

MIEMBRO LA PRIMAVERA

1) *La sucesión litológica.*—El Miembro La Primavera constituye la parte superior de la Formación Cimarrona. Su nombre se ha tomado de la Quebrada La Primavera en la Vereda Cimarrona. Como sección tipo se designa la sucesión que aflora por la carretera Honda-Guaduas donde tiene una potencia de 76 m. Otras secciones de referencia se encuentran en la Quebrada del Menal, en la Vereda Cimarrona, y en la Quebrada La Boba, en la Vereda La Paz. Sin embargo, en estas secciones de referencia la sucesión es menos nítida y generalmente se presenta interrumpida por derrubios de pendiente.

El Miembro La Primavera se caracteriza por ser una unidad eminentemente detrítica en la que predominan las gravas arenosas, conglomerados y arenitas. El límite inferior es nítido y se coloca donde terminan los niveles finos del Miembro Zaragoza y empieza el primer banco de gravas arenosas con cantos de cuarzo, lidita y porcelanita. El límite superior viene determinado por un banco de caliza, con cantos aislados de cuarzo, al que se superponen en la sección tipo, el Miembro Zaragoza, formado por lutitas negras, que se repite por la existencia de una falla inversa. En otras localidades, donde la sucesión estratigráfica no se encuentra afectada por la tectónica, el Miembro La Primavera queda recubierto por las lutitas rojas y arenitas de la Formación Seca. Este contacto, aunque no es nítido en una gran extensión, parece que es concordante.

La sucesión estratigráfica empieza con un banco, de gravas arenosas, masivo, bastante potente, en el que se aprecian franjas regulares de arenas gruesas. Separado de éste por un interbanco de lutitas se encuentra otro banco masivo de gravas arenosas. Sobre este banco se dispone una sucesión de arenitas que alternan con pequeños bancos de lutitas grisáceas. El conjunto de la sucesión sigue en general con estas mismas características, es decir, la existencia de pequeños conjuntos en los que alternan los bancos de arenitas y lutitas, que separan bancos masivos casi siempre de grano grueso y gravas arenosas. Hacia la parte superior de la sucesión hay un ligero aumento de los niveles de lutitas con intercalaciones laminares de arenitas cuyo grano varía de fino a muy fino. En estas lutitas son frecuentes los restos de plantas. También en estos interbancos se encuentran capitas de yeso bastante continuas, que siguen normalmente los planos de estratificación y cuyo espesor varía entre unos milímetros y los dos centímetros. Hacia el techo del miembro aparecen los bancos potentes y masivos de gravas arenosas entre los que se intercalan lentejones de conglomerados cuarzosos con abundante cemento calizo. En algunas muestras el cemento es tan abundante y los cantos de cuarzo se encuentran tan aislados, que casi se pueden considerar como pequeñas intercalaciones de calizas. Los dos bancos se encuentran separados por una serie de bancos de arenitas, separados por interbancos lutíticos, con un espesor que oscila entre 2,70 y 3 m. En el último banco masivo, entre los elementos que forman el conglomerado, se encuentran cantos de cuarzo, lidita y chert y son también frecuentes en determinados niveles los cantos ferruginosos. Aún dentro del mismo banco, separando las franjas de gravas y arenas o conglomerados, se pueden observar costras ferruginosas que atraviesan la estratificación o bien tienden a disponerse paralela a ella.

Dentro de los conglomerados y de las arenitas se encuentran a veces restos orgánicos principalmente de fósiles y en el cemento calizo de las arenitas, y

en especial de los conglomerados, se hallan los macroforaminíferos y restos de algas: *Sulcoperculina*, *Pseudorbitoides* y *Lithotamnium*. La sucesión termina con un banco en el que los cantos disminuyen progresivamente hacia el techo dando lugar a que aumente el cemento calizo hasta que se pasa casi insensiblemente a una caliza, que dentro de la región estudiada, presenta un espesor que varía entre 0,50 y 1 m. En estas calizas vuelven a encontrarse los mismos foraminíferos de gran tamaño.

3) *Variación del grano medio.*—La gráfica de variación del grano medio en el Miembro La Primavera se da en la figura 15. El límite entre el Miembro Zaragoza y el Miembro La Primavera es muy nítido. El valor de la mediana pasa de una lutita a una arena de grano medio y muy grueso. La existencia de varias franjas de arena dentro del banco más inferior de este miembro da lugar a que la gráfica dibuje una línea quebrada que oscila entre la arena muy gruesa y la arena de grano medio. Los cantos, que son los que más resaltan en la observación, son en realidad poco numerosos en relación con la arena, de aquí que los valores de la mediana se desplacen hacia esta fracción. Este fenómeno viene claramente expresado por los valores de la asimetría. Separado por un interbanco de lutitas encontramos un nuevo banco de gravas arenosas con valores de la mediana algo superiores a los anteriores. Hacia el techo de este banco se alcanza un valor de 2,190 mm (muestra 217). Luego la gráfica se desplaza bruscamente hacia los materiales finos y oscila entre la lutita y las arenas de grano muy fino. Estos valores y su disposición ponen de manifiesto la existencia de un conjunto de capas de arenitas que alternan con interbancos de lutitas. El conjunto de bancos de arenitas que se superponen, mantienen el valor del grano medio dentro de la arena fina (0,225 mm, muestra 225). La sucesión brusca de arenas y gravas arenosas o la presencia de lentejones de gravas dentro de un banco, dan lugar a que la gráfica describa una línea quebrada con fuertes variaciones que se hacen todavía más potentes por la existencia de interbancos lutíticos. A partir de la muestra No. 229 la mediana tiende a desplazarse hacia los valores altos y sólo se interrumpe por la existencia de niveles de arena muy fina que tienen un carácter más bien local. En la muestra No. 236 se alcanza el valor más alto de toda la sucesión (3,025 mm). Después de esta muestra el valor de la mediana vuelve a descender a la arena fina (0,139 mm, muestra No. 237) y sucesivamente a las lutitas para aumentar ligeramente de nuevo y mantenerse dentro de las arenas muy finas (muestras Nos. 239 a 245). Hacia el techo de la sucesión el valor del grano medio vuelve a desplazarse hacia la arena muy gruesa, aunque sea de una manera fugaz, por la presencia de algún nivel de gravas arenosas o por alguna intercalación de conglomerado, pero siempre con cantos poco numerosos a veces distribuidos esporádicamente dentro de las arenas. En líneas generales los valores de la mediana tienden a aumentar desde la base hacia el techo.

2) *Variación del espesor de los bancos.*—La existencia de una serie de bancos detríticos y potentes separados por interbancos lutíticos y, aún con mayor frecuencia, por un conjunto de bancos de pequeño espesor, con o sin interbancos, se traduce gráficamente por la línea de variación del espesor de los bancos. La sucesión empieza con dos bancos potentes de 8 y 8,50 m separados por un intervalo lutítico de 0,25 m. Los desplazamientos bruscos de la curva, desde los valores altos a los bajos, son un claro indicio de que los espesores de los bancos cambian bruscamente sin pasos graduales. Las unidades constituí-

das por una rápida alternancia de sedimentos vienen indicadas por una línea quebrada con una oscilación suave y siempre desplazada hacia los valores bajos. A través de la sucesión se observa una tendencia al aumento de la potencia de los bancos hacia el techo de la misma. De esta manera vemos como los máximos espesores se concentran en la parte alta.

4) *Variación del tamaño del grano.*—Al igual que en el Miembro La Fría se ha buscado la variación del grano máximo dentro de un material homogéneo: el cuarzo. En los bancos de grano más bien grueso el tamaño del grano máximo se mantiene bastante constante dentro de los límites de 2 a 4 cm. No se observa ninguna disposición especial del tamaño del grano desde el muro al techo dentro de los bancos. En ningún caso las variaciones son graduales. Los máximos tamaños están localizados en la base y en el techo de la sucesión donde presentan valores de 45 mm y 43 mm (muestra 216 y 248), respectivamente.

Un hecho que llama claramente la atención es la comparación directa de las tres gráficas: grano medio, tamaño máximo de grano y espesor de los bancos. La superposición de las tres gráficas manifiesta una correlación positiva entre ellas. Así vemos cómo los valores más altos del grano medio coinciden con los tamaños más grandes de los granos, al mismo tiempo que estas dos características se dan en aquellos bancos masivos de mayor espesor. Sin embargo, en algunos casos a valores relativamente bajos de la mediana corresponden valores bastante altos del grano máximo. Mencionamos en este sentido las muestras No. 231 (valor de la mediana 0,069 mm y valor del grano máximo 38 mm) y la muestra N° 237 (mediana 0,139 mm y grano medio 34 mm). Estos casos corresponden a franjas de arenas de grano muy fino y fino con cantos aislados de cuarzo. Debe señalarse además que la gráfica correspondiente al espesor de los bancos está ligeramente desplazada en relación con las otras dos gráficas ya que los puntos que representan los valores no corresponden a ninguna muestra sino que se han hecho coincidir con la parte media de cada banco. Por este motivo no se puede conceder ningún significado a este desfase que a veces se observa.

5. *Calibrado y asimetría de las arenas y gravas.*— Aunque no se ha calculado el calibrado y asimetría de todas las muestras, los ensayos realizados no parecen indicar que exista una disposición particular de estos valores dentro de la sucesión estratigráfica del Miembro La Primavera. Los valores del índice de calibrado y del índice de asimetría se encuentra en la figura 18.

La mayoría de los índices de asimetría presentan valores muy próximos a la unidad. De ocho muestras analizadas, seis tienen un índice por debajo de la unidad. El índice más bajo corresponde a la muestra No. 236 con un valor de 0,514. Esto indica que en general existe un ligero predominio de la fracción fina. Solo las muestras Nos. 216 y 217 tienen un índice de asimetría superior a la unidad aunque sin ser naturalmente valores que se alejen mucho (1,30 y 1,18 respectivamente). Considerando por separado las arenas de las gravas y de los gránulos arenosos, vemos que las arenas presentan una menor simetría que las gravas. La amplitud de variación de los valores del índice de asimetría en el Miembro La Primavera es más pequeña que la observada para el Miembro La Fría.

En cuanto al coeficiente de calibrado, en general se mantiene por debajo de 2,5. Esto nos indica que el calibrado es bueno. Solo tres muestras presentan un valor del calibrado por encima de 3, aunque en estos casos no exceden mucho a este valor. Aún así todos los valores del calibrado corresponden a sedimentos con un calibrado normal. Las arenas en conjunto presentan un calibrado mejor y más homogéneo que las gravas y los gránulos arenosos, según se desprende de la amplitud de variación que presentan estos valores. También para el coeficiente de calibrado encontramos que la amplitud de variación es menor que en el Miembro La Fría (figura 20).

6) *Composición de las gravas y conglomerados; texturas y estructuras.*—Los bancos de gravas y conglomerados que se encuentran en el Miembro La Primavera presentan una composición bastante homogénea. Son gravas y conglomerados ortocuarcíticas (oligomícticas). Todos los cantos están representados por tres tipos básicos: cuarzo, chert (porcelanita) y lidita. Desde luego el componente más importante corresponde al cuarzo y se encuentra en todas las muestras con un predominio absoluto.

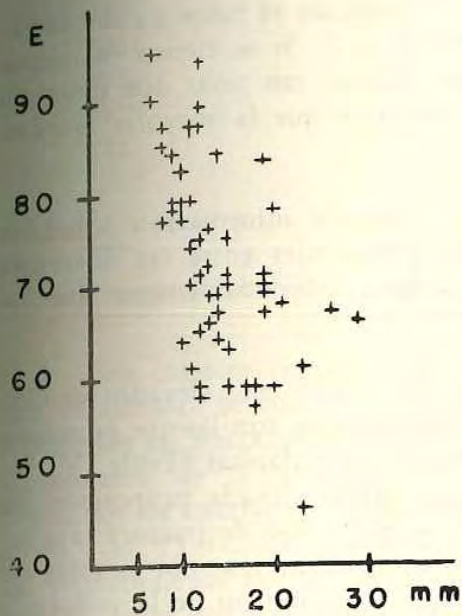
TABLA IV

Muestra	Cuarzo	Lidita	Porcelanita
248	85,4	3,6	11,0
236	80,8	11,4	7,8
231	76,5	10,5	13,0
230	73,6	11,7	14,7
217	82,3	9,0	8,7
216	78,2	8,9	12,9
214	76,3	11,4	12,3

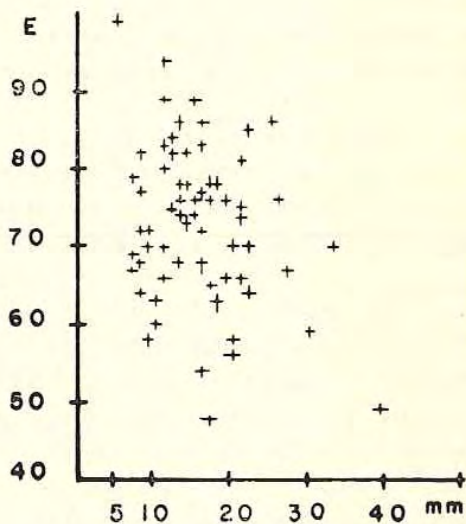
Proporción de cuarzo, lidita y porcelanita en la fracción cantos del Miembro La Primavera. Valores expresados en %.

Entre los valores más inferiores que se han observado figura la muestra No. 230 con un 73,6%. Los cantos de porcelanita y lidita se mantienen casi en la misma proporción, pero en conjunto la porcelanita tiene un porcentaje algo superior a la lidita. En el Miembro la Primavera encontramos unas proporciones entre estos elementos muy parecidos a los que vimos en el Miembro La Fría. En ninguna de las muestras los cantos de porcelanitas alcanzan valores superiores al 15%. La muestra No. 248 es la única que presenta un predominio más marcado de porcelanita (11%) sobre la lidita (3,6%) y ella coincide con el mayor porcentaje de cuarzo (85,4%). Las proporciones completas entre los diferentes tipos de cantos se dan en la Tabla IV.

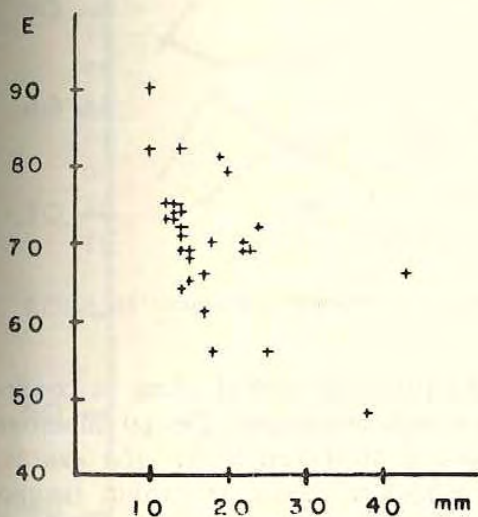
El índice de desgaste de los cantos presenta valores que oscilan entre 0,60 y 0,72. Estas cifras indican que los cantos son redondeados y bien redondeados. Por lo que a este índice se refiere no se ha observado ninguna variación especial dentro de la sucesión. En cuanto a las porcelanitas y a las liditas cabe señalar lo que ya se indicó en este sentido al tratar del Miembro La Fría. Quizás debemos añadir que los cantos en el Miembro La Primavera presentan un desgaste ligeramente más acentuado si se toman todos los valores como un conjunto único.



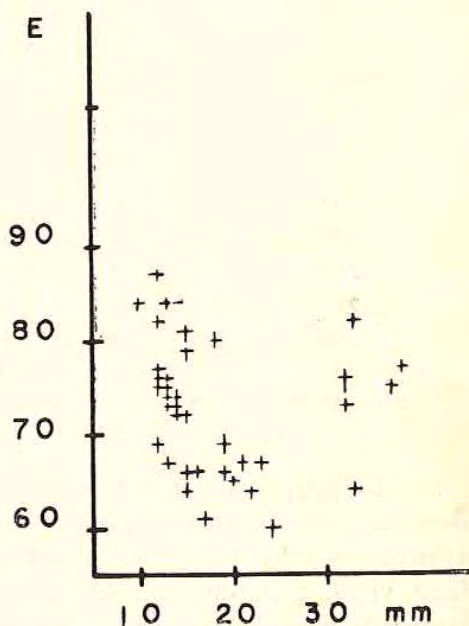
Muestra N° 216



Muestra N° 217



Muestra N° 230



Muestra N° 232

FIGURA 16.—Correlación entre el índice de esfericidad y tamaño de los cantos de cuarzo en el Miembro La Primavera (Formación Cimarrona).

La forma de los cantos, de acuerdo con las clases establecidas por Zingg y ya tratadas a propósito del Miembro La Fría, se encuentra en la Tabla V. La Relación entre los valores de la esfericidad y la forma de los cantos puede verse en la figura 9 de la página 64.

En cuanto a los valores de la esfericidad, tomando el valor medio de cada muestra, se encuentran siempre por encima de 0,7. Si se tienen en cuenta estos valores, en relación con la forma de los cantos, tan solo dos muestras se sitúan dentro de las formas discoidales, mientras que la mayoría quedan englobadas dentro de las formas esféricas.

Otro aspecto que nos suministra una interesante información sobre las formas de los cantos estriba en considerar los porcentajes entre las diferentes clases de cantos que se dan dentro de cada muestra. Indudablemente que los aspectos considerados se complementan.

Las muestras Nos. 230 y 231 representan los valores más elevados de cantos con forma tabular (42 % y 65 %). Estas dos muestras son las que presentan también los porcentajes más elevados de cantos de porcelanitas (Tabla IV). Es evidente que los cantos de porcelanitas influyen en la elevada proporción de cantos tabulares, especialmente si se tiene en cuenta el tipo de fractura tabular, que caracteriza a las porcelanitas. No obstante es evidente que por si solas no pueden alcanzar valores tan altos, pero sí es un claro indicio de la influencia que tiene la fractura y en definitiva la naturaleza litológica sobre la forma definitiva y el valor de la esfericidad que presentan los cantos en un sedimento.

TABLA V

Muestra	Tabulares	Esféricos	Laminares	Prismáticos
246	25	50	4	21
237	25	32	18	25
231	65	14	7	14
230	42	26	13	19
227	27	41	12	20
217	27	45	10	20
216	38	30	10	22

Formas de los cantos en el Miembro La Primavera. Valores expresados en %.

La proporción entre cantos, arena y lutita (limo + arcilla) viene a confirmar las características ya expuestas en las páginas anteriores. De 10 muestras analizadas solo 4 presentan valores superiores al 50 % en la fracción cantos. Esto viene a confirmar los valores de la mediana y señala el propio tiempo la mayor abundancia de la fracción arena, también de acuerdo con la asimetría que ya observamos a favor de esta fracción. Los valores de la fracción lutita son generalmente bajos. Los más elevados son de 11 % (muestra N° 214). Aquí los valores más altos de la fracción más fina tienden a concentrarse hacia la parte inferior de la sucesión. También si se comparan estos valores con los obtenidos en el Miembro La Fría se observa que en este último miembro los valores en general son más pequeños.

TABLA VI

Muestra	Cantos	Arena	Lutita
248	45,2	51,8	3,0
246	36,0	59,0	4,0
236	56,0	39,0	5,0
231	54,0	44,0	2,0
230	51,0	45,0	4,0
229	1,0	90,0	9,0
227	41,0	53,0	6,0
217	52,0	38,0	10,0
216	40,0	54,0	6,0
214	43,0	46,0	11,0

Proporción de cantos, arena y lutita en el Miembro La Primavera. Valores expresados en %.

Para conocer las variaciones del número de cantos de cuarzo en relación con su tamaño se construyó la gráfica de la figura 17. Los resultados están expresados en porcentajes respecto al total de cantos en cada tamaño, independientemente de la composición litológica. En la mayoría de las muestras el porcentaje de cuarzo en cada tamaño se mantiene constante y oscila entre el 80% y el 95%. Las muestras 230 y 236 presentan un descenso importante del porcentaje de cuarzo en el tamaño de 15 mm (40% y 63% respectivamente). Estas dos muestras son las que presentan naturalmente una proporción más elevada, tomadas en conjunto, de cantos de lidita y porcelanita. Al mis-

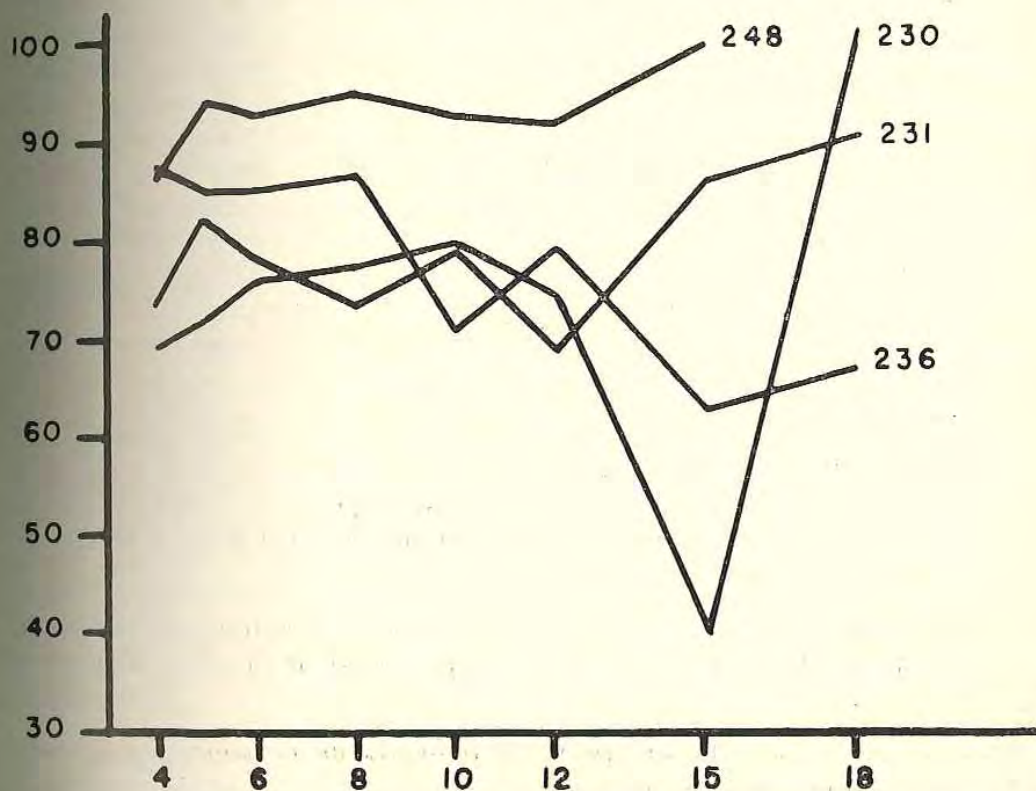


FIGURA 17.—Variación del porcentaje de cantos de cuarzo en relación con su tamaño. Miembro La Primavera (Formación Cimarrona).

mo tiempo la gráfica nos demuestra que es precisamente en este tamaño donde tiene lugar la mayor frecuencia de estos otros componentes. De la misma manera se observa como la muestra 248, que presenta la más alta composición de cuarzo, éste se mantiene casi constante en todos los niveles, con valores superiores al 90% y en el tamaño de 15 mm sufre un aumento en su proporción alcanzando prácticamente el 100%. Un hecho casi general es que la proporción de cuarzo en el límite inferior de los cantos (4 mm) es relativamente bajo, mientras que en el límite superior presenta un valor alto en relación con el anterior. Sin embargo, esta disposición no indica que la proporción de cuarzo vaya aumentado proporcionalmente. Es posible que se trate de un hecho casual. Por el momento el número de observaciones es pequeño para obtener alguna conclusión: pero el método nos enseña las posibilidades para estudios paleogeográficos especialmente en sedimentos costeros y continentales.

Entre las estructuras más importantes de las gravas hay que señalar la presencia de franjas o lechos irregulares en su extensión, principalmente dentro de los niveles más detríticos. Estos lechos pueden ser de arenas de grano fino dentro de una masa de gravas o bien lechos de gravas dentro de una masa de arenas. Tanto en un caso como en otro estos lechos son los que introducen una variación brusca en los valores del grano medio tal como se puede observar en la figura 15. Las mismas características se pueden encontrar en relación con la presencia de un conglomerado cuarzoso, con cemento calcáreo, dentro de una masa de gravas o arenitas. Estas condiciones pueden inducir al primer momento a considerar que este tipo de depósitos presentan un carácter brechoso. A estos casos debe referirse Caudri (1948) cuando menciona el aspecto brechoide que presentan algunas muestras con macroforaminíferos. No obstante si se estudian detalladamente las variaciones se observa que la cantidad de calcita aumenta progresivamente y que se pasa de unas arenas a un verdadero conglomerado con cemento calcáreo. Incluso cuando los cantos son muy escasos se puede fácilmente pasar a una caliza. Este hecho se anotó ya en las gravas del Miembro La Fría. Se plantea el problema de como se ha realizado esta acumulación de calcita dentro de una masa de arenitas o gravas; especialmente si se tiene en cuenta que esta caliza forma una masa local dentro de estos niveles. Se ha observado que siempre que aumenta la proporción de cemento calizo se encuentran fragmentos de conchas y macroforaminíferos. Estos son los factores que se han encontrado siempre asociados especialmente en el Miembro La Primavera.

Otro tipo de estructuras se encuentra hacia la base de la sucesión, donde los bancos detríticos de gravas están separados por una serie de subgrauvacas, de grano fino, en bancos de 6 a 10 cm de espesor. En cada uno de estos bancos se observa una polaridad inversa: el tamaño del grano aumenta del muro al techo (fotografía 24).

Hacia la parte superior de la sucesión entre las muestras No. 253 y 254, se observa una tendencia general al aumento progresivo del espesor de los bancos.

En ningún caso se ha observado la presencia de estratificación cruzada, ripple-marks u otra estructura similar.

7) *Caracteres petrográficos de las arenitas.*—Las arenitas se encuentran dis-

tribuidas a través de toda la sucesión. Predominan el tipo de arenitas protocuar-
citas y ortocuarcitas. En este sentido se puede señalar que las pocas arenitas de
de tipo subgrauvaca que se han encontrado en el Miembro La Primavera es-
tán localizadas hacia el muro del miembro. Esto no excluye que también hacia
el techo de la sucesión aparezcan algunas subgrauvacas (muestra No. 255).

La fracción grano de las arenitas consta básicamente de tres componen-
tes principales: cuarzo, chert y fragmentos de roca. La proporción entre estos
elementos se encuentra en la tabla VII y en la figura 11. De una manera general
el cuarzo predomina en todas las muestras de la sucesión. La proporción de los
fragmentos de roca es elevada en las muestras No. 213 (25,2%), 254 (40%)
y 255 (34,9%). Estos fragmentos de roca están formados por arenitas y frag-
mentos de rocas metamórficas; estas últimas siempre en menor proporción que
las primeras.

TABLA VII

Muestra	Cuarzo	Chert	Fragmentos de roca
256	58,6	25,6	15,8
255	42,6	22,5	34,9
254	40,8	19,2	40,0
253	99,4	—	0,6
249	90,0	10,0	—
245	79,2	15,2	5,6
243	79,0	17,5	3,5
239	85,7	11,6	2,7
233	79,9	18,5	1,6
229	70,4	23,8	5,8
226	60,6	29,1	10,3
224	76,8	21,9	1,3
222	78,9	17,7	3,4
221	65,1	33,4	1,5
213	63,5	11,3	25,2

Proporción de cuarzo, chert y fragmentos de roca en las arenitas del Miembro La Prima-
vera. Valores expresados en %.

El cemento de las arenitas es calizo y ferruginoso. En algunas muestras
los dos tipos de cemento se encuentran íntimamente mezclados de tal manera
que no es posible establecer la proporción entre ambos. La cantidad de cemen-
to es bastante considerable y en escasas muestras se puede apreciar una verda-
dera textura cuarcítica. Los granos se encuentran generalmente flotando dentro
de una masa de cemento. La mayoría de los granos de cuarzo presentan una
fuerte corrosión de los bordes. En algunos casos esta corrosión ha sido tan
fuerte que los granos de cuarzo han sido completamente digeridos y de ellos
solo queda una especie de esponja cuarzosa como indica la muestra No. 256
(fotografía 25).

En asociación con las arenitas que presentan abundancia de cemento cal-
cáreo se encuentran numerosas estructuras orgánicas correspondientes a conchas
de lamelibranchios. Unas de estas estructuras pueden observarse en la fotogra-
fía 25 que corresponde también a la muestra 256.

En algunas capas de arenitas es frecuente la presencia de franjas de limonita que alternan con franjas de cuarzo; estas franjas de cuarzo tienden a presentar una textura cuarcítica. En las franjas limoníticas los granos de cuarzo son de tamaño pequeño. Tanto en las franjas limoníticas como en las franjas cuarzosas los granos presentan los bordes muy difusos y el contorno es siempre exageradamente muy irregular (fotografía 26).

La proporción entre granos, cemento ferruginoso y cemento calcáreo se encuentra en la Tabla VIII y gráficamente se ha expresado en la figura 12. Del examen de esta tabla y del diagrama triangular se desprende que el cemento de calcita es el más abundante. Esta cantidad de cemento puede aumentar excesivamente y pasar prácticamente a una caliza con cantos aislados de cuarzo. Tal sucede, por ejemplo, en la muestra No. 249 donde la cantidad de calcita alcanza el 84,35%, mientras que los granos de cuarzo han quedado reducidos a 15,65%. Resultados análogos se encuentran en el techo de la sucesión donde se pasa gradualmente de un conglomerado cuarzoso con cemento calizo a una verdadera caliza por disminución de los cantos de cuarzo.

El diagrama triangular de la figura 12 (página 70) permite, con base en la proporción del cemento de calcita y ferruginoso, separar los dos miembros de la Formación Cimarrona. Sin embargo, alguna muestra como la 254 contiene una elevada proporción de cemento ferruginoso, dando lugar a que dentro de la constelación de puntos que corresponden al Miembro La Fría aparezcan puntos que corresponden a muestras del Miembro La Primavera.

8) *La relación framework/voids.*—De la misma manera que en el Miembro La Fría, se van a tratar por separado las gravas y arenas respecto de las arenitas. En las arenas el framework presenta valores altos, casi todos por encima del 90%. Así se observa cómo la parte más fina, limo + arcilla, queda muy reducida no siendo mayor del 10%. Solo en la muestra No. 214 llega a un valor algo más superior (11 %). Se trata en general de unas arenas más bien lavadas y relativamente con un porcentaje de matriz muy pequeño.

En cuanto a las variaciones de la relación framework/voids a través de la sucesión, los datos dejan entrever que la mayor cantidad de lutita se localiza en la parte inferior de la sucesión. Estos datos están de acuerdo con los obtenidos petrográficamente ya que estas muestras corresponden a niveles o lechos de arenas que se encuentran asociados a las arenitas determinadas como subgrauvacas. Es decir, que no han alcanzado un grado muy elevado de madurez.

Todas las gravas presentan en general valores bajos del framework, apenas superiores al 50 %.

En las arenitas no se puede observar ninguna relación con las variaciones estratigráficas. De un total de 15 muestras analizadas 9 tienen valores del framework por encima del 50%. Mención a parte requiere la muestra 259 que corresponde ya a una caliza con granos de cuarzo, muy esporádicos, que flotan dentro de ella. Aquí el framework solo alcanza un 15,65%.

9) *Paleontología.*—El Miembro la Primavera presenta una fauna muy pobre por lo menos en el área estudiada. Aproximadamente a unos 24 m del techo se encontraron en las lutitas grisáceas (muestra No. 242) restos de plantas asociados con un ejemplar de *Solenoceras* sp. Hacia el techo de la sucesión son

frecuentes los grandes foraminíferos. Estos se encuentran siempre en el cemento de las arenitas y principalmente de los conglomerados cuarzosos.

De la muestra N° 249 el Dr. Sigal determinó: *Sulcoperculina globosa* de Cizancourt, *Sulcoperculina vermunti* Thiadens, *Pseudorbitoides* cf. *rutteni* Bronn, *Litbotamnium* sp.

A medida que aumenta la cantidad de cemento calcáreo en las arenitas y en los conglomerados, son más frecuentes los restos de moluscos. De la muestra N° 255 se ha podido determinar *Ostrea* sp. El banco de caliza, con el que termina la sucesión, localmente puede tener algunos cantos aislados de cuarzo, presenta una fauna de foraminíferos prácticamente idéntica a la de la muestra No. 249: *Sulcoperculina globosa* de Cizancourt, *Pseudorbitoides* sp., *Rotalia* sp., *Litbotamnium* sp.

Sin duda los foraminíferos citados por Caudri (1948 y 1950) corresponden a este Miembro de La Primavera. Resulta difícil determinar exactamente a que nivel corresponde la fauna de Caudri, pero a juzgar por la descripción litológica de las muestras debe corresponder a la caliza del techo o a las intercalaciones con mucho cemento calcáreo que aparecen hacia el final de la sucesión.

En el cruce de la Quebrada Guayabito con la carretera Honda-Guaduas, afloran varias capas de lutitas grises que alternan con ortocuarzitas y conglomerados cuarzosos con cemento calcáreo. Este afloramiento corresponde al Miembro La Primavera y forma parte de la cuesta que por la existencia de la falla inversa repite este miembro. Las capas que allí afloran corresponden aproximadamente a las muestras situadas entre la N° 231 y la N° 233. El análisis palinológico de estas lutitas ha permitido determinar, entre otras, las siguientes especies: *Monolites ferdinandi* (Van der Hammen), *Tripoporollenites* cf. *umirensis* (Van der Hammen), *Tripoporollenites iverseni* (Van der Hammen), *Tripoporollenites annulatus* (Van der Hammen) (*).

DIFERENCIAS ENTRE LOS MIEMBROS LA FRÍA Y LA PRIMAVERA

Al tratar de la estratigrafía general de la Formación Cimarrona se planteó ya el problema de si los dos niveles de arenitas, gravas y conglomerados correspondían a un solo nivel o si en realidad constituían dos niveles independientes.

La estratigrafía y la litología de los dos niveles demuestran que en realidad deben considerarse como distintos y en este trabajo se han tratado como miembros. Las siguientes diferencias sustentan esta hipótesis.

El espesor de los dos miembros es muy diferente. El inferior o Miembro La Fría es más potente (157 m) que el superior o Miembro la Primavera (70 m).

La misma sucesión estratigráfica es distinta en ambos miembros. Si bien la presencia de intercalaciones lutíticas alternando con bancos de arenitas, se encuentran en los dos niveles; en el Miembro La Fría las intercalaciones lutíticas

(*) La Lista completa de las especies figurará en un trabajo que sobre la Formación Guaduas está preparando Nuria Solé de Porta.

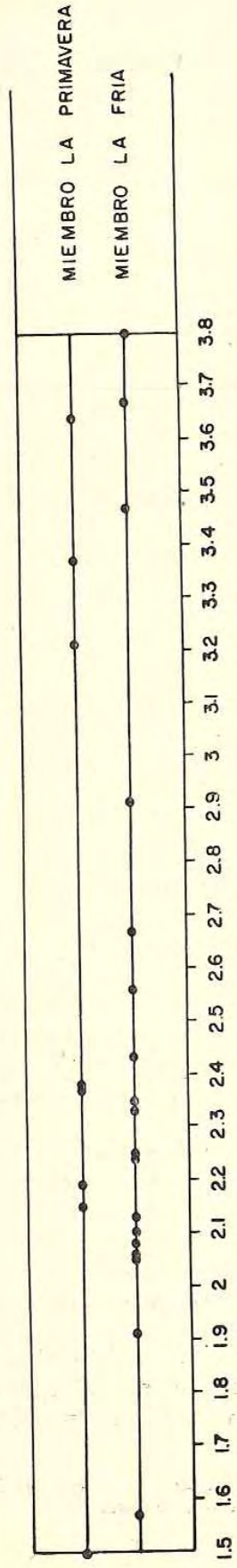
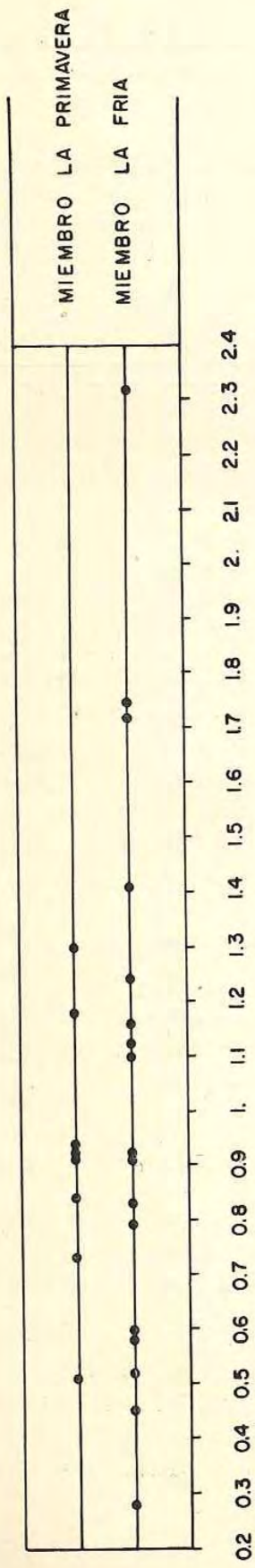


FIGURA 18.—Comparación del índice de asimetría y calibrado en las arenitas de los Miembros La Fria y La Primavera (Formación Cimarrona).

que se encuentran principalmente hacia la base, adquieren un desarrollo importante e imprimen una característica particular que no se registra en el Miembro La Primavera.

Los valores del grano medio permiten también una diferenciación bastante nítida. En el Miembro La Fría los valores de la mediana se desplazan más hacia la izquierda tanto para las gravas como para las arenitas. En relación con el valor del grano medio está el tamaño máximo de los granos. También en este sentido los valores más elevados se encuentran concentrados en el Miembro La Fría.

El análisis petrográfico de las arenitas revela que en estas hay un predominio o una tendencia hacia las protocarcitas y más aún hacia las subgrauvacas en el Miembro La Fría, mientras que en el Miembro La Primavera el predominio se realiza hacia el lado de las ortocarcitas. Es decir, que mineralógicamente las arenitas del Miembro La Primavera son más maduras que las del Miembro La Fría. Estos caracteres no pueden tomarse de una manera estricta ya que en el Miembro La Fría se encuentran también algunas ortocarcitas y en el Miembro La Primavera aparecen algunas subgrauvacas tal como expresa gráficamente el diagrama de la figura 11. Pero al mismo tiempo este diagrama pone de manifiesto que las arenitas de cada miembro tienden a formar una constelación particular de puntos.

El cemento de las arenitas es un carácter distintivo de los dos miembros. En el Miembro La Fría el predominio corresponde al cemento ferruginoso. En el miembro La Primavera el cemento de las arenitas es principalmente de calcita. Observando el conjunto de los bancos de arenitas, la proporción entre los dos tipos de cemento se invierte al pasar del Miembro La Fría al Miembro La Primavera. Este carácter se observa gráficamente en la lámina 3. El mismo fenómeno se evidencia también en el diagrama triangular de la figura 12 en el que se relacionan los granos con los cementos de calcita e hierro. En ambos gráficos los valores vienen determinados en porcentajes del volumen.

Paleontológicamente la fauna señala diferencias, aunque no en edad, entre el Miembro La Fría y La Primavera. En el miembro inferior la fauna de foraminíferos con *Globigerina*, *Rugoglobigerina* y *Siphogenerinoides* está asociada a los niveles de lutitas. En el Miembro La Primavera este conjunto de foraminíferos ha desaparecido. Es probable que esta desaparición esté en relación con la ausencia de niveles lutíticos importantes en este miembro. Sin embargo, los grandes foraminíferos que se encuentran dentro del Miembro La Primavera, en relación con el cemento calizo, tampoco se encuentra en las arenitas del Miembro La Fría. Sin duda esta distribución de la fauna en parte viene regida por las facies.

Considerando los tres componentes de las gravas: cantos, arenas, y limo + arcilla, se observa como en el Miembro La Fría la proporción de cantos es bastante mayor que en el Miembro La Primavera. (Tablas II y VI). Si se compara la parte más fina de los dos miembros resulta que en el Miembro La Primavera existe una mayor proporción de lutitas. En este sentido resulta que las arenas y gravas del Miembro La Fría están más lavadas que las del Miembro La Primavera.

En cuanto al índice de asimetría las gravas del miembro inferior presentan valores más altos que los correspondientes a La Primavera. Existe, pues, una mayor proporción de la fracción gruesa sobre la fina en la parte basal de la Formación Cimarrona. El calibrado es en líneas generales normal en ambos miembros, pero existe una tendencia a presentarse mejores calibrados en las gravas y arenas del Miembro La Primavera.

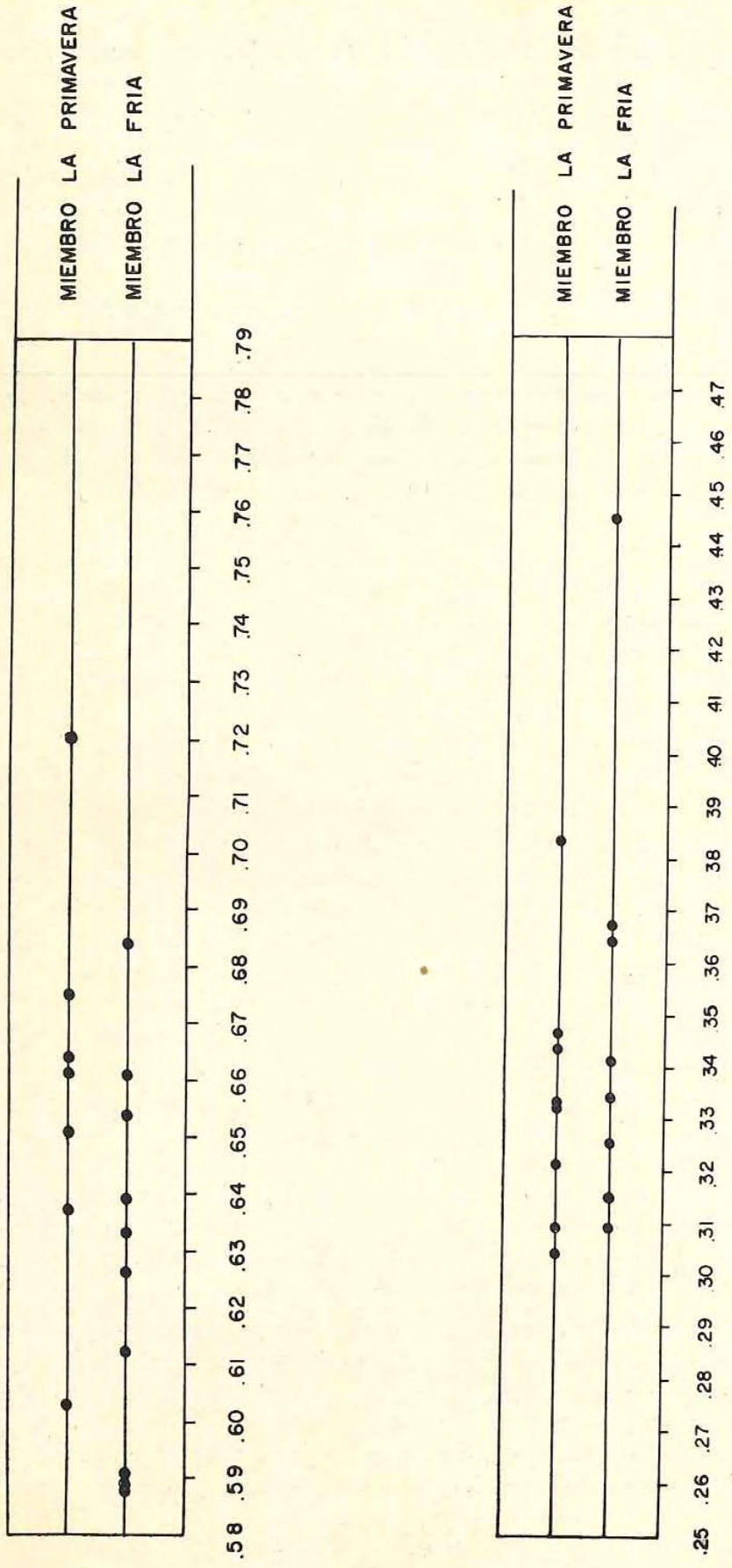


FIGURA 19.—Comparación de los índices de desgaste de la fracción cantos y fracción arenas en los Miembros La Fria y La Primavera (Formación Cimarrona).

El desgaste de los cantos es prácticamente igual en los dos miembros. En el Miembro La Fría los valores de este índice tienen una mayor amplitud de variación, en las arenas sucede lo mismo: el valor medio es casi idéntico, pero la mayor amplitud de variación de los valores del índice de desgaste corresponde al miembro La Fría.

La esfericidad de los cantos se manifiesta con valores más altos en el Miembro La Primavera que en el Miembro La Fría. En relación con la esfericidad y la forma de los cantos, tomando como valor representativo, el valor medio de cada muestra, la mayoría presentan una forma esférica en ambos miembros.

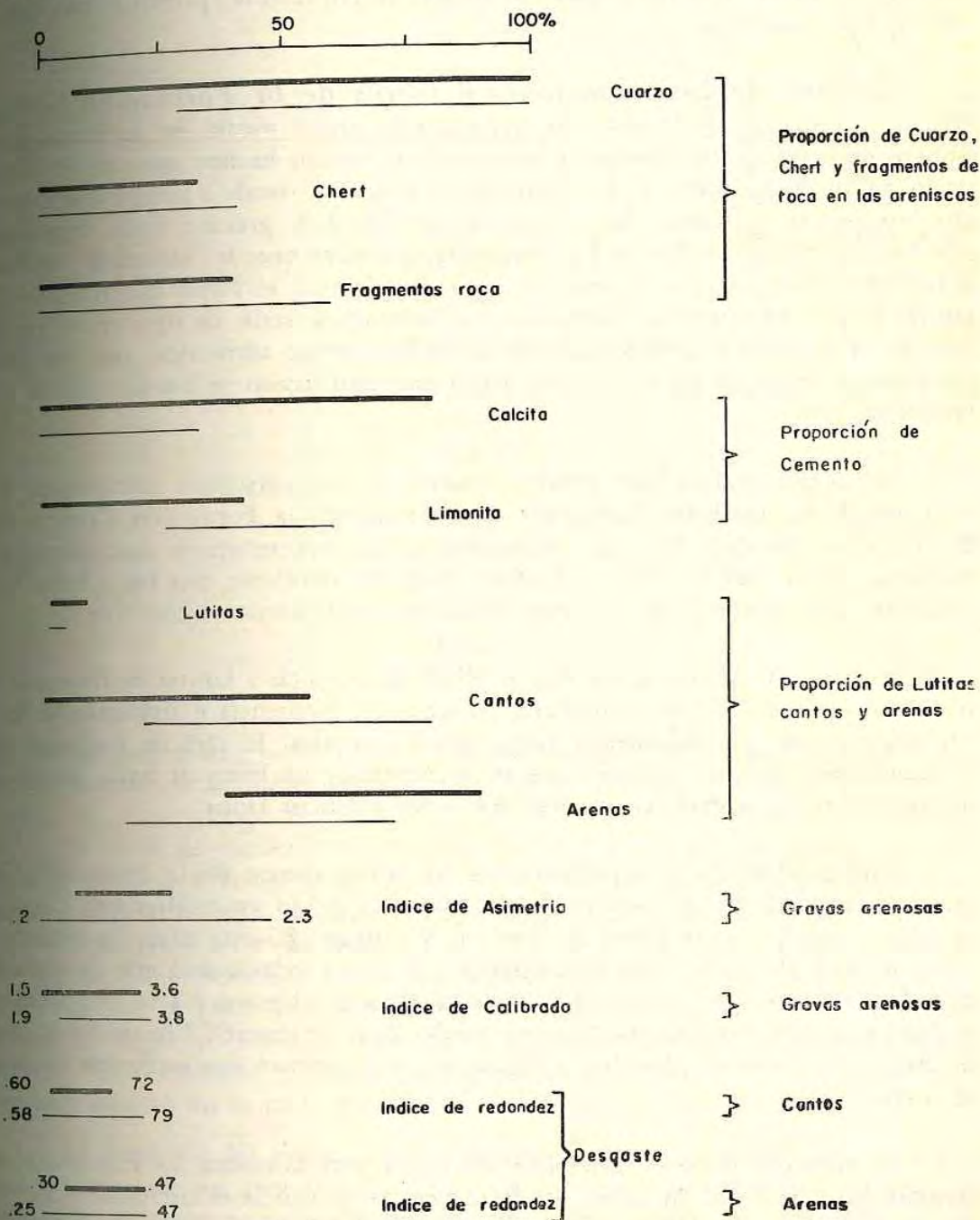


FIGURA 20.—Amplitud de variación de las principales texturas en los Miembros La Fría — y La Primavera — (Formación Cimarrona).

Tal como expresa la figura 20, el Miembro La Fría presenta una mayor amplitud de variación. Esto, junto con los coeficientes de variación, demuestra que en general los caracteres litológicos son más variables en el Miembro La Fría que en el Miembro La Primavera.

La forma de los cantos no señala diferencias muy notables entre los dos miembros. Sin embargo, en la mayoría de las muestras del Miembro La Primavera se aprecia una mayor proporción de cantos tabulares en relación con las muestras del Miembro La Fría. Esta mayor proporción está relacionada con la cantidad de porcelanita que, como se indicó anteriormente, presenta una fractura de tipo romboidal.

Análisis de las variaciones a través de la Formación Cimarrona.—El análisis de la curva de variación del grano medio en la Formación Cimarrona pone de manifiesto la existencia de varios hechos que de lo contrario pasan desapercibidos. La Formación Cimarrona tiende a presentarse como una bisecuencia oscilante. Las secuencias de clásticos gruesos están formadas por los miembros La Fría y La Primavera, mientras que la secuencia correspondiente a los clásticos finos está representada por el Nivel de Arenitas y Lutitas y por el Miembro Zaragoza. La bisecuencia sería de tipo + — en el sentido de Lombard (1956) y resulta al mismo tiempo asimétrica, con un desplazamiento hacia la parte superior de la sucesión como se puede apreciar en la lámina 3.

La misma gráfica hace posible determinar los caracteres particulares de cada una de las unidades litológicas que componen la Formación Cimarrona. El miembro basal o La Fría, representa en sí una secuencia marcadamente oscilante, en la que la curva se desplaza desde los detríticos más finos hasta los detríticos muy gruesos; en sí tiende a una secuencia oscilante creciente.

El paso del Miembro La Fría al Nivel de Arenitas y Lutitas es francamente brusco. La curva se hace oscilante y señala la frecuencia e importancia que van adquiriendo los sedimentos finos: limos y arcillas. El carácter oscilante de la secuencia es menos marcado que en el Miembro La Fría y se halla desplazada además hacia la derecha, es decir hacia los clásticos finos.

Este nivel señala la importancia de las lutitas dentro de la Formación Cimarrona; importancia que se manifiesta en mayor grado en el Miembro Zaragoza que se superpone al Nivel de Arenitas y Lutitas. En este nivel la secuencia continúa con el mismo carácter oscilante y la curva todavía está más desplazada hacia los clásticos finos. Atendiendo solo al tamaño del grano y a la importancia de las lutitas que constituyen la parte media de la Formación Cimarrona (Nivel de Arenitas y Lutitas y Miembro Zaragoza) ésta constituye una secuencia oscilante decreciente.

El contacto entre el Miembro Zaragoza y el Miembro La Primavera es siempre brusco. En el Miembro La Primavera la secuencia es oscilante y recuerda a la secuencia del Miembro La Fría, aunque la amplitud de la oscilación es en conjunto menos marcada, pero desplazándose también hacia los clásticos gruesos. La secuencia tiende a oscilante decreciente.

TABLA VIII

Miembro La Primavera

Muestra	Grano	Cemento	
	(Cuarzo, chert, frag. roca)	calcita	limonita
256	54,43	39,77	5,80
255	59,60	34,83	5,57
254	70,41	19,83	9,76
249	15,65	84,35	—
245	46,18	45,76	8,06
243	58,85	26,56	14,59
239	47,25	41,47	11,28
233	44,04	29,59	26,37
231	28,90	42,40	28,70
229	57,60	15,65	26,75
226	82,50	12,27	5,23
222	63,08	23,38	13,54
221	46,02	39,75	14,23
113	85,57	9,56	5,57

Miembro La Fría

116	88,90	1,60	9,50
112	72,20	2,60	25,20
106	52,50	12,00	35,50
92	45,80	—	54,20
91	58,20	3,40	38,40
68	56,20	7,30	36,50
66	62,10	5,90	32,00
62	72,90	11,90	15,20
59	47,40	16,00	36,60
57	54,30	24,60	21,10
53	74,80	6,20	19,00

Proporción entre granos, calcita y limonita en las arenitas del Miembro La Fría y Miembro La Primavera de la Formación Cimarrona. Valores expresados en o/o del volumen.

La curva de variación del tamaño máximo del grano de cuarzo sigue un trazado paralelo a la curva del grano medio. Sin embargo, este paralelismo no implica necesariamente una coincidencia total en el sentido de que coincidan los valores más altos de la mediana con los valores más altos del tamaño máximo del grano. En el Miembro La Fría se encuentran los valores más altos, luego descienden en la parte media de la formación para experimentar un nuevo aumento al llegar al techo de la sucesión representada por el Miembro La Primavera. Sin embargo, el tamaño del grano se mantiene en general por debajo del que alcanzó en la parte basal de la formación.

La variación del espesor de los bancos muestra algunos hechos importantes. Al tratar de los miembros La Fría y La Primavera se puso de manifiesto la tendencia general a una correlación positiva entre el valor de la mediana, el tamaño máximo del grano y el espesor de los bancos; tendencia que se observa claramente en la lámina 3 al comparar o superponer las tres gráficas. Sin embar-

go, la correlación se invierte en el Nivel de Arenitas y Lutitas y en el Miembro Zaragoza. Esta correlación negativa es todavía más notoria para el Nivel de Arenitas y Lutitas que para el Miembro Zaragoza.

Aún en relación con el espesor de los bancos se debe señalar que en el Miembro La Primavera estos son más masivos, sin presentar los valores más elevados, que los del Miembro La Fría.

Sin duda la variación más notable dentro de la Formación Cimarrona corresponde a la relación entre los cementos de limonita y calcita. En el Miembro La Fría el cemento que predomina en las arenitas es de tipo ferruginoso. Al pasar al Nivel de Arenitas y Lutitas, las arenitas de la parte basal presentan también un predominio de cemento ferruginoso, pero en las arenitas que se encuentran hacia la parte superior de este nivel disminuye la proporción del cemento ferruginoso a favor de un aumento del cemento de calcita. En el Miembro Zaragoza la proporción de calcita aumenta notablemente llegando a sobrepasar la proporción de cemento ferruginoso. Este predominio del cemento calizo se acentúa en el Miembro La Primavera y aún hacia el techo aumenta hasta que se convierte prácticamente en una caliza. Existe pues una inversión en la relación de los dos tipos principales de cemento en las arenitas de la Formación Cimarrona. Inversión que se realiza progresivamente desde la base hacia la parte superior. Naturalmente que el cambio no tiene lugar gradualmente en el sentido estricto de la palabra, ya que en el Miembro La Fría aparece alguna muestra en la que el cemento de calcita excede al cemento ferruginoso; de la misma manera que en el Miembro La Primavera se han señalado muestras con una mayor proporción de cemento ferruginoso respecto al de calcita. Estas variaciones se encuentran representadas gráficamente en la lámina 3.

Petrográficamente también se observan cambios notables en las arenitas de la Formación Cimarrona. El Miembro La Fría viene caracterizado por un conjunto de arenitas de tipo protorcuarcitas y subgrauvacas. El paso al Nivel de Arenitas y Lutitas implica un cambio importante. La mayor parte de las arenitas son ortocuarcitas. Solo hay que señalar que las arenitas que aparcan hacia el techo corresponden a subgrauvacas. Posiblemente este cambio tenga un carácter local ya que es la única excepción dentro de este nivel. Las ortocuarcitas son el único tipo que aparece dentro de las arenitas del Miembro Zaragoza. A partir de este miembro se mantiene el carácter ortocuarcítico de las arenitas que constituyen el tipo dominante en el Miembro La Primavera.

La relación framework/voids presenta también una variación a través de la Formación Cimarrona. Los voids son más importantes en el Miembro La Primavera que en el Miembro La Fría, a pesar de que en el Miembro La Primavera las arenitas son más de tipo ortocuarcita. Esto se debe a la gran cantidad de cemento especialmente de calcita, que contienen. La textura cuarcítica en las arenitas de la Formación Cimarrona es generalmente rara y solo se presenta en muestras aisladas.

MEDIOS DE DEPOSITOS DE LA FORMACION CIMARRONA

Antes de tratar directamente del medio en que se depositó La Formación Cimarrona, es conveniente hacer algunas indicaciones acerca de los sedimentos sobre los que descansa esta formación. Como se señaló al tratar de la estratigrafía, los

sedimentos están representados por lutitas negras ricas en sustancias orgánicas y sulfuros. La fauna es muy escasa o no existe. Aunque estos sedimentos dentro de la región, son poco potentes todo parece indicar que corresponden a una facies euxínica.

La base de la Formación Cimarrona, o Miembro La Fría, representa un cambio importante en la sedimentación que determina la llegada de un material detrítico grueso al área de sedimentación. Las gravas son completamente maduras y están formadas por materiales químicamente inertes y resistentes mecánicamente. La asociación de gravas completamente maduras con arenas submaduras de tipo subgrauvacas es un hecho ampliamente conocido y depende de las condiciones de transporte, aparte de que las gravas adquieren más rápidamente la madurez que las arenas en igualdad de condiciones. Las diferentes estructuras que acompañan a las gravas y a las arenitas: estratificación cruzada, ripple-marks, polaridad, estratificación oblicua, cambios laterales de facies muy rápidos, etc., y el tamaño del grano son indicadores de sedimentos costeros asociados con un medio marino en el que existen corrientes subacuáticas. La existencia de un cemento ferruginoso y de costras limoníticas indican además un medio bien aireado como corresponde a estas zonas de aguas en movimiento. La íntima relación de estos sedimentos con mar abierto está determinada por la existencia de los niveles de lutitas con una fauna normal de foraminíferos representada principalmente por los géneros *Globigerina*, *Rugoglobigerina* y *Siphogenerinoides*. La presencia de pequeños niveles lutíticos intercalados entre las arenitas finamente bandeadas son típicas de las zonas de turbulencia intermitente en la que los períodos de agitación alternan con los períodos de aguas tranquilas. En estos últimos se dejan sentir los aportes continentales, como lo revelan los restos de plantas que por suspensión pueden llegar bien adentro de la cuenca. En estos períodos tranquilos puede haber poca conexión con el mar abierto e incluso aumentar localmente la salinidad dando lugar a la precipitación de yeso.

El aislamiento y la renovación brusca con un medio francamente marino da lugar a la desaparición de la fauna y a la presencia de niveles estériles. Estas condiciones dieron lugar a la sedimentación de las lutitas oscuras, con bastante cantidad de sustancia orgánica en determinados niveles muy ricos en esporas y polen. Además se nota un claro empobrecimiento de la fauna, aunque algunas especies se presentan muy ricas en individuos. Son también frecuentes las láminas de yeso en algunas capas. Condiciones que se dan principalmente hacia la parte superior de la sucesión. De tal manera que en este sentido existe también un empobrecimiento progresivo de la fauna. La muestra 271 señala explícitamente la presencia de una fauna de tipo salobre con *Turritella* sp., *Corbula* sp., muy abundantes en individuos; formas que se encuentran mezcladas con *Globigerina*, *Rugoglobigerina* sp., y algunos Hystrichosphaeridos. Estas son en resumen las condiciones que determinaron la sedimentación del Miembro Zaragoza. Hacia el techo del mismo miembro son más frecuentes y más potentes los bancos de ortocuarcitas con cemento de calcita. La presencia de un nivel oolítico junto con las ortocuarcitas nos revela un paso gradual hacia las aguas someras y agitadas en las que se depositarán los sedimentos del Miembro La Primavera. Localmente dentro del Miembro Zaragoza se encuentran capas con fauna que indica unas condiciones particulares. Esta fauna es muy rica en individuos pero muy pobre en especies. Nos referimos a la presencia de *Turritella*

y *Corbula*, representados por una multitud de individuos a los que solamente acompaña *Natica* entre los moluscos. Esta fauna está adaptada a unas condiciones de aguas estancadas con tendencia a la salobridad. La presencia de condiciones semejantes han sido tentativamente señaladas por Petters (1955) con relación a *Siphogenerinoides bramlettei*.

El Miembro La Fría con el que termina la Formación Cimarrona, consta de unas gravas maduras asociadas con ortocuarzitas. Tanto las arenitas como los conglomerados tienen un cemento calizo de esparita, característico de aguas agitadas. La presencia de fragmentos de moluscos señalan unas condiciones de tipo litoral.

Hacia el N de la región estudiada tiene lugar un paso lateral a calizas, cambio que fue indicado por Caudri (1948 y 1950) (*). El nombre de Caliza de Guaduas que Caudri utilizó para denominar estas facies fue sustituido más tarde por el mismo autor por el nombre de Caliza de Cimarrona. Es probable que hacia el N esta sucesión de la parte superior de la Formación Cimarrona constituya una asociación ortocuarzita-carbonato. Esta facies queda ya fuera de la región que interesa en este trabajo y hasta el presente no existen datos acerca del tipo de esta caliza.

En conjunto esta litofacies del Miembro La Primavera y su continuación hacia el N parece indicar una sedimentación marginal a una superficie baja y tectónicamente bastante estable.

Vistas ya las condiciones en que se depositó la Formación Cimarrona, cabe preguntar: Cuál fue la fuente que suministró estos sedimentos? Teniendo en cuenta las condiciones litorales que indican los miembros La Fría y La Primavera, la línea de costa debía encontrarse muy cerca del límite actual del Valle del Magdalena con la Cordillera Central. Cabría en estas condiciones suponer que fue ésta la fuente de los materiales? La mayoría de las observaciones no apoyan esta hipótesis.

Llama la atención la ausencia de feldespatos en las arenas y aún en las arenitas de tipo subgrauvaca. Por otra parte los fragmentos de roca corresponden a otras arenitas más que a rocas ígneas y metamórficas. Esta característica y la presencia de chert (lidita y porcelanita), tanto en las gravas como en las arenitas, indican que los sedimentos proceden de un material sedimentario. Esto explicaría la madurez de las gravas y arenitas y en general el lavado que presentan las arenas, pues la proporción de limo + arcilla es en realidad insignificante.

El índice de desgaste de los cantos presenta valores bastante elevados lo que concuerda perfectamente con la madurez de las gravas y conglomerados. La existencia de estos últimos caracteres no prejuzga que los sedimentos hayan sufrido un largo transporte ya que en definitiva el desgaste y la forma de los cantos depende de la forma primitiva del fragmento y de otras muchas circunstancias del transporte.

En contraposición al desgaste de los cantos encontramos que los granos de cuarzo de las arenitas se presentan muy angulosos como lo demuestran los

(*) Confirmada también por Darío Barrero en comunicación personal.

valores del índice de desgaste en la figura 19. El carácter anguloso de los granos en las arenitas viene impuesto en gran parte por la corrosión del cemento calizo.

Aunque no se realizó un estudio completo de los minerales pesados las muestras analizadas en los Miembros La Fría y La Primavera presentan una asociación de rutilo, zircón, magentita e ilmenita acompañados con minerales de titanio alterados a leucoxeno. A pesar de que el rutilo y el zircón no se encuentran en grandes cantidades, esta asociación corresponde a las ortocuarcitas.

Evidentemente no es posible con estos datos obtener unas conclusiones definitivas en cuanto a la localización y fuente de los sedimentos, pero probablemente proceden de arenas y gravas que se encontraban sobre la Cordillera Central.

Un hecho evidente es que al depositarse la Formación Cimarrona tienen lugar cambios notables en el área de sedimentación: 1º) Sedimentación de aguas agitadas, posiblemente en relación con una disminución de la profundidad, que coincide con el aporte de materiales gruesos. 2º) Intermitencia de periodos de sedimentación tranquila con periodos de aguas agitadas relacionados con una tendencia a perder la comunicación directa con el medio claramente marino. 3º) Estas condiciones reflejan un período de transición que conduciría a la pérdida del régimen marino a través de las condiciones parálisis que se encuentran al N de Tocaima, en la región del Dindal-Caparrapí y en la Formación Guaduas de la Sabana de Bogotá y terminarán por imponerse unas condiciones de sedimentación continental que se mantendrán en esta región durante todo el terciario.

EDAD DE LA FORMACION CIMARRONA

La edad de la Formación Cimarrona ha oscilado desde el maestrichtiense inferior hasta el paleoceno. Estas variaciones se deben principalmente al escaso conocimiento de la fauna del cretácico superior. Sobre estas bases tampoco firmes se ha pretendido establecer una cronoestratigrafía muy detallada asignando edades demasiado precisas para una fauna muy pobre y banal. Estos errores se han ampliado al establecer correlaciones litoestratigráficas fundamentadas en una correlación paleontológica entre yacimientos, con este tipo de fauna, que además se encuentran muy separados en la escala horizontal. De aquí la impropiedad de la mayoría de las correlaciones ya señaladas anteriormente y demostradas en diversos trabajos tanto del cretácico como del terciario (Julivert, 1962 a & Porta 1962 a; Etayo, 1964).

Washburne & White (1922) fueron los primeros en asignar una edad terciaria a la Formación Cimarrona, sin dar ninguna explicación a este respecto. Stille (1907) confunde los sedimentos de la Formación Cimarrona, con el Honda superior y los incluye naturalmente dentro del terciario. Caudri (1948) es el primero en dar una edad «eocena» más que «paleocena» a la Formación Cimarrona, basada en el hallazgo de dos macroforaminíferos: *Lepidorbitoides* sp. y *Sulcoperculina vermunti*. El mismo autor en 1950 cambia la edad de la forma-

ción al maestrichtiense superior, no por el hallazgo de nuevos fósiles sino por el simple hecho de la posición estratigráfica de los sedimentos; ya que «la formación Cimarrona se superpone a la formación Umir que contiene *Siphogenerinoides bramlettei* de edad maestrichtiense». «Además el Guadalupe es esencialmente no marino mientras que el conglomerado de Cimarrona es marino y pertenece a un ciclo sedimentario diferente». Petters (1955) señala la presencia de *Siphogenerinoides bramlettei* dentro de la Formación Cimarrona y la determina como maestrichtiense. Bürgl (1957a) le asigna una edad maestrichtiense inferior con base en la presencia de *S. bramlettei*. Van der Hammen (1957b) considera los sedimentos pertenecientes a la Formación Cimarrona como Formación Guadalupe y les da una edad maestrichtiense. Van der Hammen (1958) le asigna una edad maestrichtiense inferior por la presencia de *S. bramlettei*.

Dos conclusiones se desprenden de los trabajos anteriores sobre la fauna y la edad de la Formación Cimarrona: La existencia de una fauna muy escasa y la falta de una localización estratigráfica precisa, si en cierto modo se exceptúa la fauna citada por Caudri. Ya situados en el campo paleontológico se destaca que la edad de la Formación Cimarrona gira alrededor de la presencia de *Siphogenerinoides bramlettei*. Especie que en algunas localidades de Colombia se encuentra asociada a una fauna de cefalópodos: *Coahuilites (Australospherodiscus)* aff. *C. orynskii* Bose, *Solenoceras meekianum* (Whitfield), *Spherodiscus* sp. y *Helicoceras navarroense* Shumard, (Petters, 1955). Bien conocida es la escasez y las variaciones en la dispersión estratigráfica de los cefalópodos en el cretácico superior; variaciones que se acentúan aún más en el campaniense y en el maestrichtiense, contribuyendo así al escaso valor que representan para delimitaciones estratigráficas precisas. Como ya se indicó al hablar de la zonación de los foraminíferos es preciso revisar el valor cronoestratigráfico de algunas zonas especialmente la Zona de *Siphogenerinoides bramlettei*.

La fauna de foraminíferos de la Formación Cimarrona, determinada por el Dr. Sigal y citada en las páginas anteriores, contrasta por el número de especies con la que se conocía hasta el presente. De acuerdo con el Dr. Sigal la edad de esta fauna es maestrichtiense y en el estado de los conocimientos actuales no es posible establecer una edad más precisa.

CORRELACIONES DE LA FORMACION CIMARRONA

Dos áreas es preciso tener en cuenta para las correlaciones de la Formación Cimarrona: Valle del Magdalena y Sabana de Bogotá.

Van der Hammen (1957b, plancha 2) extiende el nombre de Formación Guadalupe hasta la zona de La Paz-Chaguaní y aplica este nombre tanto a los sedimentos de la Formación Cimarrona como a los que se encuentran por debajo de ella, según se deduce de la columna estratigráfica. En la misma publicación extiende el nombre de Formación Umir hasta el NW del Dindal, localidad adyacente al área de La Paz. Evidentemente los caracteres litológicos de las dos áreas no guardan ninguna relación con las formaciones Guadalupe y Umir respectivamente. La extensión de estas unidades litoestratigráficas fuera de las áreas tipo y su aplicación a unas características litológicas diferentes, contribuyen más a la confusión que a la resolución de los problemas. El hecho de que estas diferentes series estratigráficas sean más o menos equivalentes en el tiempo no

justifica en ningún modo la extensión de un nombre que se utilizó para señalar unas características litológicas y estratigráficas determinadas. Es preciso recordar que estas correlaciones se efectuaron sobre la base de que la Formación Cimarrona estaba formada por un solo nivel de conglomerados.

De la serie de correlaciones establecidas por Van der Hammen se deduce que la Formación Cimarrona se correlaciona con la parte de la Formación Umir que contiene mantos de carbón en la zona de Lebrija (Santander). Posteriormente el mismo autor, en 1958, interpreta la Formación Cimarrona como una facies de la Formación Umir ya que hacia el N desaparece el conglomerado.

En relación con la región del Catatumbo Van der Hammen (1957 b) correlaciona la Formación Cimarrona con la parte de la Formación Colón que contiene la Zona de *Siphogenerinoides bramlettei*.

A pesar de las faunas descritas por Cushman & Hedberg (1941) y por Gandolfi (1955) no es aconsejable establecer una correlación tan precisa con el cretácico del N de Colombia. Lo mismo podemos decir con respecto a la Formación Umir del Valle del Magdalena; a pesar de que existe una lista de especies bastante grande de foraminíferos citada por Coryell & Malkin (1935) en un informe inédito. Sin embargo, esta fauna pierde una parte de su valor por no conocerse exactamente su posición estratigráfica. Esta fauna ha sido recientemente citada por Etayo (1964).

En el extremo S del Valle Medio del Magdalena la Formación Cimarrona está seguramente representada por la Formación La Tabla que se extiende por la barrera de Girardot-Guataquí hasta la Cordillera Central en la región de San Juan del Valle. No obstante una correlación nivel a nivel es por el momento imposible de establecer por la falta de datos paleontológicos.

Con respecto a la Sabana de Bogotá la Formación Cimarrona se correlaciona según Van der Hammen (1957 b) con el techo de la Formación Guadalupe y la parte inferior de la Formación Guaduas. Bürgl (1957 a) la correlaciona con la Arenisca Tierna. Van der Hammen (1958) la correlaciona también con la Arenisca Tierna.

Si se comprueba que las diferencias palinológicas entre el Guaduas inferior, medio y superior, señaladas por Van der Hammen (1954) en la Sabana de Bogotá, se registran en las demás regiones del país, por lo menos la mitad superior del Miembro La Primavera correspondería al Guaduas inferior y medio de acuerdo al análisis palinológico de la muestra 271. Esta correlación está forzosamente condicionada a las diferencias palinológicas del Guaduas en áreas externas a la Sabana de Bogotá.

Si las correlaciones de la Formación Cimarrona con las del Valle del Magdalena son difíciles de establecer, no obstante existir algunos datos paleontológicos, mucho más difíciles resultan las correlaciones con la Sabana de Bogotá donde la Formación Guadalupe y particularmente la Arenisca Tierna son prácticamente estériles. Las correlaciones de Van der Hammen y Bürgl deben pues tomarse con reserva.

Tanto en la Formación Cimarrona como en la Formación Umir se encuentran una serie de moluscos que parecen denotar unas condiciones ecológicas un poco particulares. Pero desconocemos si estas faunas tienen la misma po-

sición estratigráfica. Es posible que una exploración más a fondo permitiera aumentar el conocimiento sobre estas faunas, por lo menos desde un ángulo ecológico. Entre Girardot y Melgar y también en Usaquén existe dentro del maestrichtiense una fauna de moluscos todavía no estudiada (Bürgl, 1957 b).

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA FORMACION CIMARRONA Y FACIES

La Formación Cimarrona se extiende formando una faja que tectónicamente limita el flanco oriental de la parte S del Valle Medio del Magdalena. La extensión aproximada es de unos 45 km ya que al S de la Quebrada Guacamayas desaparece bajo el pleistoceno por la acción de la falla de Cambrás. Hacia el N se extiende por lo menos hasta Cambrás, pero a partir del Cerro Ajonjolí empiezan a adquirir mayor importancia los niveles de calizas según señaló Caudri. Más al N de Cambrás es difícil seguirla por el cambio de facies que se experimenta.

En el extremo N de la barrera de Girardot-Guataquí las facies y la estratigrafía han cambiado lo suficiente para que se pueda constituir otra unidad litoestratigráfica. Solamente se conserva el carácter detrítico del conjunto, pero mucho menos acentuado.

Se trata pues de una formación que cambia rápidamente de facies tanto hacia el N como hacia el S. En todo este sector del Valle del Magdalena la Formación Cimarrona debe representar el extremo más occidental de la cuenca cretácica en la que las condiciones locales tienen suficiente importancia para imprimir unas características particulares que se manifiestan en estos cambios de facies.

CONCLUSIONES

La Formación Cimarrona es una unidad litoestratigráfica bien delimitada y caracterizada por la abundancia de sedimentos detríticos gruesos, de naturaleza silíceo y no como un conglomerado calcáreo como indican Washburne & Whit (1922) y Van der Hammen (1958). La Formación Cimarrona da lugar al desarrollo de una cuesta que destaca morfológicamente dentro del área y constituye una faja fácil de reconocer y cartografiable. En la sección tipo tiene un espesor de 430 m y se distinguen las siguientes unidades:

En la parte inferior *el Miembro La Fría* con una potencia de 157 m. Consta de un conjunto de gravas oligomíticas con intercalaciones de arenitas de tipo subgrauvacas, con cemento principalmente ferruginoso, y bancos lutíticos con una fauna de *Globigerina*, *Globotruncana*, *Rugoglobigerina*, *Siphogenerinoides* y Ostrácodos. El grano medio presenta fuertes oscilaciones, concentrándose los valores hacia la fracción más gruesa. En todo el miembro son frecuentes las estructuras: polaridad, estratificación cruzada, ripple-marks, etc. El límite inferior es nítido y viene determinado por la primera aparición de aportes detríticos gruesos, mientras que el límite superior señala la terminación de este régimen sedimentario.

Sigue después el *Nivel de Arenitas y Lutitas* con un espesor de 127 m. Las arenitas se encuentran agrupadas formando dos pequeñas crestas separadas por una zona lutítica. Las arenitas son de tipo protocarcita y ortocarcita y tienen todavía un predominio de cemento ferruginoso en la base, pero pronto pierden este