción de limo: contrariamente a lo señalado por L. Barthois y P. Roa Morales a respecto de la Form. Mesa en el Edo. Guárico, esta última, en el área de estudio, presenta generalmente porcentajes - muy bajos de limo: 10 - 15%. Esto revela que el desplazamiento de los sedimentos se realizó en un ambiente de transporte desfavorable a un fraccionamiento mecánico fino (solamente macro-fraccionamiento, devido a fracturación de las piedras por choques): un régimen no permanente, sino esporádico, lo que viene a coincidir con la conclusión al punto anterior (régimen de rills).

- poco desgaste del material: el material grueso, gránulos y piedritas, de los lentes interestratificados con los depósitos más finos, no muestra ninguna evidencia de desgaste. Las aristas son angulosas y se - mantienen así desde la salida de la montaña (San Félix) hasta la al-

tura de La Pica, en una distancia de aproximadamente 100 Km. Paralelamente, la disminución de calibre en función de la distancia de transporte es casi nula. El material presenta invariablemente las mismas características texturales. Esto se compagina con las conclusiones anteriores: progresión de los sedimentos por saltos sucesivos y esporádicos y ausencia de remodelación permanente del material.

Esquemmatizando al extremo, la composición granulométrica de los depósitos, que integran la Form. Mesa, parece ser el reflejo directo de la naturaleza litológica de la Serranía del Interior (flysch). La presencia casi exclusiva de arenas y arcillas indicaría que el transporte no ocasionó sino una simple disociación del material de ablación. No llegó a producir grandes cantidades de limos por ausencia de intensa transformación mecánica, la cual es común en ambiente típicamente fluvial. Esto difiere totalmente con las altas proporciones de limos que caracterizan la mayoría de las acumulaciones cuaternarias posteriores (napas de limos de desbordamiento, cubetas de desborde). Por lo tanto, la Form. Mesa corresponde a un depósito particularmente torrencial.

Todo esto converge para indicar que el escurrimiento no era permanente, sino ocasional. Por otra parte, parece ser que frecuentemente la carga del medio era superior a su capacidad de transporte. En estas condiciones, se impone la conclusión de que la Form. Mesa constituye una extensa acumulación de explayamiento, realizada bajo régimen pluviométrico muy irregular.

## 2- Organización espacial del sistema deposicional.

### a) Tipos de unidades deposicionales.

La uniformidad sedimentológica, mencionada anteriormente, no excluye una cierta diversidad de los ambientes deposicionales. En efecto, por una parte, la larga evolución que ha sufrido la Form. Mesa desde su elaboración hasta el presente ha contribuido largamente a disfrazar la configuración y la topografía de las unidades deposicionales originales. Por otra parte, las condiciones sedimentológicas han sido tales que crearon una notable convergencia textural entre las dos unidades deposicionales que conforman la mayor parte de la Form. Mesa en el área de estudio. Solo una diferencia en cuanto al tipo (no en cuanto al grado) de evolución pedogenática ha permitido identificar y segregalas. Coexistiendo con estas dos, una tercera posición ha podido ser identificada solamente gracias a su exhumación por la evolución de la Form. Mesa posteriormente a su deposición. Estas tres unidades deposicionales originales son las siguientes:

- canales de explayamiento
- napas de explayamiento generalizado
- explayamientos de ruptura

- Canales de explayamiento:

Esta posición se presenta bajo la forma de ejes estrechos (20 - 30 m.) y alargados. El material está constituido por cantos muy mal rodados de arenisca y cuarcita, comprendidos generalmente entre 2 - 10 - cm. de tamaño y mezclados con una matriz arenosa hasta FAa (10 - 15% del volumen). En la mayoría de los casos, este material está indurado por sesquióxidos en forma de coraza conglomerática, en vía de desmantelamiento actual.

Los canales de explayamiento solo afloran muy ocasionalmente, dominando la superficie actual de la Mesa de unos 4 - 5 m. Más generalmente, están a unos 40 - 50 cm. de profundidad, por debajo del velo fosilizador terminal de la Form. Mesa. Por lo tanto, su afloramiento en superficie no es original, sino el resultado de erosión diferencial entre los depósitos sueltos y finos (Fa - FAa) de las napas de explayamiento y el material granzoso y endurecido de los canales rellenados. Su ocurrencia también está limitada al sector troncal del sistema deposicional. Solo aparecen a partir de Jusépin hacia aguas abajo. Esto permite establecer una importante conclusión en cuanto a la estructura longitudinal del sistema deposicional. En particular resalta el hecho de que entre Jusépin y las faldas de la Serranía del Interior, la sedimentación no estaba controlada por ninguna vía de alimentación predominante, por ningún eje distribuidor principal. En este sector (sector apical), la

deposición se realizaba por lo tanto exclusivamente a través de una - extensa napa de explayamiento. Esta observación se compagina con lo notado en otras regiones del país, en particular en la zona comprendida entre los ríos Santo Domingo y Pagüey (Edo. Barinas), donde la - unidad estratigráfica que soporta la Serie Barinas empieza a la altura del piedemonte por una napa de explayamiento generalizado, individualizándose los ejes de explayamiento solo a partir de unos 10 Km. aguas abajo. En cuanto al sector frontal del sistema, no se ha podido identificar su estructura espacial, por estar el mismo fosilizado por - acumulaciones más recientes.

Los canales de explayamiento constituyen la posición fundamental, mátrica, del sistema deposicional, por corresponder a las vías de alimentación del mismo. Sin su presencia, el sistema queda inexplicable. En efecto, por intermedio de los canales, el material progresa - hacia aguas abajo, para distribuirse en el espacio y depositarse en - ambientes receptores adventicios, elaborándose así las napas de explayamiento.

- Napas de explayamiento generalizado.

Ocupan la mayor parte de la Form. Mesa en el área de estudio (más del 50% de la superficie levantada). Su material oscila regularmente entre texturas Fa y FAa. Considerándose la posición alta actual

de los canales de explayamiento como el resultado de una exhumación por erosión diferencial, son las napas de explayamiento las que correspondían originalmente a las posiciones topográficamente dominantes. Con esto está relacionado uno de los factores fundamentales que ha condicionado la evolución de la serie de suelos (Serie Maturín) formada a partir de este tipo de depósitos: el buen drenaje. En efecto, contrariamente a los canales de explayamiento (coraza de acumulación absoluta) y a los explayamientos de ruptura (plintita), el material de las napas de explayamiento no presenta ningún síntoma de mal drenaje actual o antiguo. El tipo pedogenético de la Serie Maturín refleja estas condiciones: este suelo presenta un epipedon óxico y un endopedon argílico en vía de transformación hacia un horizonte óxico (Oxic Paleustults).

- Explayamientos de ruptura.

Solo en algunos raros sitios se ha podido observar las características fisiográficas originales de este tipo de posición: configuración triangular y acoplamiento al punto de disyunción de dos canales de explayamiento. En la mayoría de los casos, estas características originales han sido obliteradas por la evolución morfogenética posterior a la edificación de la forma (erosión). Por otra parte, su identificación se encuentra dificultada por la similitud textural con las napas de explayamiento generalizado: FAa - Fa.

Por tales motivos, se ha recurrido al criterio tipo de evolución pedogenética para identificar y mapear esta unidad. La aplicación de este criterio resulta generalmente eficiente, por cuanto el ambiente de explayamiento de ruptura presenta comunmente condiciones particulares de evolución pedogenética. En efecto, los sedimentos, que salen de los canales debido a ruptura de estos últimos, se explayan por lo general en medios depresionales pre-existentes. La ocurrencia a poca profundidad de un substrato impermeable (material arcilloso de cubeta) favorece la constitución de mesas de agua colgantes. En este tipo de posición, la pedogénesis está por lo tanto fundamentalmente influenciada por condiciones de hidromorfía. Efectivamente, una de las características principales de la Serie Sabaneta, que corresponde a la unidad edáfica desarrollada sobre los explayamientos de ruptura, es la presencia sistemática de una paleoplintita a unos 80 - 120 cm. (Oxic Plinthustults).

Por estar íntimamente relacionado con la presencia de canales de explayamiento, este tipo de posición solamente aparece en el sector troncal, donde la disminución gradual de la pendiente favorece por un lado la individualización de canales en prolongación de la napa generalizada de la zona apical, y por otra parte rupturas en los puntos de difluencia de los canales de explayamiento.

De lo que antecede deriva la conclusión de que la Form. Mesa, con-  
si-  
derada en el sector de estudio, está constituida exclusivamente por depósitos  
de explayamiento. En este caso preciso, el proceso de formación de la men-  
cionada acumulación diverge bastante de las explicaciones genéticas propues-  
tas  
por los autores citados anteriormente. Sin embargo, no se trata de un ca-  
so único, ya que observaciones realizadas por A. Zinck en las Mesas al Sur  
del Edo. Monagas (sector Tamblador - Uracoa) y en las del Edo. Anzoátegui  
(Mesas de La Ceiba y de Guanipa) revelan una dinámica semejante.

b) Procedencia de la acumulación.

Otro aspecto bastante controvertido se refiere a la o las fuentes de emi-  
sión  
del material, que dió origen a la Form. Mesa. La cuestión planteada -  
consiste en saber si este material proviene de la Serranía del Interior situada  
al Norte de la Form. Mesa o, al contrario, del escudo guayanés ubicado al  
Sur.

En ausencia de análisis mineralógicos, relacionando el material de ex-  
playamiento  
con sus dos posibles fuentes de emisión, se dispone de tres crit-  
erios: la topografía, la orientación de la acumulación y la presencia de car-  
bonato de calcio.

- Orientación general del plano topográfico.

En el presente caso, la topografía resulta ser un pobre recurso, por cuanto ésta ha sido ampliamente modificada por perturbaciones tectónicas posteriores a la edificación de la Form. Mesa y por erosión. Sin embargo, en el sector considerado, la topografía presenta una inclinación de conjunto que va de Norte a Sur hasta la altura de Josepñ, para orientarse en seguida hacia el Este. Por otra parte, localmente al pie de la Serranía del Interior, los sectores apicales del sistema de explayamiento penetran en forma de embudos adentro de la masa montañosa, relacionándose por lo tanto directamente con ésta.

- Orientación de los canales de explayamiento.

Un criterio mucho más seguro que la inclinación general de la topografía lo constituye la orientación de los canales de explayamiento, elemento fundamental de la organización espacial del sistema de deposicional de la Form. Mesa. La orientación de estos canales es similar a la tendencia general del plano topográfico: N - S hasta la altura de Josepñ, después W - E. Esto indica que, en el período de construcción de la Form. Mesa, el escurrimiento seguía una dirección relativamente semejante a la actual y, por otra parte, que este escurrimiento provenía de la Serranía del Interior.

- Presencia de carbonato de calcio.

A pesar de la larga evolución que han sufrido los suelos desarrollados sobre material de la Form. Mesa, algunos revelan aún la presencia de  $\text{CaCO}_3$  (-1%). Esta es el caso de la Serie Sabaneta. La Serie Maturín, en cambio, ya está totalmente descarbonatada, debido a sus condiciones extremadamente filtrantes y bien drenadas.

La presencia de  $\text{CaCO}_3$  viene a comprobar la conclusión anterior, relacionando la Form. Mesa con la Serranía del Interior donde abunda este elemento, mientras que el mismo es particularmente escaso en el escudo guayanés.

Esto parece ser el origen de la Form. Mesa en toda una faja - que bordea el pie de la Serranía del Interior desde el río Punceres - (Este) hasta el río Aragua de Nevarí (Oeste). Evidentemente, esto no excluye la hipótesis de que, en el Sur de los Edo. Monagas y - Anzoátegui, los depósitos de Form. Mesa provengan del escudo guayanés por intermedio de un paleo-Orinoco.

B. - Condiciones morfogenéticas.

Estos resultados llevan lógicamente a considerar la Form. Mesa, en el sector estudiado, como siendo un gigantesco sistema de explayamiento, cuyo material procede de la Serranía del Interior. Las características espaciales y sedimentológicas

revelan:

- por una parte, un vigor extremo de la ablación en la Serranía del Interior, deducido del tamaño predominantemente grueso del material (cantos y arenas) y del volumen de la acumulación.
- por otra parte, una extrema torrencialidad de la acumulación: ausencia de conos de deyección de piedemonte, predominancia de arenas y baja proporción de limos, débil desgaste, poca selección granulométrica espacial.

La combinación de estas características permite reconstituir las condiciones morfogénicas que debían reinar entonces.

## 1- Condiciones bioclimáticas.

### a) Condiciones contemporáneas de la edificación de la Form. Mesa.

La dinámica propia a un sistema de explayamiento generalizado excluye la posibilidad de una cobertura boscosa densa. Los canales de explayamiento, detectados gracias a su exhumación, son demasiado rectos como para haber podido desarrollarse en ambiente de bosque denso. Por otra parte, la comparación con regiones del país, donde procesos de explayamiento son funcionales actualmente, aunque en pequeña escala (abanicos y glacis de explayamiento en la periferia de la Depresión de Quibor, Edo. Lara), sugiere la existencia, en el período de acumulación de la Form. Mesa, de una vege

tación rala en formación abierta, probablemente de tipo cardonal o espinar, característica de un clima semi-árido.

b) Condiciones post-Form. Mesa.

La vegetación actual, esencialmente sabana de porte bajo (40 - 50 cm. de alto), de débil grado de recubrimiento (alrededor de 50% en periodo lluvioso) y de gran pobreza florística (paja pelua, *Trachypogon plumosus* (H.B.) Nees, casi exclusiva), se habría instalado posteriormente, como consecuencia de una acidificación progresiva del ambiente edáfico. Por otra parte, un examen un poco más detallado de esta cobertura vegetal revela la existencia de un cierto número de asociaciones fito-edáficas, la cual aboga en favor de la misma hipótesis. En efecto, la sabana presenta diversas facies (sabana limpia y sabana arbórea) y localmente está interrumpida por una formación arbustiva relativamente densa, el chaparral. Cada uno de estos tres tipos de vegetación está asociado e íntimamente relacionado con una determinada unidad edáfica:

- la sabana limpia, constituida casi exclusivamente de paja pelua, con la Serie Maturín, suelo bien drenado, muy filtrante, de baja capacidad de retención de humedad, altamente evolucionado (Ultisol hacia Oxisol), muy ácido, de baja fertilidad natural.

- la sabana arbórea (paja pelua y chaparros diseminados) con la Serie Sabaneta, suelo con condiciones químicas semejantes al anterior, pero caracterizado por una mayor capacidad de retención de agua (plinita arcillosa a + 1 m.).

- el chaparral, formado casi exclusivamente de chaparro (*Curatella americana* (L.)) con los suelos coluviales (Serie Potrerito), originados por truncamiento de la Serie Maturín. Estos suelos se ubican generalmente en hondonadas alargadas (ángulos de basculamiento en forma de goteras disimétricas), que colectan la mayor parte del agua de lluvia escurrida sobre las partes más altas ocupadas por las Series Maturín y Sabaneta. A pesar de su baja capacidad de retención de humedad (texturas muy filtrantes, aF - Fa), los depósitos coluviales parecen gozar de mejores condiciones de alimentación en agua, debido a su posición topográfica y a la presencia entre 50 y 150 cm. de las series citadas anteriormente y truncadas a la altura del Bt (FAa - FA y A según el caso).

En conclusión, todo lleva a pensar que la vegetación actual no es la misma que la existente durante la edificación de la Form. Mesa. Procediendo por comparación con regiones, donde actúan presentemente procesos de explayamiento, se avanza la hipótesis de una cobertura vegetal de cardonales y esoi-nares, relacionada con condiciones climáticas de tipo tropical seco o semi-árido. Posteriormente, la acidificación del ambiente edáfico y también el exceso de drenaje (posición de mesa alta) habrían definido conjuntamente la invasión progresiva de una vegetación de sabana, actualmente degradada por las quemas anuales. Las variaciones locales de la cobertura actual estarían ligadas al factor economía en agua, en condiciones químicas relativamente semejantes.

c) Condiciones pre-Form, Mesa.

Queda abierta una interrogante: qué tipo de vegetación existía antes de la acumulación de la Form. Mesa?. Hubo sustitución de cobertura vegetal, al arrancar el proceso de sedimentación, al igual a lo que pasó después? En realidad, he aquí un falso problema, por cuanto todo el espacio, ocupado actualmente por la Form. Mesa, correspondía al final del Terciario a un ambiente marino, a un mar poco profundo de aguas salobres (techo del grupo Sacacual que infrayace a la Form. Mesa). Si la solución del problema es obvia para el mencionado espacio, la misma no lo es en el caso de la Serranía del Interior. A este respecto se plantean dos interrogantes:

- qué tipo de vegetación recubría el edificio montañoso antes de arrancar el proceso que dio origen a la Form. Mesa?
- qué pasó con esta vegetación cuando empezó a actuar este proceso?

La litología predominantemente fina (lutitas, margas y areniscas) de la Form. Las Piedras (Plioceno) indica que a fines del Terciario la Serranía del Interior estaba cubierta por una vegetación de bosque denso. Los suelos debían ser relativamente espesos y evolucionados para que el arrastre, muy limitado - debido a las condiciones de vegetación boscosa, haya producido casi exclusivamente sedimentos finos. La Form. Mesa, en cambio, está constituida principalmente por sedimentos detríticos y de granulometría gruesa. Esto significa - que el manto edáfico ha sido totalmente arrasado y la roca sana expuesta y -

atacada. Solo un cambio drástico de las condiciones de ablación puede explicar este paso violento de un sistema morfogenético predominantemente químico a un sistema exclusivamente mecánico. La Form. Mesa corresponde, por lo tanto, a una importante ruptura del equilibrio bioclimático. Por situarse - estratigráficamente la misma formación después del Plioceno, esta ruptura corresponde a su vez a la primera oscilación climática del Cuaternario.

Esta explicación, sin embargo, no es totalmente satisfactoria, por cuanto existe una discrepancia notable entre la extensión y el espesor de la Form. Mesa por una parte y la poca altura que presentaba la Serranía del Interior a fines del Terciario, por otra parte. Simultáneamente a la oscilación climática debe haberse producido un importante levantamiento de la Serranía para explicar el violento desencadenamiento morfogenético, que marca el inicio del Cuaternario.

## 2- Condiciones tectónicas.

Efectivamente, los geólogos admiten generalmente que un importante paroxismo tectónico se haya producido a fines del Terciario - inicio del Cuaternario, llevando la Serranía del Interior a una altura relativamente semejante a la actual (1.000 - 1.500 m.; excepcionalmente más de 2.000 m. como en el Cerro Turimiquire 2.595 m.). Este levantamiento trajo como consecuencia la incorporación al edificio montañoso de la parte septentrional de las formaciones acumuladas anteriormente en el mar terciario. El material plioceno participó, aunque debilmente, a la orogénesis, lo que situa esta a fines del Terciario.

Por otra parte, las cumbres redondeadas y suaves que constituyen la superficie culminante de la Serranía indican que, antes del paroxismo tectónico terciario, la masa montañosa acaba de pasar por un largo período de desgaste, rebajando considerablemente el relieve creado en la oportunidad de la orogénesis anterior (final del Cretáceo y comienzo del Eoceno). En estas condiciones de poca altura relativa y de topografía rebajada, "desafilada", el levantamiento precuaternario debía haber sido bastante vigoroso para llevar el conjunto de la Serranía a 1.500 - 2.000 m. Resultó de esto una apreciable diferencia de altura entre la Serranía levantada y el Vorland no o poco afectado por la tectónica. Esta situación debe haber contribuido ampliamente al arranque de la ablación que dió nacimiento a la Form. Mesa. Así se explica, por lo menos parcialmente, el gran volumen de material que constituye esta última.

### 3. Simultaneidad entre oscilación climática y movimiento tectónico.

Es evidente que ninguno de los dos factores considerados (oscilación paleoclimática y paroxismo tectónico) llega a explicar por sí solo el desencadenamiento de la violenta erosión a que corresponde la primera acumulación del Pleistoceno Inferior:

- la explicación tectónica no basta, por cuanto la orogénesis no crea necesariamente condiciones topográficas totalmente adversas al bosque. Actualmente el bosque denso se desarrolla sin dificultades en pendientes muy pronunciadas (45° y más), en el Parque Nacional Turimiquire y en

la selva de Taresén. Otro factor, el factor cambio climático, ha debido intervenir simultáneamente para ocasionar la degradación de la cobertura boscosa y facilitar así el arrastre de material.

- la oscilación climática, a su vez, hubiera sido insuficiente, comparada al volumen de la Form. Mesa, si un potente movimiento orogénico no hubiese creado importantes desnivelaciones entre zona de ablación potencial y zona de recepción.

Con toda evidencia, hubo interferencia de los dos factores. Esta simultaneidad parece haberse producido una sola vez durante el Cuaternario, ya que - las acumulaciones posteriores a la Form. Mesa están muy lejos de alcanzar la potencia de ésta.

No es improbable que la brusca retirada del mar terciario a fines del Eoceno, sin solución de continuidad (extensa acumulación granzonosa de la Form. Mesa suprayacente discordantemente a las margas del grupo Sacacual), se deba a esta conjunción entre perturbación climática mayor y paroxismo tectónico, y no solamente a este último. En esta óptica, la desaparición del mar de la cuenca oriental de Venezuela sería, por lo menos parcialmente, una repercusión directa del descenso mundial del nivel marino al principio del Cuaternario, como consecuencia de la intensa englaciación que han conocido las regiones templadas en este período. Esto está corroborado por el hecho de que el grupo Sacacual ha sido solo ligeramente afectado por el levantamiento. En su mayor extensión, éste se ubica delante del frente de levantamiento. En consecuencia, a pesar de un

indudable basculamiento regional hacia el Este, el factor tectónico no parece poder explicar por si solo el vaciamiento definitivo del mar terciario.

En tales condiciones, la primera oscilación climática del Cuaternario sería aproximadamente contemporánea de la primera glaciación de las regiones templadas, con la instalación de un clima semi-árido.

### C.- Conclusión.

La génesis de la Form. Mesa que acaba de presentarse contrasta bastante con las explicaciones anteriormente propuestas:

- explicación fluvial: en ninguna parte del sector estudiado se ha podido observar los conos de deyección de que hablan Hedberg y Pyre. La Form. Mesa empieza desde el frente de montaña por un plano inclinado de explayamiento generalizado, que nunca llega a simular antiguos conos de deyección. La baja proporción de limos, a su vez, indica que el medio de transporte no ha sido de tipo fluvial.
- explicación deltáica y palustre: hasta el Este de Maturín, donde buza por debajo de sedimentos más recientes, la Form. Mesa nunca muestra ni organización espacial, ni facies de delta. No hay brazos deltáicos, ni cubetas. Las posiciones y los sedimentos de explayamiento son exclusivos.
- Sin embargo, es muy probable que la parte fosilizada, aguas abajo de Maturín, haya pasado progresivamente a un sistema deltáico, como ocurre ha

cia el Este con todas las acumulaciones más recientes.

- explicación periglacial: las observaciones realizadas en la Serranía del Interior no han revelado influencia glacial alguna. No se ha podido detectar las morrenas con que, según L. Berthois y P. Roa Morales, estaría relacionada la Form. Mesa en el Edo. Guárico. Por otra parte, la Form. Mesa en sí no presenta, en el área estudiada, ningún síntoma de eventuales influencias periglaciales.

### III. - EVOLUCION POSTERIOR

Considerada desde un punto de vista muy general, la Form. Mesa presenta una gran uniformidad, a la vez:

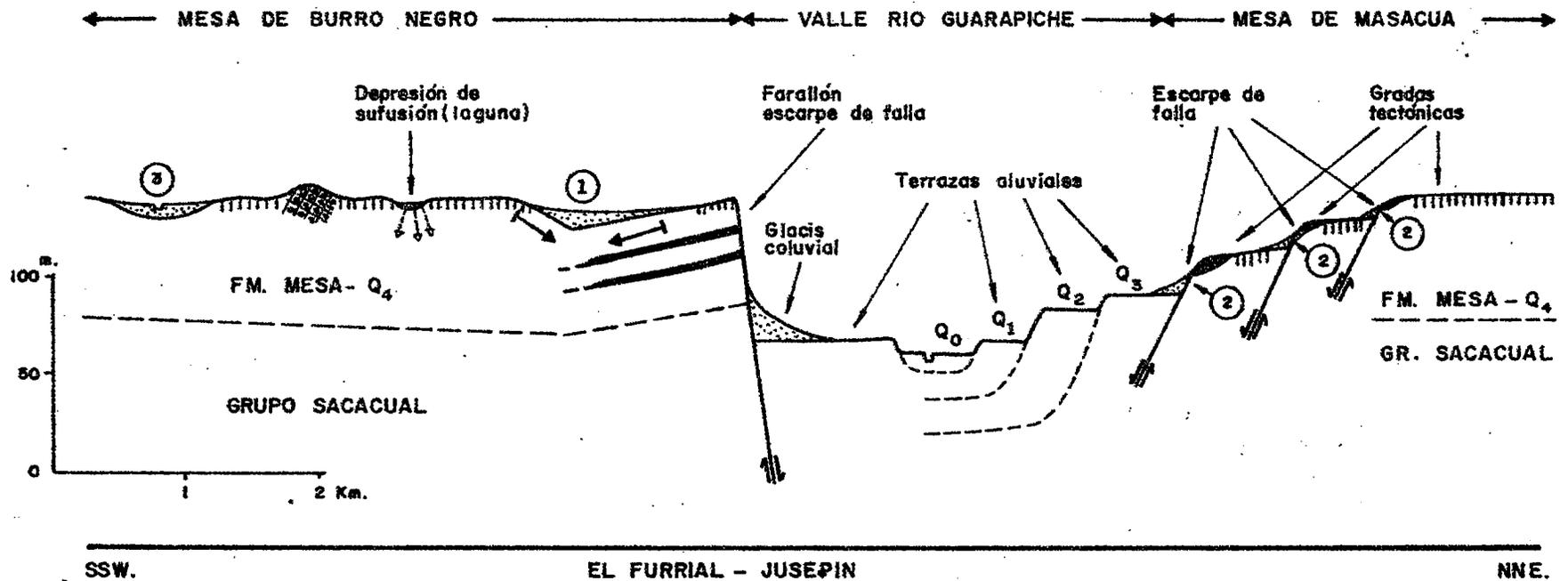
- fitogeográfica: sabana con manchones de chaparral.
- topográfica: inmensa altiplanicie, relativamente plana y entallada por valles profundos, pero bastante distanciados entre sí.
- geomorfológica y sedimentológica: gran sistema de explayamiento, constituido fundamentalmente por tres tipos de unidades deposicionales: canales de explayamiento, napas de explayamiento generalizado y explayamientos de ruptura.
- edáfica: dos series de suelos se dividen la mayor parte del espacio considerado.

Un examen más detallado revela, sin embargo, una apreciable diversidad de unidades geomorfológicas y edáficas. Cuatro categorías de procesos han contribuido básicamente a crear esta diversidad: deformaciones tectónicas locales, procesos de truncamiento de suelos y de coluviación, sufusión y ancoramiento.

#### A. - Daformaciones tectónicas.

Posteriormente a su edificación, la Form. Mesa ha sido afectada localmente por deformaciones tectónicas. Estas se manifiestan por hundimientos alargados y disimétricos, por gradas escalonadas y por basculamientos.

FIG. Nº 3 - VALLE RIO GUARAPICHE - CORTE ESQUEMATICO



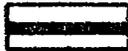
DEPOSITOS DE EXPLAYAMIENTO

-  { Napa de explayamiento (Serie Maturin)  
Explayamiento de ruptura (Serie Sabaneta)
-  Canal de explayamiento exhumado

DEPOSITOS COLUVIALES

-  { ① S. col. de ángulo de basculamiento (Serie Potrerito)  
② S. col. de pie de escarpe de falla (Serie Masacua)  
③ S. cal. de vallecito de erosión regresiva (Serie Pararf)

ENCORAZAMIENTOS

-  Coraza de escarpe de falla
-  Coraza de canal de explayamiento
-  Costra de mesa colgante profunda

TECTONICA

-  Fallo
-  Basculamiento (dirección de basamiento)

## 1- Hundimientos y gradas.

Hundimientos y gradas están interrelacionados, por cuanto constituyen dos aspectos de la misma unidad tectónica.

Sólo la existencia de algunos valles llega a interrumpir la monotonía topográfica de las mesas orientales del país. Este rasgo fisiográfico es particularmente expresivo en la faja de mesas que bordea el frente de la Serranía hasta la altura del río Amana. Al Sur de una línea definida aproximadamente por el valle de este río, los entallas fluviales realizados por los ríos Tonoro, Guanipa, Tigre, Morichal Largo, etc., no constituyen interrupciones brutales del plano de las mesas. Al Norte, en cambio, los valles de los ríos Amana, Guarapiche, Aragua de Maturín y Punceres contrastan singularmente, por su gran profundidad y sus rebordes escarpados, con la topografía plana de las mesas. Estos valles se caracterizan por presentar una notable disimetría transversal. Por ser el más típico, se tomará a continuación el valle del río Guarapiche como ejemplo.

### a) El reborde derecho.

Se presenta sistemáticamente, a lo largo de todo el valle, bajo la forma de un farallón casi vertical. La altura relativa de este reborde con respecto al fondo de valle disminuye paulatinamente desde aguas arriba hacia aguas abajo: alrededor de 150 - 160 m. cerca del frente de montaña y 30 - 35 m. a la altura de Maturín. El carácter rectilíneo del trazado general (lobulado en el detalle por erosión regresiva de fuentes y quebradas) y la presencia de buza

mientos locales en la Form. Mesa, de dirección perpendicular al trazado, de finen este farallón como un escarpe de falla. En la mayoría de los casos, la base de farallón colinda directamente con las acumulaciones más recientes - del valle ( $Q_1$  o  $Q_0$ ).

b) La margen izquierda.

La margen izquierda, en cambio, presenta rasgos fisiográficos totalmen te distintos. Raramente, la Form. Mesa entra directamente en contacto con la vega. Entre la primera y la segunda se intercalan generalmente terrazas aluviales de edad relativa intermedia ( $Q_2$  y  $Q_3$ ). Por otra parte, en este margen, la Form. Mesa no está constituída por un plano único, abruptamente interrum pido por un reborde vertical. Se presenta generalmente bajo la forma de una serie de niveles escalonados y de altura decreciente en dirección al río. Entre cada piso topográfico se interpone un reborde de unos 5 - 10 m. de altura y de trazado general rectilíneo. En las cercanías de Jusepín se identifican por lo menos 4 escalones sucesivos de este tipo. A primera vista, estos niveles po drían ser confundidos con terrazas fluviales de edades crecientes. Sin embargo, el levantamiento edafológico demostró que los mismos suelos (Series Maturín y Sabaneta) están presentes en los 4 escalones. Esta convergencia edáfica y el trazado rectilíneo de los rebordes intermedios indican que se trata de grad as tectónicas, separadas por pequeños escarpes de falla.

Por lo tanto, el origen del valle del río Guarapiche no es de orden flu  
vial, sino tectónico. Corresponde a una fosa tectónica, a un graben alarga  
do, que se divide longitudinalmente en tres tramos absolutamente rectilíneos:

- . N - S desde el frente de montaña hasta Caicara.
- . NW - SE entre Caicara y Jusepín.
- . WSW - ENE entre Jusepín y La Pica, a partir de donde desaparece el  
graben, por buzar la Form. Mesa por debajo de sedimentos más recien  
tes.

Fue la presencia de este cajón, originado por hundimiento tectónico,  
la que condicionó mayormente la organización de la red hidrográfica, tal co  
mo se presenta actualmente. El río Guarapiche nació gracias a la existencia  
de este relieve negativo. El mismo es por así decir un extraño en relación al  
valle que ocupa. Lo remodeló parcialmente con la elaboración de terrazas -  
aluviales.

Cuándo ocurrió el movimiento tectónico que originó el graben que apro  
vechó posteriormente el río Guarapiche? Esta es una pregunta que puede ser  
aclarada con bastante exactitud, utilizándose como criterio de datación rela  
tiva la secuencia de unidades estratigráficas definidas anteriormente (punto I).  
Con toda evidencia, la perturbación tectónica es posterior a la edificación de  
la Form. Mesa. Por otra parte, su ocurrencia es anterior a la terraza más anti  
gua encajonada en el graben y atribuida al  $Q_3$ . Por lo tanto, la fosa tectónica

ca, que drena el río Guarapiche, se realizó entre fines del  $Q_4$  y principios del  $Q_3$ , en un período que corresponde aproximadamente al intervalo  $Q_{3-4}$ .

Esta evolución tectónica no es propia al sector del río Guarapiche. Los valles vecinos (ríos Amana y Aragua de Maturín) presentan una configuración semejante, caracterizada por la misma disimetría entre margen izquierda y - margen derecha.

## 2- Basculamientos.

Posteriormente a su elaboración, la Form. Mesa ha sido perturbada no solamente por la creación de un cierto número de fosas tectónicas, rompiendo la uniformidad del plano deposicional original. Los hundimientos locales tuvieron como resultado de aislar una serie de promontorios que constituyen las mesas actuales. Simultáneamente con la formación de las fosas, estas mesas han sido afectadas - por basculamientos, perpendiculares a la dirección del farallón que constituye el reborde derecho del valle. Los mismos adoptan por lo tanto direcciones diferentes según las variaciones de rumbo del farallón (analizado anteriormente).

Estos movimientos de torcimiento de la Form. Mesa han podido ser comprobados por el buzamiento anormalmente fuerte de una serie de costras ferruginosas (costras peliculares de nivel freático, de 5 - 10 cm. de espesor), que aparecen a intervalos irregulares en el frente del farallón.

## B.- Truncamiento de suelos y coluviación.

### 1- Condiciones ambientales.

Debido al largo tiempo de evolución que ha conocido, la superficie actual de la Form. Mesa evidentemente no corresponde a la superficie del plano deposicional original. Acaba de verse la incidencia directa de la tectónica, deformando la Form. Mesa por hundimientos, gradas y basculamientos. La tectónica tuvo también una influencia indirecta sobre la evolución de la Form. Mesa. En efecto, a través de los cambios de pendiente creados por los basculamientos y por las fuertes desnivelaciones originadas por los hundimientos con respecto a los promontorios (mesas), el factor tectónico ha ampliamente condicionado el desencadenamiento de los procesos de erosión. Naturalmente, en cuanto a sus modalidades de actuación, estos últimos dependen esencialmente de las condiciones bioclimáticas vigentes o antiguas, pero la tectónica creó la topografía inicial favorable al arranque de los procesos de arrastre.

Actualmente, el proceso más activo es el escurrimiento difuso, considerablemente favorecido por las condiciones bio-climáticas vigentes:

- Lluvias fuertes, cayendo en forma de chaparrones violentos, con alta intensidad horaria (30 - 40 mm./hora comunmente).
- bajo grado de recubrimiento de los suelos por una cobertura esencialmente de sabana degradada por las quemas: 50% de recubrimiento en período

lluvioso, pero menos de 10% a fines del período seco, cuando comienzan a caer las primeras lluvias que son las más violentas y que, en estas condiciones de baja protección del suelo, revisten un alto poder morfogenético.

- presencia de una costra de batido generalizada (1 - 5 cm. de espesor), endurecida por la deshidratación de los óxidos de hierro durante el intenso período seco.

En presencia de topografía ligeramente inclinada, estas condiciones bioclimáticas catalizan al máximo el escurrimiento difuso.

Por otra parte, las ondulaciones suaves que se observan actualmente en la superficie de la Form. Mesa no derivan únicamente de los ya mencionados basculamientos. En efecto, por erosión regresiva, determinada a la vez por los hundimientos tectónicos y por las oscilaciones climáticas posteriores a la que dió origen a la Form. Mesa, se entalló toda una serie de pequeños valles en forma de cuna, con fondo cóncavo y rebordes suavemente inclinados. Estas posiciones, ligeramente más bajas en la superficie de las mesas, constituyen los ambientes receptores de las coluviones arrastrados por el escurrimiento difuso, el cual ocasiona en las partes más altas truncamientos de suelos.

## 2- Procesos y resultados.

### a) Truncamiento de suelos:

El truncamiento de suelos puede identificarse a través de los siguientes hechos:

- exhumación de los canales de explayamiento: anteriormente se ha -  
mostrado como, por erosión diferencial, afloran actualmente en super-  
ficies largos y estrechos canales de explayamiento, constituyendo las  
partes más altas de las masas.
  
- truncamiento de la Serie Maturín: la Serie Maturín, desarrollada so-  
bre napas de explayamiento, se encuentra frecuentemente cortada a  
la altura de la parte superior del Bt. Estos sectores corresponden a -  
una fase de erosión de la mencionada serie de suelos, la cual se iden-  
tifica fácilmente en el campo por el hecho de que las características  
propias al horizonte argílico se encuentran a una profundidad de solo  
10 - 15 cm.: color rojo y clay-skins principalmente. Por lo tanto, el  
escurrimiento difuso ha cortado este suelo hasta la altura del Bt, arras-  
trando fácilmente el material suelto de los horizontes superficiales -  
(A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> ócrico) y encontrándose en el presente parcialmente inhibi-  
do por el material más coherente del Bt.

Por otra parte, procediendo por comparación con el desarrollo máximo que presenta en la actualidad el horizonte ócrico de la Serie Maturín, se puede caracterizar y mapear una segunda fase de erosión, menos profunda que la anterior. Normalmente, el horizonte A<sub>2</sub> alcanza espesores de 40 - 50 cm. El truncamiento por erosión difusa lo adelgaza localmente a 10 - 20 cm.

b) Formación de suelos coluviales.

Correlativamente, en las partes ligeramente deprimidas se concentran las partículas arrastradas por el escurrimiento difuso, originándose así suelos coluviales. Según las condiciones ambientales que reinan en el medio receptor, estos suelos presentan características morfológicas diferentes.

- Suelos coluviales en ángulos de basculamiento.

Los basculamientos que afectan las mesas no se presentan como simples torcimientos generalizados y de rumbo uniforme. Lo más frecuentemente, existen inclinaciones tectónicas de dirección opuesta, que se interceptan mutuamente, definiéndose así goteras suaves y alargadas de ángulos de basculamiento. Estos constituyen sectores típicos de recepción y concentración del escurrimiento difuso y de los sedimentos coluviales que aporta. A todo lo largo del reverso del farallón, que delimita el raborde derecho del valle del río Guarapiche, ocurre una posición de esta naturaleza.

En este tipo de ambiente se está desarrollando la Serie Potrerito, suelo coluvial de color marrón claro y de texturas aF - Fa. Este reposa en profundidad (entre 50 - 150 cm. según las variaciones de espesor del manto coluvial) sobre la Serie Maturín o la Serie Sabaneta, ambas truncadas al nivel del horizonte argílico (CIC de 20 - 24 me/100 gr. de arcilla en el Bt truncado y fosilizado, versus 50 me. y más en el material coluvial suprayacente; contacto en volutas, indicando entalle de surcos de erosión antes de la acumulación de los primeros coluviones). Este suelo no presenta mayor desarrollo pedogenético (Typic Quartzipsamments); por sus características físicas y químicas, refleja directamente las propiedades del material de origen - (A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> de las Series Maturín y Sabaneta). Por su débil evolución genética revela que el desarrollo del suelo está contrarrestado permanentemente por la intensidad de la acumulación coluvial (morfogésis y pedogénesis simultáneas y desarrollo pedogenético corrido en el tiempo, Q<sub>0</sub> - Q<sub>3-4</sub>).

- Suelos coluviales de pie de escarpes de falla.

Pequeños glaciares coluviales bordean generalmente los rebordes de falla, que separan las gradas tectónicas de la margen izquierda. Debido a resurgimientos locales de las aguas de lluvia infiltradas en la superficie de los escalones de la Form. Mesa, estos coluviones - han sido parcialmente deferruginados (material blanco de texturas -

aF - Fa). A unos 100 cm. de profundidad, se presenta un duripan silíceo, que podría ser relacionado con flujos de escurrimiento hidodérmico lateral, cargados de sílice disuelta en los suelos desarrollados sobre la Form. Mesa. Reposando sobre el mencionado duripan, ocurren localmente, en las pequeñas ensilladuras que presenta el techo del horizonte indurado por sílice, dos horizontes delgados (0,5 - 2 cm.) y discontinuos de acumulación de materia orgánica y de hierro iluvial (estructura lamelar). Por falta de análisis precisos del Bh y Bir, este suelo coluvial (Serie Masacua) está clasificado provisionalmente en los Oxic Spodic Quartzipsamments.

- Suelos coluviales de colmatación de vallecitos originados por erosión regresiva:

Los pequeños valles de erosión regresiva, que disectan suavemente la superficie de las mesetas, constituyen otra sede de concentración de coluviones. Las texturas del material son semejantes a las de los suelos anteriores: predominantemente aF. Pero en este caso preciso, los coluviones han sido totalmente deferruginados, primero durante el transporte en los filetes de agua del escurrimiento difuso\* y en segui

---

\* Observaciones realizadas en el campo demuestran que una distancia de transporte de 300 - 400 m. es suficiente para deferruginar parcialmente el material coluvial durante el desplazamiento por el escurrimiento difuso.

da en las condiciones hidromórficas oligotrofas del medio receptor. Debido a las condiciones de mal drenaje (morichales de mesa), el nivel freático aflora en superficie durante la mayor parte del año, ocasionando una importante acumulación de materia orgánica (3 - 5% de carbono orgánico hasta 35 cm. de profundidad). La Serie Pararí es representativa de este tipo de evolución pedogenética en suelos coluviales formados por retomada de material perteneciente a la Form. - Mesa (Oxic Aquodic Quartzipsamments).

En consecuencia de estas observaciones, no hay duda de que la aparente uniformidad edáfica de la superficie de las mesas no es nada más que una ilusión. Las tres unidades deposicionales y edáficas, originadas por coluviación, ocupan entre 20 - 30% de la superficie actual de las mesas.

Muy localmente por cierto, pero con alta expresividad fisiográfica, - ocurren algunos fenómenos, los cuales, a su vez, comprueban la diversidad real de esta superficie: se trata de la presencia de depresiones de sufusión y de ancorazamientos ferruginosos.

## C. - Depresiones de sufusión.

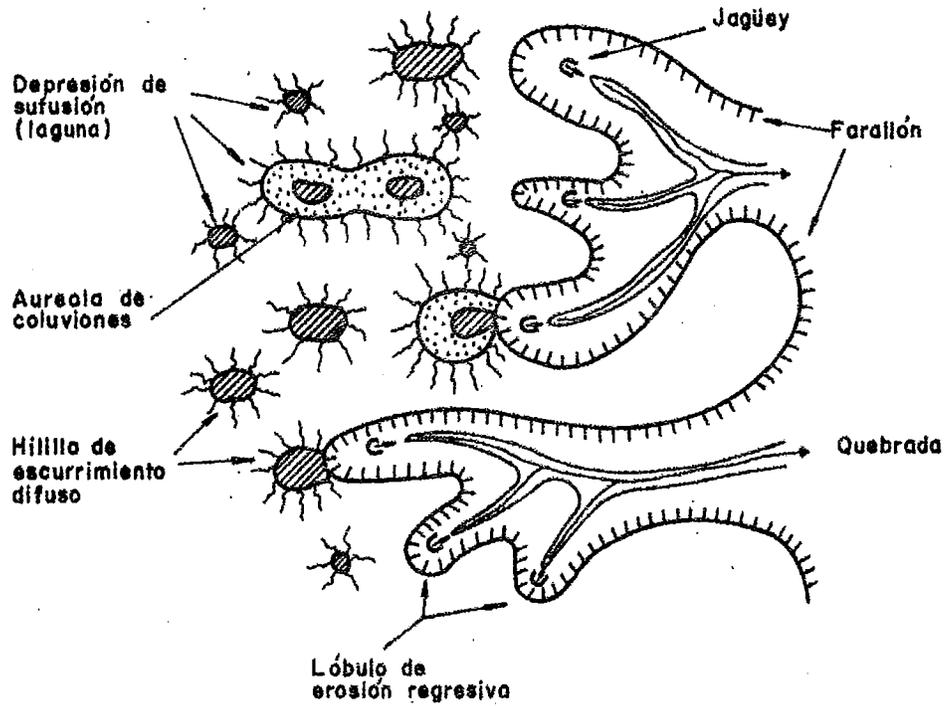
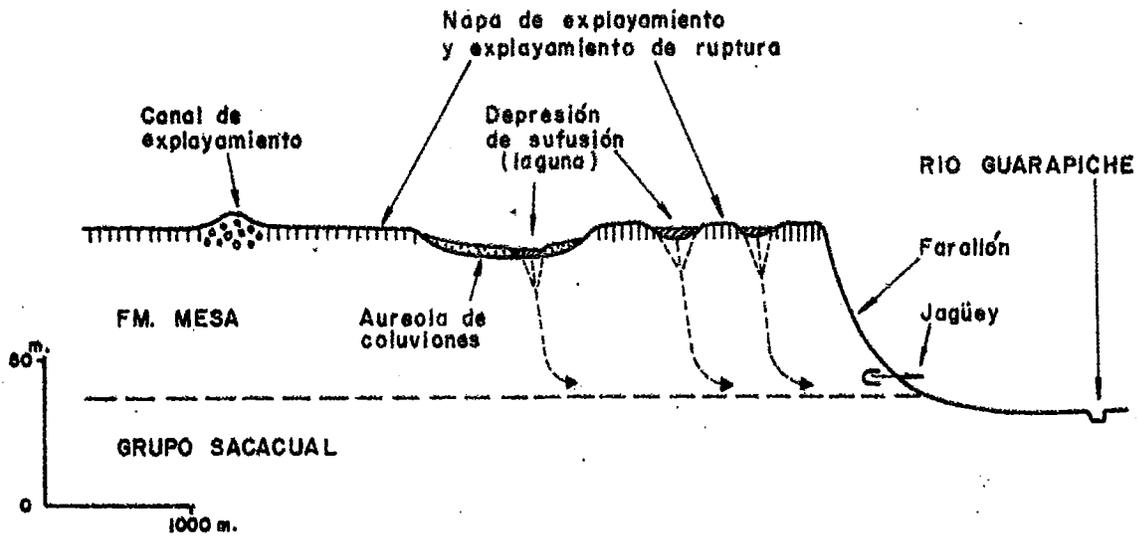
### 1- Características generales.

Una de las características fisiográficas más resaltantes de las mesas es la presencia de una densa red de pequeñas depresiones, con diámetro de 50 hasta 500 m. Los tamaños más frecuentes oscilan entre 100 y 200 m. de diámetro. La configuración es aproximadamente circular, a veces ovalada y más raramente en forma de 8 (coalescencia de dos depresiones). Los rebordes son abruptos, cuando las depresiones tienen agua permanente; suaves, cuando están rellenas por coluviones. La profundidad varía en el mismo sentido: las más profundas, hasta 7 - 8 m., corresponden al primer caso; las del segundo tipo no pasan de 1 - 3 m. de profundo.

### 2- Proceso y su funcionamiento.

La distribución espacial particular, que presentan estas depresiones, es susceptible de informar sobre su proceso generador. Lo que más llama la atención son sus densas concentraciones locales. Esta proliferación local está generalmente relacionada con la proximidad de una serie de profundos valles, los cuales, en forma de cañones con caídas abruptas y alturas relativas de 80 - 100 m., entallan las mesas a partir del nivel de base local, que constituye la vega actual del río - Guarapiche. Cada uno de estos valles laterales se termina por un haz de digitaciones lobuladas, con cabeceras casi verticales y permanentemente alimentadas por jagüeyes, que drenan las aguas de lluvias infiltradas en la superficie de las mesas

FIG. Nº 4 — PROCESO DE SUFUSION



W.

E.

(lavakas de la margen izquierda del valle del río Guarapiche, principalmente en tre Josepín y Maturín). En otros casos, las mayores concentraciones colindan dirac tamente con la proximidad del farallón de la margen derecha del valle. Este pre senta entonces un trazado perfectamente lobulado, en forma de hoja de trébol, y relacionado con una serie de fuentes permanentes (sector de Viento Fresco). En - ambos casos, las mencionadas depresiones están estrechamente vinculadas con re surgimientos localizados de aguas, que cargan altas concentraciones de sesquióxídos. En consecuencia, las depresiones que salpican localmente las mesas, serían el resultado de hundimientos locales por pérdida de substancias (principalmente - hierro y probablemente arcilla), arrastradas en profundidad por las aguas de infiltrac ión y exportadas por los resurgimientos, donde precipitan al llegar al aire libre (cantos revestidos por pátinas ferri-argilánicas). Este proceso se denomina ge neralmente por el término de sufusión\* .

Queda por resolver una interrogante que se plantea inevitablemente: por que actúa el proceso de sufusión en un determinado sitio y no en otro, vecino, que apa rentemente presenta las mismas condiciones (uniformidad del material de la Form. Mesa)? Hay que señalar primero que existe indudablemente una cierta competen-

---

\* Del latín "suffusio", percolación de una solución extravasada a través de un ambiente filtrante. Corresponde a la expresión de "Suffosion tropicale" de - J. Tricart, en Le modelé des régions chaudes. Forêts et savanes. SEDES, Paris, p. 236.

cia entre las depresiones, limitando el número de individuos por unidad de superficie a una densidad óptima, definida por la cantidad de agua de percolación necesaria para que el proceso sea activo. Por otra parte, no se encontraron pruebas, relacionando el proceso de percolación puntual con eventuales micro-fracturas, ligadas al escarpe de falla que constituye el farallón. También hay que eliminar la hipótesis de grietas concentrando localmente el escurrimiento, por ser el material de la Form. Mesa demasiado grueso, sin posibilidad de estar sometido a alternancias de expansión y retracción. En estas condiciones, la explicación más plausible consiste en considerar las irregularidades de la superficie deposicional original, las cuales siempre existen en las napas de explayamiento, como los sitios más susceptibles de concentrar las aguas del escurrimiento superficial y de constituir los puntos de arranque inicial del proceso. En las condiciones topográficas actuales, no hacen falta pequeñas hondonadas como punto de partida de la sufusión.

### 3- Condiciones de funcionamiento.

La distribución espacial particular de las depresiones de sufusión informa sobre las modalidades de funcionamiento del proceso. También revela las condiciones necesarias para que este proceso pueda arrancar y desarrollarse. Estas condiciones son las que se exponen a continuación.

a) Condiciones bio-climáticas.

Según los casos descritos hasta el presente en el país, el óptimo climático corresponde a un régimen de clima tropical húmedo, caracterizado por una pluviosidad anual de 1.000 - 1.300 mm. y un período lluvioso de 6 - 8 meses al año. En los mismos casos, las depresiones de sufusión están sistemáticamente asociadas con vegetación de sabana, la cual está ligada a las condiciones edáficas (pronunciada acidéz), más bien que con las condiciones climáticas (en los mismos sectores existe bosque, asociado con suelos más recientes y más fértiles).

Estas son las condiciones bioclimáticas del área estudiada y también de ciertos sectores de los Llanos Occidentales del país, donde han sido descritas depresiones de mismo origen\*.

Condiciones más extremas que éstas impiden el desarrollo del proceso por razones opuestas:

- en zonas más secas, no hay suficientemente precipitaciones para alimentar la sufusión.
- en zonas más húmedas, las altas precipitaciones favorecen el desarrollo de bosque denso, que por la simple presencia física de árboles impide

---

\* Alfred Zinck y Pedro Stagno "Estudio edafológico de la zona Santo Domingo - Pagüey, Edo. Barinas - M.O.P., Guanare, 1.966.

pide la formación de las depresiones, y/o el exceso de lavado, que ocasiona una obturación rápida de los conductos de percolación.

b) Condiciones de material.

- Condiciones del material de cobertura.

Una primera condición, imprescindible, debe ser realizada para que la sufusión pueda procesarse: la presencia de material filtrante y suficientemente permeable para no paralizar progresivamente el proceso por relleno de los conductos que sigue el escurrimiento interno. Según las observaciones realizadas en la zona del río Guarapiche, que confirman las hechas en la zona de Barinas, las texturas más favorables oscilan entre aF, Fa y FAa. En efecto, este grupo textural corresponde generalmente a sedimentos altamente filtrantes y que, a la vez, poseen una cantidad suficiente de elementos finos (arcilla), que pueden entrar en solución, para ser arrastrados por la sufusión. Texturas más gruesas o más finas son desfavorables, por incluir las primeras pocas sustancias arrastrables, y las segundas por presentar poca permeabilidad. Estas condiciones texturales relacionan la sufusión con unidades deposicionales del tipo explayamientos. En la zona de Barinas, existen algunas depresiones de sufusión en napa de limos de desbordamiento (Serie Gáspari), las cuales no pasan de 50 - 100 m. de diámetro (contra 200 - 300 m. en los ejes de explayamiento de la Serie Barinas). Este po-

dría ser considerado como un caso extremo de posibilidad.

- Condiciones de substrato.

Una segunda condición, relacionada con material, es necesaria: la presencia de un substrato relativamente impermeable, para que el agua infiltrada pueda resurgir. Si no existe escurrimiento lateral del flujo interno, el material fino arrastrado se deposita en profundidad y, por repercusión ascendente, bloquea progresivamente el proceso. En la zona del río - Guarapiche, esta condición está perfectamente realizada, por ocurrir a una profundidad de 40 - 50 m. un substrato impermeable de margas terciarias. - El contacto entre éstas y la Form. Mesa suprayacente es particularmente favorable al mantenimiento del proceso por largo tiempo, primero por corresponder este contacto a una superficie de erosión suavemente inclinada (escurrimiento lateral) y, en segundo lugar, por realizarse el contacto por intermedio de una capa de granzón basal (excelente acuífero).

Procediendo otra vez por comparación con la zona de Barinas, se observa que ésta presenta condiciones de material relativamente similares. En efecto, por debajo de una acumulación de explayamiento de  $Q_2$ , en la cual se desarrolla la sufusión, se extiende un substrato aluvial impermeable de cubeta generalizada ( $Q_3$ ). En este caso, la potencia del material filtrante de cobertura varía entre 10 m. y 20 m. Aguas abajo (sector de - San Silvestre), donde se adelgaza el sistema de explayamiento de  $Q_2$ , de

saparecan las depresiones de sufusión.

En consecuencia, conjuntamente con la condición de permeabilidad, debe estar realizada también una condición de espesor del material de cobertura. Inversamente, el substrato impermeable no debe estar demasiado cerca de la superficie.

c) Condiciones topográficas.

- Topografía general.

Una topografía general demasiado inclinada impide el desarrollo normal de la sufusión, por favorecer el escurrimiento superficial al detrimento de la infiltración. Condiciones topográficas ideales serían las de un plano de explayamiento generalizado original: 1 - 2% de inclinación. Estas eran las condiciones que presentaban inicialmente tanto la Form. Mesa como el explayamiento  $Q_2$  de Barinas, inmediatamente después de su elaboración. Sin embargo, una topografía ligeramente ondulada, como la de las masas actuales, no es adversa, por favorecer la concentración del escurrimiento difuso en ligeras hondonadas. El funcionamiento actual de numerosos jagüeyes al pie del farallón, que delimita la margen derecha del valle del río Guarapiche, comprueba que el proceso es todavía activo.

- Topografía local.

La traslocación interna de sustancias finas en solución llevaría a una rápida colmatación de los conductos, si el escurrimiento no pudiese resurgir rápidamente al aire libre. Esta condición parece ser tan fundamental como la de clima y material, ya que las depresiones se concentran generalmente cerca de una ruptura de relieve importante, que precisamente favorece la salida del escurrimiento interno.

Por lo tanto, la superficie sobre la cual actúa la sufusión debe estar interrumpida frecuentemente por rebordes abruptos y relativamente profundos, por lo menos para aflorar el substrato impermeable. Estas condiciones están perfectamente realizadas en las mesetas que acompañan ambos márgenes del valle del río Guarapiche.

d) Condiciones geocronológicas.

Hasta el presente, no se han identificado en el país depresiones de sufusión en material de  $Q_1$ . La acumulación más reciente afectada por este proceso corresponde al  $Q_2$ . En las condiciones actuales de la investigación, es imposible afirmar que  $Q_2$  corresponde a un umbral para la formación de este tipo de depresiones. En efecto, es muy probable que la ausencia de sufusión en material de  $Q_1$  sea debida tanto por lo menos al poco espesor (máximo de 10 m. cerca del piedemonte; 1 - 2 m. en general), a la posición baja y a la presencia de bosque denso, como a la edad reciente de las acumulaciones.

De todos modos, el factor tiempo parece desempeñar un papel fundamental, por cuanto el tamaño de las depresiones es de lejos superior en la Form.

Mesa ( $Q_4$ ) que en el explayamiento de  $Q_2$  de la zona de Barinas:

- en  $Q_4$ : diámetro máximo de 500 m.

- en  $Q_2$ : diámetro máximo de 300 m.

e) Calidad del agua de su fusión.

El ambiente edáfico de la Form. Mesa es extremadamente ácido: pH de 4 - 5; saturación en bases inferior a 20% (9 - 14% en la Serie Maturín). Correlativamente, la acidéz intercambiable es alta, constituida probablemente en su mayor parte por  $AL^{+++}$ , como es de esperar en suelos de avanzado grado pedogenético. Por otra parte, la materia orgánica producida por la paja pelua (*Trachypogon plumosus*) es particularmente ácida. Un análisis de valor nutritivo, realizado por Mauricio Ramfa, demuestra que esta especie presenta - muy bajo contenido de calcio\*. La relación C/N alcanza un valor de 21,31 entre 0 - 11 cm. de profundidad en la Serie Maturín, para subir a 28 - 35 has

---

\* Mauricio Ramfa - Las sabanas de Apure - M.A.C., Caracas, 1.959. En el cuadro de la página 33 perteneciente a esta publicación, figura un análisis de la paja saeta (*Trachypogon plumosus*), con los siguientes valores de composición: 6,22% de proteína; 2,99% de grasa; 33,42% de fibra; 53,15% de carbohidratos; 0,12% de calcio; 0,09% de fósforo.

Según la misma fuente, el gamelotillo (*Paspalum plicatulum*) tiene 7 veces más calcio que la paja pelua; la hierba pará (*Panicum purpurascens*) 4 veces más; la granadilla (*Panicum fasciculatum*) cerca de 3 veces más.

ta una profundidad de 80 cm. En estas condiciones de mull oligotrofo, la mineralización de la materia orgánica es lenta y el complejo árgilo-húmico particularmente inestable. Al percolar a través de este ambiente ácido, las aguas de infiltración adquieren un alto poder de disolución. Lo mismo lo indica la presencia del duripan silíceo, antes mencionado, que ocurre en el suelo coluvial de la Serie Masacua y que ha sido interpretado como siendo el resultado de un enriquecimiento absoluto en sílice por el escurrimiento interno lateral, proveniente de los suelos de la Mesa.

En ausencia de datos precisos, puede concluirse que las aguas que percolan a través del material pedogenizado de la Form. Mesa, son muy ácidas y revisten por lo tanto un carácter de alta agresividad. En estas condiciones no es de extrañar que, al llegar al contacto con el material no pedogenizado, infrayacente a los suelos, las aguas de infiltración sean capaces de arrastrar grandes cantidades de sustancias finas. La pérdida de material, exportado por las fuentes, ocasiona un aumento del espacio poroso de la formación, lo que tiene como resultado de provocar asentamientos internos y, por repercusión, hundimientos superficiales locales, de que las depresiones de sufusión son la expresión fisiográfica.

Si la acidéz del ambiente edáfico influye sobre el proceso de sufusión, tal como se acaba de mostrarlo, se aclara al mismo tiempo la vinculación de este proceso con la edad relativa del material, tal como se ha intentado sugerirlo al hablar de las condiciones geocronológicas. En efecto, la secuencia

de generaciones de suelos, establecida en el presente trabajo, muestra claramente que la acidificación progresiva del ambiente edáfico es directamente función del tiempo de evolución\*. Ahora bien, en el sector considerado, las depresiones de sufusión sólo existen en material de  $Q_4$ . Quiere decir ésto que el desarrollo de la sufusión exige condiciones extremas de acidificación? La respuesta es negativa, por cuanto en la zona de Barinas este proceso es funcional desde el  $Q_2$ . Simplemente, en el sector del río Guarapiche, la sufusión no puede procesarse en las acumulaciones posteriores al  $Q_4$ , a pesar de presentar éstas ambientes edáficos ácidos, principalmente sobre material de  $Q_3$  y  $Q_2$ , por ser adversas las condiciones topográficas y fitogeográficas: terrazas estrechas y cobertura boscosa, antes de deforestación relativamente reciente.

De lo que antecede, se saca fácilmente la conclusión de que cada caso de sufusión debe ser analizado específicamente. Si los factores generales de la sufusión pueden ser resumidos a los que se presentaron, las modalidades de combinación, sin embargo, varían en función del contexto de condiciones naturales propias a cada región. Un determinado factor puede así intervenir localmente con más peso que los otros.

---

\* Esta relación no debe ser generalizada abusivamente. En ciertos sectores de los Llanos Occidentales, en particular en una amplia zona comprendida aproximadamente entre los ríos PagUey y Arauca, existen suelos recientes ácidos, por desarrollarse sobre depósitos aluviales provenientes de formaciones sedimentarias muy pobres en bases.

D.- Encorazamientos ferruginosos.

La formación de corazas ferruginosas es un proceso local en la superficie de la Form. Mesa. Estas ocurren principalmente en dos posiciones distintas: en los escarpes de falla de la margen izquierda del valle y en los canales de explayamiento. En ambos casos, el origen de la coraza está relacionado con una acumulación absoluta - de hierro, traído al estado ferroso mediante una mesa de agua y precipitado por oxidación al estado férrico (corazas de mesa de agua). Si el proceso es semejante, las modalidades de formación son, sin embargo, distintas. Ocurre, además, un tercer - tipo de origen semejante (acumulación absoluta), pero más lejanamente relacionado con la evolución superficial de la Form. Mesa: costras profundas, originadas por mesas colgantes superpuestas.

1- Coraza de escarpe de falla.

Este tipo de coraza está limitado a los escarpes de falla, que separan las - gradas tectónicas de la margen izquierda del valle del río Guarapiche. A unos - 100 m. del abrupto, mesa adentro, ya no existe. Está por lo tanto reducido a una estrecha faja que acompaña el reborde de los escalones. También está intimamente vinculado con la presencia, en la superficie de la mesa, de la Serie Sabaneta, la cual presenta a + 1 m. de profundidad una plintita relativamente impermeable, contrastando con el material filtrante de los horizontes subyacentes ( $A_2$  ócrico de textura aF - Fa).

Esta ubicación preferencial relaciona lógicamente la coraza con el escurrimiento lateral de una mesa de agua temporaria, sostenida por la plintita de la Serie Sabaneta y drenando las aguas de infiltración en período lluvioso. El afloramiento de la mesa al aire libre, en el reborde de las gradas, provoca la precipitación del hierro y la induración consecutiva del material receptor. Según los sitios, este medio de acumulación es arenoso o granzonoso:

- medio receptor arenoso: este caso se realiza cuando el escarpe de falla recorta y hace aflorar en el reborde el material de la Serie Sabaneta, como por ejemplo al Este de Caicara. La coraza se forma entonces por concremento en masa del horizonte  $A_2$  ócrico, suprayacente a la plintita (coraza arenosa).
- medio receptor granzonoso: ocasionalmente, en los escarpes de falla de mayor salto, llega a aflorar el granzón basal en el reborde del escalón (proximidades de Juseñ). La coraza presenta entonces una textura conglomerática (coraza conglomerática).

El proceso, que origina este tipo de costra de frente de reborde, es a la vez antiguo y actual. Originalmente, ha debido comenzar con la formación de los escarpes de falla en el período  $Q_{3-4}$ . Actualmente, el techo de las corazas está en vía de dismantelamiento por erosión superficial, originando amontonamientos de bloques caóticos (arrecifes). Sin embargo, al pie de los escarpes funciona en el presente toda una serie de pequeñas fuentes (con alta carga de hie-

ro), permanentes algunas, temporarias en su mayoría. Esto comprueba que el proceso es todavía activo, procediendo por agradación de la base de la coraza.

## 2- Coraza de canales de explayamiento.

El segundo tipo de coraza corresponde a una induración del material granzoso, que rellena los canales de explayamiento. En este caso, el hierro ha sido traído por el propio eje de alimentación del sistema deposicional. Debido a la posición alta actual de los canales de explayamiento (exhumación por erosión diferencial e inversión de relieve) y también al descenso del nivel de base consecutivamente a los hundimientos tectónicos de  $Q_{3-4}$  y a los entalles fluviales realizados en los períodos biostáticos sucesivos, este proceso dejó de funcionar desde hace tiempo. El mismo ha sido activo esencialmente durante el período de funcionamiento de los canales ( $Q_4$ ).

## 3- Costra de mesas colgantes profundas.

Un tercer tipo de acumulación absoluta de hierro es a considerar. Se trata de una serie de costras delgadas (2 - 10 cm. de espesor) y de estructura lamelar, las cuales afloran a intervalos irregulares en el farallón de la margen derecha del valle. Por no ocurrir en la superficie de las mesas o en su cercanía, no tienen relación directa con la evolución superficial de la Form. Mesa. Pero, si, están vinculadas con la evolución en conjunto de ésta, y en particular con los basculamientos que la afectaron. Son costras originadas por delgados mantos freáticos -

colgantes, sostenidos por capas de material menos filtrante que lo normal en la Form. Mesa (cambios rítmicos de facies). Se presentan actualmente con un buzamiento opuesto al frente del farallón (pendiente de 5 - 10° de rumbo W o SW.). Esto indica que han participado a los movimientos de basculamiento, que torcieron la Form. Mesa posteriormente a su elaboración (intervalo  $Q_{3-4}$ ). Son por lo tanto contemporáneas del período de acumulación de esta formación ( $Q_4$ ) y no son funcionales en el presente, por haber sido invertido el escurrimiento interno, eliminándose así toda posibilidad de resurgimiento de las aguas en el frente del escarpe de falla del farallón.

#### E. - Conclusión.

No hace falta señalar que la uniformidad de la superficie de la Form. Mesa no es nada más que aparente. El plano deposicional original era probablemente bastante uniforme (explayamientos generalizados y exclusivos). Pero, la multiplicidad de fenómenos, que ocurrieron desde su elaboración y de los cuales algunos son aún activos, obliteró considerablemente este plano, confiriendo a las mesas la diversidad de ambientes geomorfológicos y edáficos que éstas presentan actualmente.

#### IV.- CONCLUSION GENERAL

En forma de conclusión, se quiere aquí hacer resaltar dos puntos principales, uno referente a la Form. Mesa, el otro relativo a la complejidad y a la naturaleza polifacética del estudio edafológico.

##### A.- Origen y evolución de la Form. Mesa.

En el transcurso de este trabajo se piensa haber respondido a las tres interrogantes que se plantearon en la introducción.

##### 1- En cuanto a la posición estratigráfica y a la edad relativa de la Form. Mesa:

En la porción de Form. Mesa estudiada, ésta corresponde al primer período rhexistático del Cuaternario ( $Q_4$ ), sucediendo a una larga época de tranquilidad sedimentaria (Cretáceo al Plioceno inclusive). Este período de ruptura del equilibrio bioclimático coincidió con una paroxismo tectónico en la Serranía del Interior.

##### 2- En cuanto a procesos y condiciones de formación:

En el sector estudiado, la Form. Mesa se originó por un gigantesco explayamiento, constituido de sedimentos procedentes de la Serranía del Interior, y - en el cual las unidades deposicionales de explayamiento son exclusivas. Las con

diciones ambientales se caracterizaban por la vigencia de un clima semi-árido y por una cobertura vegetal rala y en formación abierta.

### 3- En cuanto a evolución posterior:

Después de su elaboración, la Form. Mesa ha sufrido, por lo menos en superficie, una serie de transformaciones que enmascaran la uniformidad del plano deposicional original y le dan la fisionomía actual. Deformaciones tectónicas, truncamientos de suelos y formación de depósitos coluviales, sufusión y encorazamientos contribuyeron a crear una extensa superficie subestructural.

### B.- Complejidad y caracter polifacético del estudio edafológico.

La naturaleza forma un todo. Por cualquier lado que la aborda, el investigador encuentra un haz inextricable de fenómenos y procesos interrelacionados. Querer aislar del conjunto natural uno u otro de ellos, resulta generalmente, por lo menos al nivel del trabajo de campo, una tarea imposible. Este es, como en otros tipos de estudios de campo (geomorfológico, fitogeográfico, etc...), el problema fundamental que enfrenta el levantamiento de suelos. Personificando el asunto, este es el dilema del edafólogo. La complejidad del medio natural, tejido de incesantes interrelaciones, constituye también la complejidad del levantamiento edafológico. Esta complejidad está inscrita en filigrana a través del presente trabajo, de la misma manera que está inscrita en la naturaleza. En efecto, el suelo es un criptograma, que hay que descifrar para comprenderlo y poder así reconstituir las posibles

vicisitudes de evolución, a que ha sido sometido. Esta reconstitución paleogeográfica constituye una de las dificultades principales del levantamiento de suelos, especialmente en zonas aluviales, donde abundan los perfiles compuestos y los suelos policíclicos.

Por otra parte, se quería demostrar que, si el estudio de las interrelaciones, que constituyen el medio natural, puede ser abordado con diversos puntos de vista, el levantamiento de suelos también es susceptible de contribuir a aclararlas, a pesar de que ciertos aspectos no sean intrinsecamente del dominio de la ciencia edafológica (relaciones entre suelos y geomorfología; relaciones entre suelos y tectónica; relaciones entre suelos y geocronología; etc...). La multiplicidad de estas relaciones y sus vinculaciones mútuas constituyen, no solamente la complejidad del estudio edafológico, sino también su amplitud y su diversidad.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALBRIZZIO, C. - Consideraciones geológico-químicas de los suelos de Monagas.  
Revista Oriente, Año I, N.º 3, U.D.O., Cumaná, 1.968, pp. 52-55.
- 2.- BERTHOIS, L. y ROA M., P. - Contribución al estudio de las formaciones cuaternarias del Estado Guárico y de las regiones adyacentes. (por publicar).
- 3.- BRAVO M., O. - Estudio de algunas propiedades físicas y químicas de ciertos perfiles de suelos del Estado Monagas. U.D.O., Josépn, 1.969, 38 p.
- 4.- ESPINOZA C., J. - Pedología de algunos suelos de sabana del Oriente Venezolano (avance informativo). U.D.O., Josépn, 1.966, 16 p.
- 5.- ESPINOZA C., J. - Estudio de las series de suelos y levantamiento agrológico del campo experimental agrícola de sabana de Josépn. U.D.O., Josépn, 1.970, 40 p.
- 6.- MMH, Dirección de Geología - Léxico estratigráfico de Venezuela. Publicación Especial N.º 1, Caracas, 1.956.
- 7.- MMH, Dirección de Geología - Geología de las cuencas sedimentarias de Venezuela y de sus campos petrolíferos. Publicación Especial N.º 2, Caracas, 1.956.
- 8.- MMH, Dirección de Geología - Memoria del tercer congreso geológico venezolano. Publicación Especial N.º 3, Caracas, 1.960.

9.- ZINCK, A. y URRIOLOA B., P. L. - Estudio edafológico del valle del río Guarapi\_  
cha, Edo. Monagas. M.O.P., Edafología. (por publicar).

## ANEXOS

- 1.- Características generales y análisis de laboratorio de los principales suelos desarrollados sobre material original o retomado de la Form. Mesa.
  
- 2.- Mapa geológico del Estado Monagas.

SERIE MATURIN

1.- Unidad geomorfológica: napa de explayamiento de  $Q_4$ . Material parental de textura franco-arenosa.

2.- Características generales del suelo:

- horizonte ócrico de textura franco-arenosa; muy friable; estructura blocosa angular, débil, fina y media.

- a 78 cm. de profundidad, horizonte argílico (Bt) de textura FAa; rojo amarillento a rojo; friable; estructura blocosa angular, débil, media.

- bien drenado.

- no calcáreo.

- muy fuertemente a fuertemente ácido (pH entre 4,7 - 5,2).

3.- Clasificación taxonómica: Oxic Paleustult, franco fino, ácido, isohipertérmico.



SERIE SABANETA

1.- Unidad geomorfológica: explayamiento de ruptura de  $Q_4$ . Material parental de textura franco-arcillo-arenosa.

2.- Características generales del suelo:

- horizonte ócrico de textura franco-arcillo-arenosa; friable; estructura blocosa angular, débil, media.

- horizonte argílico a partir de 75 cm. de profundidad, con plintita (Bt pl); estructura blocosa angular, moderada, media.

- moderadamente bien drenado.

- no calcáreo.

- extremadamente a muy fuertemente ácido (pH entre 4,1 - 4,7).

3.- Clasificación taxonómica: Oxic Plinthustult, arcilloso, ácido, isohipertérmico.



SERIE POTRERITO

1.- Unidad geomorfológica: relleno coluvial en ángulos de basculamiento ( $Q_0 - Q_{3-4}$ ).

2.- Características generales del suelo:

- perfil poco desarrollado (A C), sin horizonte diagnóstico.

- textura areno-francosa reposando sobre plintita a 130 cm. de profundidad  
(Bt enterrado de la Serie Sabaneta).

- color marrón a marrón pálido.

- estructura blocosa angular, débil, media.

- algo excesivamente drenado.

- no calcáreo.

- muy fuertemente a fuertemente ácido (pH entre 4,50 - 5,35).

3.- Clasificación taxonómica: Typic Quartzipsamment, arenoso, síliceo, isohipartémico.



SERIE MASACUA

- 1.- Unidad geomorfológica: glacis coluvial de pie de escarpe de falla ( $Q_0 - Q_{3-4}$ ).
  
- 2.- Características generales del suelo:
  - horizonte álbico de textura areno-francosa; muy friable; estructura blocosa angular, débil a grano simple.
  
  - horizonte de humus iluvial (Bh) delgado, no continuo.
  
  - horizonte de hierro iluvial (Bir) delgado (2 cm. de espesor), no continuo.
  
  - a partir de 95 cm. de profundidad, estrato franco-arenoso muy endurecido, enriquecido por sílice de aporte lateral (duripan Csi).
  
  - bien a algo excesivamente drenado.
  
  - no calcáreo.
  
  - muy fuertemente a medianamente ácido (pH entre 4,45 - 5,80).
  
- 3.- Clasificación taxonómica: Oxic Spodic Quartzipsamment, arenoso, síliceo, isohipertérmico.



SERIE PARARI

1.- Unidad geomorfológica: relleno coluvial en vallecitos de erosión regresiva,  $Q_0 - Q_{3-4}$  (morichales de mesa).

2.- Características generales del suelo:

- horizonte con importante contenido de materia orgánica (6 - 8%); textura arcillosa; color negro; estructura blocosa subangular, moderada, fina y media (0 - 35 cm.).

- horizonte álbico de textura areno-francosa; sin estructura (35 - 135 cm.).

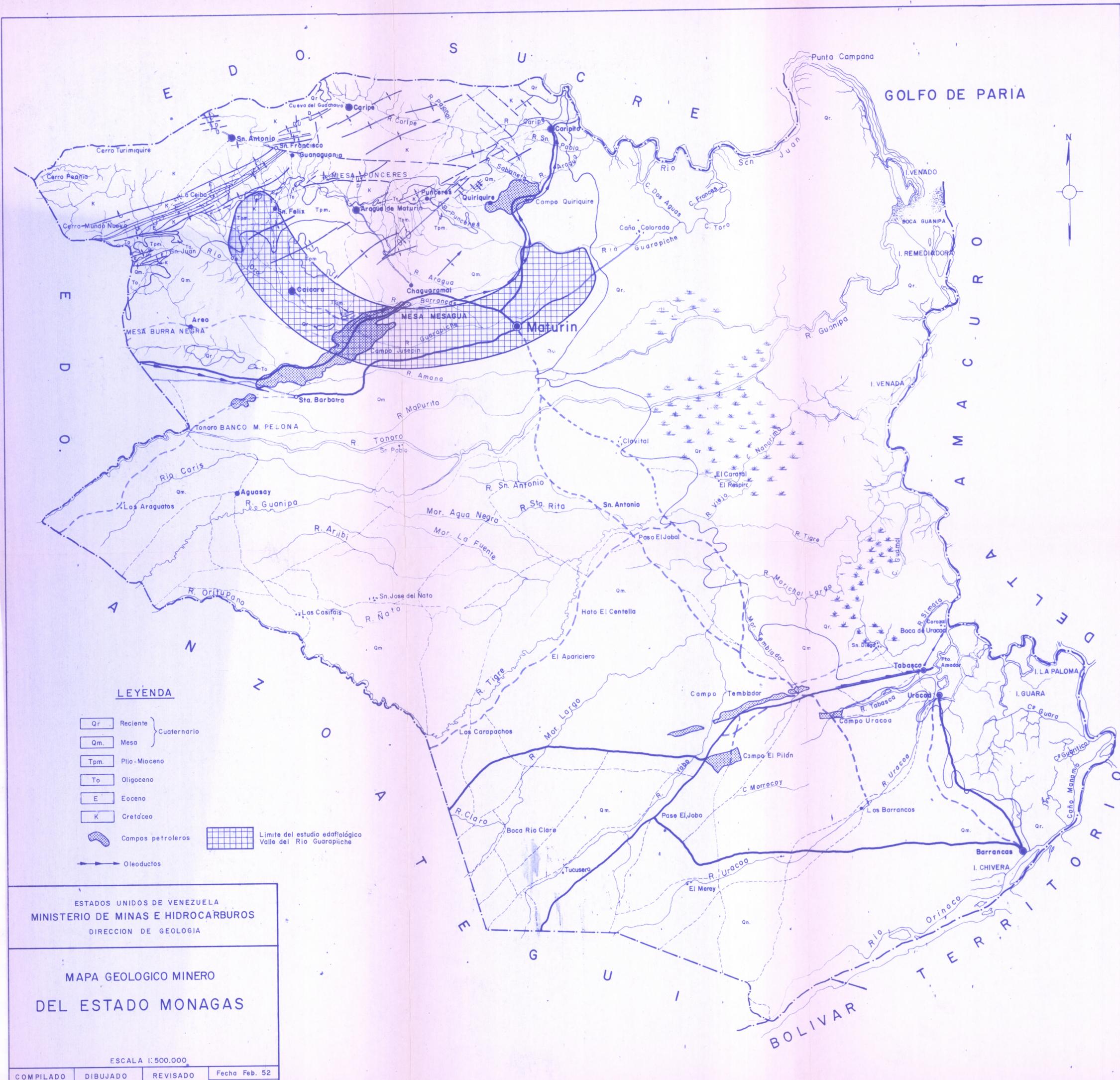
- escasamente a imperfectamente drenado.

- no calcáreo.

- extremadamente a fuertemente ácido (pH entre 3,9 - 5,4).

3.- Clasificación taxonómica: Oxic Aquodic Quartzipsamment, arenoso, silíceo, isohipertérmico.





**LEYENDA**

- Qr Reciente } Cuaternario
- Qm. Mesa }
- Tpm. Plió-Mioceno
- To Oligoceno
- E Eoceno
- K Cretáceo
- Campos petroleros
- Oleoductos
- Limite del estudio edafológico Valle del Rio Guarapiche

ESTADOS UNIDOS DE VENEZUELA  
 MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS  
 DIRECCION DE GEOLOGIA

**MAPA GEOLOGICO MINERO  
 DEL ESTADO MONAGAS**

ESCALA 1:500.000

COMPILADO Cartog <sup>o</sup> Geolog <sup>o</sup>	DIBUJADO Jose F. Alcalá	REVISADO	Fecha Feb. 52
			Nº