

ALBERTO CARLOS REGAIRAZ

RASGOS GEOMORFOLOGICOS Y EVIDENCIAS DE FENOMENOS
DE NEOTECTONICA EN LA HUAYQUERIA DEL ESTE
(MENDOZA). PRIMERA CONTRIBUCION A
SU CONOCIMIENTO.

I. GENERALIDADES

Los trabajos de investigación geológica realizados con anterioridad al año 1971 sobre determinadas zonas de la Huayquería del Este¹, situadas al sur del curso medio del río Tunuyán, pusieron al suscripto, en diferentes ocasiones, en contacto directo con llamativos fenómenos de carácter geomorfológico. Dichos fenómenos despertaron, en su momento, una serie de lógicas inquietudes, figurando entre ellas el anhelo de poder llegar a precisar las causas principales por las cuales se originaron algunas de las formas típicas del relieve, que pueden observarse hoy, sobre los planos topográficamente más altos de la Huayquería. Con ese propósito y en fecha relativamente reciente —años 1971 y 1972— se procedió a verificar la exactitud de las observaciones anteriormente efectuadas sobre dicha región. Los nuevos datos recogidos en esta ocasión, que posteriormente fueron clasificados, estudiados y valorados convenientemente, provienen no solamente de la superficie sino también del subsuelo de la Huayquería. Se destaca este último hecho por considerarse que, en muchos casos, sin los correspondientes datos del subsuelo es difícil interpretar correctamente ciertos procesos del desarrollo geomorfológico de una determinada zona.

¹ La Guayquería del Este es conocida también con el nombre de Huayquería o Guayquería de Tunuyán o de San Carlos. En algunos mapas figura como "Sierra de Tunuyán" o "Sierra de la Guayquería".

Las zonas investigadas son: La Ventana, Punta de las Bardas-Vacas Muertas, Río Viejas, Carrizal, etc.

Se espera que las conclusiones derivadas del análisis de toda la información recopilada ayuden, en el futuro, a tener un conocimiento más amplio sobre las formas que integran el relieve actual de esta atractiva región. Dentro de dicho conocimiento están involucrados: 1) la descripción del relieve, 2) las causas que influyeron para originar dichas formas y 3) las etapas de evolución sufridas por las mismas, desde su creación hasta el momento actual, incluyendo los procesos que tuvieron lugar durante su modelado.

En coincidencia con esta nueva etapa de observaciones, cuyo objetivo no es solamente la investigación geomorfológica local sino también su futura proyección regional, se utilizaron, a los fines del trabajo los siguientes elementos: 1) *relevamiento geológico superficial*; 2) *fotos aéreas*, tomadas desde 7.000 m de altura, escala 1:25.000; 3) *mosaico fotográfico* en escala 1:75.000; 4) *información moderna del subsuelo* (acopio de datos obtenidos durante los controles geológicos de 420 pozos petrolíferos, cuyas profundidades oscilan entre los 2.200 y 3.000 m bajo la superficie del suelo); 5) *serie de datos relacionados con la composición litológica, la sucesión estratigráfica y la edad relativa de cada una de las formaciones* existentes desde la superficie hasta los 3.000 m de profundidad; 6) *testimonios suministrados por los estudios de perfiles del subsuelo*, obtenidos mediante modernos instrumentos de registro automático (perfiles eléctricos, sónicos, radioactivos, etc.); 7) *información suministrada por trabajos geofísicos*: relevamientos aeromagnetométricos y sísmicos. (En su conjunto la combinación de los datos de los ítem 6 y 7 sirven para tener una idea más clara acerca de la conformación estructural del subsuelo, es decir conocer mejor las deformaciones tectónicas profundas).

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA EVOLUCION GEOMORFOLOGICA
DE UN SECTOR DE LA HUAYQUERIA DURANTE EL CUATERNARIO

I	Puntos	A-3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II	Distancias parciales	0	216.00	157.00	80.15	59.85	14.90	121.85	72.15	177.00	21.30	142.20
III	Distancias acumuladas	0	216.00	373.00	453.15	513.00	527.90	649.75	721.90	498.90	920.20	1062.40
IV	Cotas metros sobre el nivel del mar	1091.98	1090.38	1091.25	1090.86	1087.93	1084.17	1082.23	1090.61	1090.69	1087.41	1080.96

I	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
II	54.50	208.00	139.00	176.00	51.55	192.35	73.10	235.00	96.00	124.00	25.00	24.00	20.30
III	1116.90	1324.90	1463.90	1639.90	1691.45	1883.80	1956.90	2191.90	2287.90	2411.90	2436.90	2460.90	2481.20
IV	1091.91	1092.38	1092.51	1092.69	1087.17	1087.93	1093.98	1096.52	1096.71	1093.27	1095.82	1095.89	1093.09

I	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
II	44.30	17.40	210.00	81.15	108.75	30.10	135.95	108.00	64.30	236.45	83.25	200.00	22.30
III	2525.50	2542.90	2752.90	2834.05	2942.80	2972.90	3108.85	3216.85	3281.15	3517.60	3600.85	3800.85	3823.15
IV	1094.28	1097.06	1098.12	1093.65	1092.01	1098.01	1100.95	1100.36	1093.91	1097.60	1105.64	1105.77	1103.39

I	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
II	54.05	38.65	196.00	237.00	23.00	136.00	37.50	20.00	51.80	53.20	204.00	59.00	40.20
III	3977.20	3915.85	4111.85	4348.85	4371.85	4507.85	4545.35	4565.35	4617.15	4670.35	4874.35	4933.35	4973.55
IV	1103.95	1107.90	1109.79	1110.43	1107.59	1106.49	1111.51	1107.54	1107.60	1112.29	1114.55	1113.44	1108.23

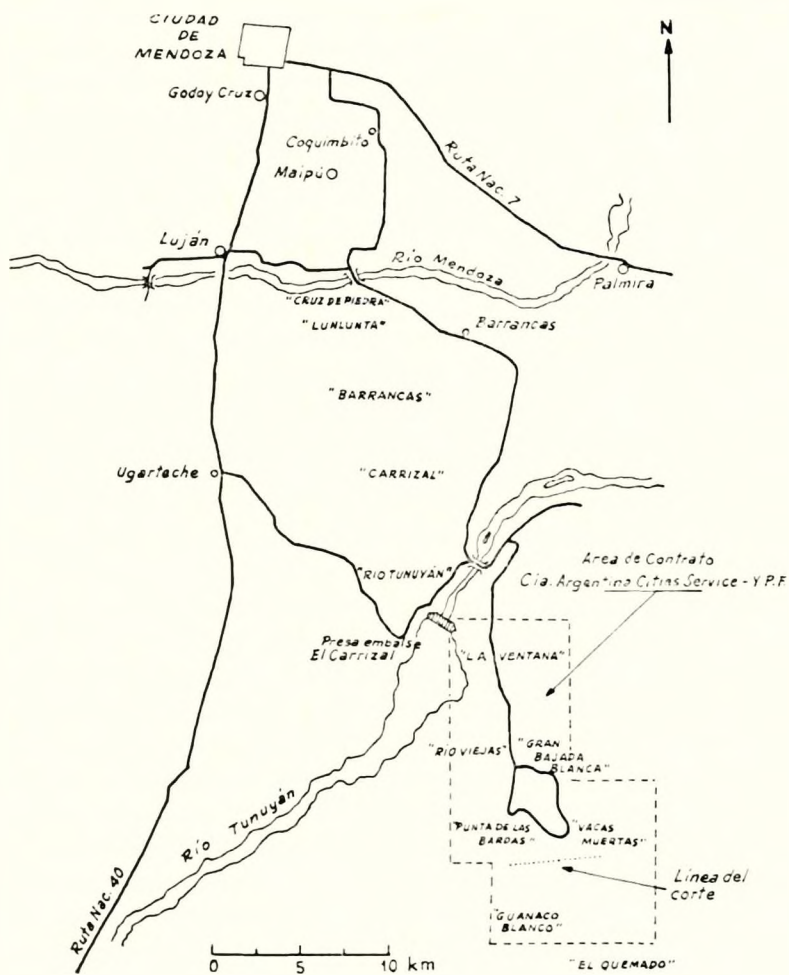
I	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
II	31.80	36.15	43.85	33.05	25.95	43.50	66.50	104.00	163.30	31.50	36.40	36.50	66.90
III	5005.35	5041.50	5085.35	5118.40	5144.35	5187.85	5254.35	5358.35	5521.65	5553.15	5589.55	5626.05	5692.95
IV	1114.10	1108.87	1114.80	1109.67	1112.42	1104.50	1114.24	1114.52	1101.98	1107.27	1100.23	1104.99	1093.89

I	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	V. M. 9
II	185.00	27.90	165.90	24.80	66.20	135.40	33.60	269.50	204.90	183.60	112.35
III	5877.95	5905.85	6071.75	6096.55	6162.75	6298.15	6331.75	6601.25	6806.15	6989.75	7102.10
IV	1099.95	1097.92	1102.32	1095.55	1100.47	1090.19	1099.84	1086.63	1083.54	1074.58	1060.44

II. UBICACIÓN DE LA ZONA ESTUDIADA

La zona seleccionada para efectuar el corte topográfico, que posteriormente será analizado con criterio geomorfológico, está situada sobre el sector sur de la denominada "Área de Contrato" (contrato entre Y.P.F. y una compañía particular).

El "Área de Contrato", que abarca una superficie estimada en 480 km², ocupa una región situada sobre la margen derecha del río



Tunuyán, en pleno ambiente de la Huayquería del Este. Como puede apreciarse muy bien en el gráfico de orientación (Fig. 1) esta región está situada al sur de la ciudad de Luján de Cuyo, a unos 70 Km aproximadamente al SSE de la ciudad de Mendoza y cerca del extremo SE del embalse "El Carrizal".

III. VÍAS DE ACCESO A LA ZONA

Las vías de acceso a la zona están representadas por:

1º) Ruta Nacional nº 40. Desde la ciudad de Mendoza se debe tomar la Ruta Nacional nº 40 hacia el sur hasta llegar frente a Ugarteche. En ese punto se desvía a la izquierda para seguir por el camino pavimentado que conduce al embalse El Carrizal. Se continúa por esta ruta hasta alcanzar el dique Medrano. Allí se debe atravesar el puente tendido sobre el río Tunuyán y continuar luego por unos 500 m, hacia el E. hasta encontrar el primer camino de tierra, que se abre a mano derecha. Prosiguiendo la marcha por este último se llega, directamente, al extremo norte del área de interés.

2º) La otra posibilidad de arribar a la zona está representada por la utilización del circuito que une Mendoza, Coquimbito, Cruz de Piedra, Puente sobre el río Mendoza, Barrancas, Dique Medrano, Puente sobre el río Tunuyán, y, por último, el camino de tierra antes citado que pasa frente a la zona de La Ventana, Punta de las Bardas y conduce directamente a las zonas topográficamente más altas de la Huayquería, dentro del "Área de Contrato".

IV. OBJETO DEL TRABAJO

Este trabajo, sobre la Huayquería del Este, tiene el carácter de investigación previa de tipo local. Constituye, sin embargo, la primera contribución para un futuro plan de estudios, de índole regional, a ser desarrollado en varias etapas y cuyo fin será proveer un conocimiento, lo más completo posible, acerca de la geología y geomorfología de todo el piedemonte mendocino. Con esta publicación, cuyo eje principal lo constituyen el corte topográfico (Fig. 2) y el esquema evolutivo de la Huayquería (Fig. 3) se pretende fundamentalmente lo siguiente: 1º) demostrar la existencia de movimientos tectónicos muy recientes, ocurridos en el Cuaternario, los cuales, en la terminología geotectónica moderna, son catalogados como fenómenos de "Tectónica Moderna", "Tectónica Viviente" o "Neotectónica"²; 2º) evidenciar la importancia direccional que esos movimientos han tenido ulteriormente, durante los procesos geomórficos que dieron lugar a la elaboración del relieve, sobre las zonas altas de la Huayquería.

En consecuencia, y ampliando lo antes expresado, lo que se quiere demostrar, dentro de un ordenamiento de los objetivos principales y

² GORSHKOV, G.; YAKUSHOVA, A., *Geología General*, Moscú, Editorial Mir, 1970, p. 444-447.

secundarios de carácter geomorfológico, vinculado a la Huayquería, es lo siguiente:

1º) Señalar la presencia de rocas exclusivamente sedimentarias, pertenecientes al Terciario y Cuaternario.

2º) Indicar la ausencia del Primer Nivel Pedemontano.

3º) Registrar la presencia del Segundo Nivel Pedemontano. Los sedimentos pertenecientes a este nivel están bien desarrollados sobre la alta Huayquería.

4º) Destacar la tectonización de los sedimentos asociados al Segundo Nivel Pedemontano, los cuales, en esta región, se disponen formando un amplio abovedamiento que, en parte, pasa a pliegue anticlinal asimétrico y suave.

5º) Demostrar que, como consecuencia de ese plegamiento, ocurrido durante el Cuaternario, sobre la primitiva red de avenamiento de las aguas se inscribió una nueva de escurrimiento, con cauces e interfluvios bien definidos. La última red de avenamiento llegó a tener mayor jerarquía que la primera, e, incluso, algunos de los nuevos cauces adquirieron rumbos completamente diferentes a los originales.

V. RAZONES PARA SELECCIONAR DETERMINADA ZONA

El relevamiento topográfico, que posteriormente permitió confeccionar un corte detallado de la superficie actual, mostrando el relieve con sus eventuales desigualdades, se planeó realizarlo en un determinado sector, sobre la zona más alta de la Huayquería. Ese sector se relacionaba con una zona donde se han desarrollado dos importantes yacimientos petrolíferos, conocidos como Punta de las Bardas y Vacas Muertas.

La elección del sitio para efectuar ese relevamiento se basó en algunas de las razones que se exponen a continuación:

1º) El corte concordaba, sobre el terreno, con la ubicación aproximada de 16 pozos ya perforados (Pozos: A-B-C, hasta P. inclusive, del perfil representado en la figura 2).

2º) Al sur y al norte de la línea del corte existía muy buena y abundante información de la superficie y del subsuelo. Dicha información provenía del mapa geológico superficial y de datos del subsuelo correspondientes, en su mayoría, a más de un centenar de pozos allí perforados.

3º) La línea del corte atravesaba, transversalmente, el rumbo norte-sur de los ejes de las estructuras existentes no sólo en profundidad sino

también en superficie. (Las estructuras de profundidad están construidas sobre formaciones que estratigráficamente pertenecen al Terciario, Cretácico, Jurásico, Triásico y Paleozoico).

4º) El trazado del corte topográfico se disponía, asimismo, en forma normal al rumbo de numerosos valles secos —“cañadones”, en el sentido de los lugareños y “Uadis”, según la terminología geomorfológica— enclavados sobre los sectores más altos de la Huayquería.

5º) Sobre amplios sectores de la zona alta de la Huayquería, observando desde el oeste hacia el este —es decir desde Punta de las Bardas hacia Vacas Muertas— se notaba, a simple vista, y muy nítidamente, como la superficie más alta, correspondiente al techo de la formación La Invernada, topográficamente ascendía, en forma aparentemente escalonada, hacia el este. Este fue uno de los hechos que más poderosamente llamó la atención. En efecto, lo lógico era que la pendiente regional del Segundo Nivel Pedemontano (Fm. La Invernada) siguiera allí un declive normal, paulatinamente descendente desde el oeste al este, y no que se produjera lo contrario, es decir un ascenso. En esa zona se estaba indudablemente frente a un típico ejemplo de declive, contrario a la pendiente regional original, es decir una zona con contrapendiente o un contra-regional.

6º) En esta zona se observa, claramente, la presencia de extensas zonas planas, terrenos que estaban constituidos por materiales gruesos, en su mayoría gravas y guijarros (conglomerados), que representaban ejemplos típicos de sedimentación de tipo fluvial, asociado a un sistema de escurrimiento de las aguas de tipo mantiforme o laminar (“Sheet Flood”).

7º) Desde el oeste y hacia el este se alternaban, sobre la superficie más alta del Segundo Nivel Pedemontano y con rumbos decididamente norte-sur hasta SE-NW a SW-NE, una serie de profundos valles con cauces secos (“Uadis”). La mayoría de ellos se caracterizaban por presentar un largo de varios kilómetros y anchos que variaban entre decenas y varios centenares de metros (hasta 300 m o más). Todos ellos habían sido excavados sobre niveles del Cuaternario o bien sobre sedimentos más blandos del Terciario Superior. (Estos valles eran el resultado de la erosión por aguas en movimiento asociadas a un escurrimiento encauzado, de tipo lineal).

8º) En todo el sector abarcado por el corte era muy clara la relación existente entre los interfluvios —generalmente planos— con los lechos, enclavados en el fondo de los respectivos valles.

9º) Esta zona de la Huayquería suministraba una idea notoria acerca de la magnitud de la acción de la erosión sobre los valles. Esta acción erosiva involucraba el fenómeno tanto en su sentido horizontal como vertical (zapamiento lateral y profundización de los cauces).

10º) El fenómeno de incisión de los cauces y erosión lateral de los mismos sobrevino como consecuencia directa de la tectónica, es decir del proceso de abovedamiento de la región, por acción de la "Neotectónica". Lógicamente, se pensó que la Huayquería constituía un interesante ejemplo donde se podía mostrar, en forma muy didáctica, el proceso de mente se apoyó sobre un amplio conocimiento geológico regional, fue lucha existente entre las fuerzas de la dinámica interna (Neotectónica) y las fuerzas de la dinámica externa (erosión). La primera con tendencia a la creación de relieves y la segunda procurando destruir y planizar ese relieve (en ese sentido la Huayquería aún no ha llegado a su estado de total equilibrio, es decir constituye un relieve maduro que no ha alcanzado su etapa de vejez).

11º) Se concibió que si gráficamente se reconstruyera la inclinación inicial u original de la superficie del Segundo Nivel Pedemontano, en su relación de unión con el frente cordillerano, desde el oeste hacia el este, inmediatamente después de su elaboración, quizás podría llegarse a tener una idea aproximada acerca de la magnitud del movimiento ascensional que durante el Cuaternario tuvo lugar por efecto de la neotectónica.

VI. MÉTODO DE TRABAJO UTILIZADO

Ante la falta de un mapa topográfico, en escala apropiada para la índole del trabajo planificado, se optó por encarar éste mediante la utilización de un teodolito. Es obvio destacar que el empleo de tal instrumento, en el campo, como así también el número de puntos detectados, otorga al estudio la máxima precisión que se puede exigir para este tipo de trabajo.

Resumiendo, la tarea de investigación geomorfológica, que básicamente se apoyó sobre un amplio conocimiento geológico regional, fue planificada de acuerdo al siguiente esquema:

1º) Dentro de una región de la Huayquería, de casi 500 kilómetros cuadrados de superficie, que previamente había sido recorrida por el suscripto en toda su extensión, se seleccionó un sector determinado. La elección de dicho sector se basó sobre el hecho de que el mismo presentaba características especiales, las cuales ya han sido detalladamente señaladas en el capítulo V precedente. (Numerosas perforaciones ali-

neadas, determinadas particularidades geológicas, ilustrativos fenómenos geomorfológicos, etc.).

2º) Una vez elegida la zona y dentro de ella precisada la franja de máximo interés, se estudió por donde debería trazarse la línea topográfica. Se optó por un sector de rumbo este-oeste estimándose que su recorrido debería superar, como mínimo, los 7 kilómetros de longitud. Se adoptó este procedimiento con el fin de poder incluir en el corte el máximo posible de fenómenos típicos de la región.

3º) Sobre el alineamiento elegido y a partir del punto trigonométrico A - 3 del perfil, situado en el oeste de la zona, se señalaron directamente sobre el terreno un total de 73 puntos. Esos puntos, nº 1 - 2 - 3 - 4, etc, hasta el 73 inclusive, ya habían sido seleccionados durante un reconocimiento previo, asignándoseles a los mismos carácter de "puntos guías" o "puntos claves".

4º) Esos 73 puntos, señalados convenientemente, fueron localizados en el campo mediante la ayuda de un teodolito. Para cada uno de ellos se calcularon las distancias como así también la altura sobre nivel del mar.

5º) Habiéndose efectuado los cálculos correspondientes y disponiéndose de distancias entre los puntos, como así también de las cotas concernientes a los 73 puntos seleccionados, se procedió a determinar, sobre la línea del perfil, la ubicación de otros 16 puntos nuevos. Estos últimos representaban las posiciones de los 16 pozos localizados cerca o muy próximos a la línea del corte.

6º) Los 16 puntos nuevos, que por trabajos previos de topografía ya tenían sus respectivas cotas y coordenadas, fueron individualizados en el corte con las: A - B - C - D - ... hasta P inclusive. La posición de las letras A - B - C - D - E - F y G coinciden con sondeos ubicados en la zona de Punta de las Bardas. Las letras H - I - J - K - ... hasta la P inclusive, corresponden en cambio a la zona de Vacas Muertas.

7º) Aprovechando las cotas de los 89 puntos (16 de los pozos y 73 de los puntos independientemente acotados) se procedió a elaborar el perfil definitivo. Como se aprecia en el gráfico adjunto (Fig. 2) el mismo refleja, con gran precisión, la topografía existente en el sector alto de la Huayquería.

8º) En una primera tentativa se había utilizado, para la presentación gráfica, la escala horizontal 1 : 10.000 y la escala vertical 1 : 5.000; pero, luego de un análisis crítico, se consideró que sería más interesante cam-

biar la escala vertical de 1:5.000 a 1:1.000, manteniendo la escala horizontal primitiva. En consecuencia se estableció una relación 10 veces mayor de la escala vertical con respecto de la horizontal. En esta forma se magnificó el fenómeno tectónico, confiriéndole al gráfico una mayor claridad en cuanto se refiere a la interpretación de los fenómenos que se querían puntualizar.

VII DESCRIPCIÓN DEL CORTE TOPOGRÁFICO Y CONSIDERACIONES GENERALES

Se piensa, y con bastante fundamento, de acuerdo al conocimiento regional y a la experiencia personal que se tiene del "Área de Contrato" y zonas vecinas, que el corte que se analizará puede representar, desde el punto de vista geomorfológico, una especie de "corte tipo" o "corte piloto". Se considera que esta apreciación puede tener validez, o aplicabilidad, en los casos en que se pretenda interpretar algunos de los rasgos dominantes del relieve desarrollado sobre amplios sectores de las zonas topográficamente más altas de la Huayquería del este.

A continuación, y en forma ordenada, se enumerarán los elementos más importantes representados en el corte y algunos de los hechos que puedan deducirse de su análisis.

1º) *Ubicación del corte*: se localiza sobre el extremo sud-este de la llamada "Área del Contrato".

2º) *Longitud del mismo*: tiene más de 7 kilómetros de largo (7.102 m).

3º) *Rumbo del corte*: ha sido trazado con un rumbo casi este-oeste.

4º) *Número de puntos ubicados sobre el terreno*: hay 73 puntos estratégicamente ubicados. En el corte se los identifica con los números 1 al 73.

5º) *Número de locaciones de pozos proyectados en el corte*: hay un total de 16 pozos utilizados. En el gráfico se los identifica con las letras A - B - C - D... hasta P inclusive. El orden de enumeración de los puntos del ítem 4º, como los del ítem 5º, es de izquierda a derecha (de oeste al este), es decir de Punta de las Bardas hacia Vacas Muertas.

6º) *Número total de puntos con determinación de alturas (m.s.n.m)*: el total de puntos con cotas topográficas determinadas con teodolito es de 89 (corresponden 16 a las explanadas de los pozos y 73 a los puntos independientemente elegidos por el autor sobre el terreno).

7º) *Nivel de referencia para el corte*: se adoptó aquí la línea correspondiente a 1.000 m.s.n.m. De acuerdo a lo que se observa en el corte

la mayor parte de la zona representada está por encima de esa altura. La excepción está constituida por un sector situado sobre el borde oriental del corte (a partir del punto nº 73 hacia el este).

8º) *Distancias parciales*: en las planillas que se acompañan están claramente consignadas las distancias existentes entre uno y otro punto. Esto es válido solamente para los 73 puntos antes mencionados en el ítem 4º, pero no lo es para los del ítem 5º.

9º) *Distancias totales*: aquí es válido todo lo expresado para el ítem 8º.

10º) *Zonas abarcadas en el corte*: en el corte están comprendidos sectores de Punta de las Bardas, al oeste, y sectores de Vacas Muertas, al este.

11º) *Diferencias altitudinales dentro del corte*: ya se expresó, en el ítem 7º, que la superficie de la parte alta de la Huayquería excede la altura de 1.000 m s n m. El sector topográficamente más elevado coincide con el punto 52 del corte. Dicho punto, con cota 1.115 m, concuerda con una de las lomas de la zona de Vacas Muertas.

La zona topográficamente más baja hacia el oeste del punto 52 se relaciona al punto 10. Este está situado dentro del cauce, sobre el fondo de un valle o uadi longitudinal. Se registra allí 1.081 m.

La zona topográficamente más baja hacia el este del punto 52 corresponde al de la ubicación del pozo Q, con 973 m. (En realidad la zona más hundida se sitúa al este del pozo Q, pero allí no hay establecido ningún punto de control exacto, por eso no se cita).

En consecuencia, se deduce que, desde la locación nº 52 hacia el oeste, hasta el punto nº 10, se tiene una diferencia de altura de 34 m. Hacia el este, en cambio, desde el punto 52 al pozo Q, se registra una diferencia altitudinal de 142 m. Este valor representa la máxima desnivelación registrada en la zona del corte.

12º) *Litología de las rocas aflorantes*: asociadas a los sectores que en el corte representan las zonas más altas de la Huayquería se disponen capas sedimentarias, grisáceas, conglomerádicas, con espesores variables entre uno y varios metros. Estos materiales gruesos afloran coronando las partes superiores de las vertientes, dentro de los valles secos. Cubren a sedimentos limosos, más blandos, de colores claros, pardo amarillentos. Entre esos niveles limosos suelen entremezclarse intercalaciones tobáceas, arenosas, y lentes de conglomerados medianos a chicos.

13º) *Edad de las formaciones aflorantes*: en la zona del corte solamente tienen importancia dos formaciones sedimentarias. La primera, la

superior, conglomerádica y más moderna, corresponde al Cuaternario. La segunda más antigua y subyacente a la primera, está constituida por sedimentos pertenecientes al Terciario Superior.

14º) *Fenómenos Tectónicos*: tanto los sedimentos pertenecientes al Terciario como los del Cuaternario han sido perturbados en su primitiva disposición sedimentaria. Ambas unidades han sufrido una serie de deformaciones tectónicas figurando, entre estas deformaciones de carácter estructural, las siguientes:

a) *Sistemas de grietas*: o sea aberturas del terreno con trazados irregulares. Estas grietas han sido originadas por esfuerzos de tracción generados como consecuencia de empujes tectónicos profundos, de tipo vertical (ascensos de "montañas enterradas"). Estas grietas afectan a los terrenos del Cuaternario y Terciario Superior, ocasionando fuertes pérdidas de fluidos durante las tareas de perforación de los pozos³. Estas fracturas tienden a desaparecer en profundidad y ya en los terrenos del Terciario Inferior y formaciones subyacentes no se las vuelve a encontrar.

b) *Sistemas de fallas normales*. Estas fallas normales, de tipo longitudinal, oblicuo y transversal, son frecuentes en la zona. Ellas no solamente afectan a las formaciones del Terciario sino también a los sedimentos del Cuaternario (en el gráfico no han sido representadas debido a que serán motivo de un futuro informe).

c) *Abovedamiento estructural*. Este abovedamiento afecta a las formaciones del Terciario y Cuaternario, formaciones que se presentan con una disposición de sus capas en forma de amplio y suave pliegue anticlinal, con una ligera asimetría de su flanco oriental. El fenómeno está bien representado en el gráfico correspondiente. La zona axial del pliegue, que se caracteriza por tener su eje con rumbo norte - sur, queda comprendida entre los puntos 47 a 57 del corte. Por su asimetría, el flanco oriental presenta los estratos con una inclinación más fuerte que aquellos correspondientes al flanco occidental.

15º) *Datación del fenómeno tectónico*. Al observar el gráfico correspondiente a la figura 2 es fácil deducir que el último movimiento tectónico sobrevenido en la región afectó no solamente a los niveles del Terciario sino también a los sedimentos del Cuaternario. En consecuencia es lógico inferir que este movimiento es extremadamente joven y que sobrevino indiscutiblemente en un determinado momento del Cuaternario, que es

³ VIDELA LEANIZ, J. R.; REGAIBAZ, A. C., *Aplicación Práctica de la Aero-Geología en la Búsqueda de Acumulaciones de Petróleo en la zona Norte de la Huayquería de Mendoza*, en Acta Geológica Lilloana, tomo VII, p. 407-424, tomo III de las Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, 1965, Tucuman, p. 413.

posterior a la elaboración del Segundo Nivel Pedemontano. Se está aquí, en el ambiente de la Huayquería, frente a uno de los lugares clásicos para ver las pruebas claras acerca de la extremada juventud de la tectónica regional andina. Es indudable que las etapas de creación de esta estructura —en su momento— deben haber conmovido intensamente a todo el piedemonte andino de Mendoza. El gráfico muestra, en forma concluyente, un ejemplo clásico de neotectónica.

16^o) *Fenómenos de erosión sobre la zona alta de la Huayquería.* Desde el punto de vista de la magnitud de los relieves hoy existentes en la Huayquería el acontecimiento tectónico antes citado —item 15— constituye, sin ninguna duda, uno de los fenómenos más importantes o de mayor jerarquía geomorfológica dentro de la Huayquería. En segundo lugar, con el mismo criterio, figuran numerosos escarpes o barrancos con típicos “Bad Lands” y una serie de valles extensos y anchos, encajados, ya sea dentro de sedimentos del Cuaternario ya sea dentro del Terciario⁴. Estos valles, con fondos generalmente chatos, donde se inscriben los lechos y sus respectivos cauces secos, son formas de erosión o degradación asociados al escurrimiento de las aguas provenientes de las lluvias o del derretimiento de la nieve, en determinadas épocas, algunas de ellas más húmedas que la actual. Sobre los planos altos de la Huayquería estos uadis o cañadones, encajonados y secos durante la mayor parte del año, se extienden a lo largo de varios kilómetros, antes de desembocar y expandirse sobre los planos bajos de la Huayquería. Tanto los valles de las zonas altas de la Huayquería como los de las zonas bajas de la misma están asociados al sistema de drenaje que se desarrolla sobre la margen derecha del tramo medio del río Tunuyán (el río Tunuyán constituye aquí el nivel de base local).

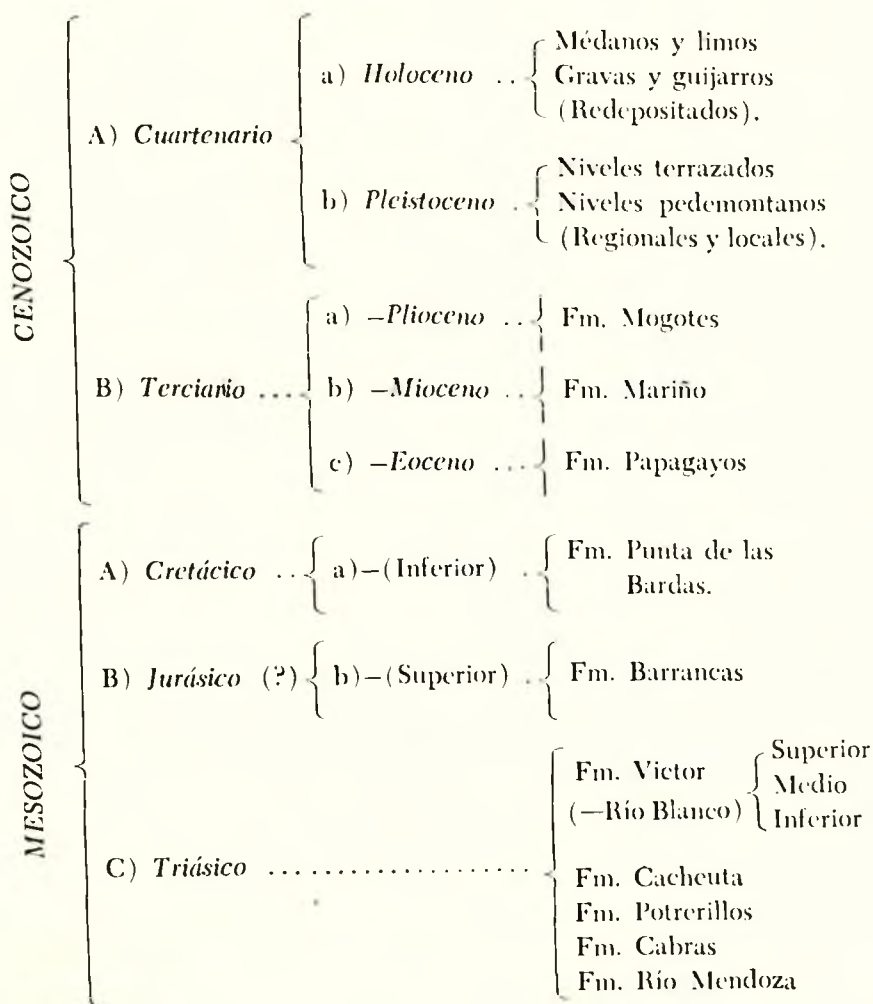
VIII ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA

La zona del corte topográfico se localiza dentro de la llamada “Área de Contrato”, área que a su vez está situada en pleno ambiente de la Huayquería del este. Esta unidad geomorfológica, geológicamente forma parte integrante de la gran cuenca de sedimentación Mesozoico-Cenozoica del norte de Mendoza. En el sector donde se efectuó el corte, como ya se expresara anteriormente, afloran nada más que sedimentos pertenecientes al Terciario Superior y Cuaternario. El resto, es decir los complejos más antiguos, están sepultados debajo de esas formaciones más jóvenes.

⁴ La explicación acerca de la relación existente entre las dislocaciones tectónicas del subsuelo, las pérdidas de inyección durante las perforaciones y la implantación de la red de drenaje y sus rumbos particulares, serán objeto de otro trabajo (Segunda Contribución al conocimiento de la Huayquería).

nes. La potente sucesión sedimentaria no expuesta en la superficie de la Huayquería, pero si desarrollada en el subsuelo, está constituida por mas de 3.000 m de espesor de sedimentos. Esas formaciones sedimentarias comprenden unidades estratigráficas que van desde el Paleozoico Inferior (Cambro - Ordovícico) hasta el Cuaternario. Incluyen, en consecuencia, formaciones pertenecientes al Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

El conocimiento de las formaciones geológicas, sepultadas en el subsuelo de la cuenca norte de Mendoza, se ha logrado gracias a las profundas perforaciones ejecutadas en la zona de estudio, como así también en otras regiones de la cuenca. De acuerdo con las investigaciones hasta hoy realizadas se considera que, para el área de la Huayquería, la sucesión estratigráfica normal sería la siguiente:



PALEOZOICO:	A)–PERMICO	No diferenciada
	B)–CARBONIFERO	" "
	C)–DEVONICO	" "
	D)–SILURICO	" "
	E)–ORDOVICICO	" "
	F)–CAMBRICO	" "
PRE CAMBRICO:		"BASAMENTO"

IX. LITOLOGÍA DE LAS FORMACIONES AFLORANTES.

Es necesario destacar que del total de las formaciones depositadas en la cuenca del norte de Mendoza solamente afloran, en la zona de estudio ("Área de Contrato"), unos 100 á 200 m de sedimentos, como máximo. Ello significa que en la superficie están expuestas solamente las porciones más altas de toda la columna estratigráfica, que como se sabe supera los 3.000 m de potencia. En consecuencia el resto de la sucesión estratigráfica, integradas por formaciones del Terciario (Plioceno + Mioceno + Eoceno), del Cretácico, Jurásico y Triásico, se encuentran ocultas en el subsuelo, debajo de los sedimentos más modernos que afloran, que pertenecen al Terciario Superior y al Cuaternario.

Ahora bien es obvio destacar que, desde el punto de vista de la investigación geomorfológica de la Huayquería, para este caso particular solamente interesa conocer la litología de las formaciones estratigráficas que afloran en la zona. Por tanto, el interés se centrará únicamente sobre los sedimentos del Terciario Superior (Plioceno) y sobre las sedimentitas pertenecientes al Cuaternario (Pleistoceno).

1º) *CUATERNARIO*: En el área de corte el Cuaternario está bien representado únicamente por la formación asociada al Segundo Nivel Pedemontano, la cual estratigráficamente corresponde a la Formación "La Invernada" ⁵ y geomorfológicamente al "Glac's Principal" ⁶

Sobre el plano de los lechos de algunos de los valles secos se observan sedimentos fluviales entremezclados, en parte, con materiales eólicos. Todos ellos con muy poco desarrollo y por lo tanto sin marcada significación geomorfológica especial, motivo por el cual en este trabajo no serán tratados con más detalles.

Por el momento a la formación La Invernada se le atribuye edad pleistocénica, considerando que puede pertenecer al Pleistoceno Medio.

⁵ POLANSKI, J., *Estratigrafía del Pleistoceno pedemontano entre ríos Diamante y Mendoza*. (Provincia de Mendoza), Rev. Asoc. Geol. Arg., T. XVII, Nº 3-4, Buenos Aires, 1963.

⁶ VIERS, G., *La morfología del piedemonte andino en la Pcia. de Mendoza*, Bol. Est. Geográficos, Vol. XIII, Nº 52, Mendoza, Inst. de Geografía, 1966.

Los materiales que constituyen la formación citada están, en su mayor parte, representados por gravas y guijarros irregularmente compactados (Conglomerados). Sus tamaños oscilan entre pocos cm (2 cm) y el tamaño de un puño (5 á 10 cm). En algunas ocasiones llegan a tener hasta casi 20 cm de diámetro. En casos excepcionales se encuentran bloques de tamaño mediano y grande. Entre los últimos se encuentran algunos que superan en mucho el metro cúbico. Así por ejemplo, en el punto 727 del levantamiento geológico de Huayquería, realizado por YPF durante el año 1955, se cita el hallazgo de un bloque de 5,50 m, por 4,00 m, por 4,00 m. Esto representa un volumen aproximado de 88 m³ y traducido en peso significa, aproximadamente, unas 230 toneladas. La presencia de estos enormes bloques, sobre los planos altos de la Huayquería, llevó a algunos autores a pensar en la posibilidad de que ellos fueran bloques erráticos, es decir vinculados a procesos de glaciación lo que se descarta hoy por completo y a esos bloques se les atribuye un origen fluvial exclusivamente. Se destaca que en la zona de El Zampal, al este de la zona estudiada, se han encontrado bloques que superan en tamaño al ya citado, calculándose para uno de ellos, un peso de 375 toneladas ⁷

La matrix del conjunto conglomerádico de la formación La Invernada está constituida por material arenoso y en algunos niveles se observa material intersticial calcáreo y yesoso. Estas últimas substancias confieren mayor compactidad al conjunto. Los clastos conglomerádicos están representados por gravas y guijarros, provenientes del ambiente andino: granito, pórfidos, porfiritas, andesitas, basaltos, cuarcitas, grauvacas, esquistos, calizas y escasos rodados de cuarzo blanco, lechoso, etc. Sobre muchos de ellos se observan típicas pátinas del desierto, elementos de juicio que nos están hablando de que la zona ha experimentado los efectos de un clima extremadamente árido, de tipo desértico. El color de conjunto de toda esta formación conglomerádica es gris claro a gris oscuro. Ella se dispone en relación de discordancia angular sobre las capas subyacentes del Terciario. El espesor total de la formación es variable pudiendo oscilar entre 5 y 10 m, según las zonas.

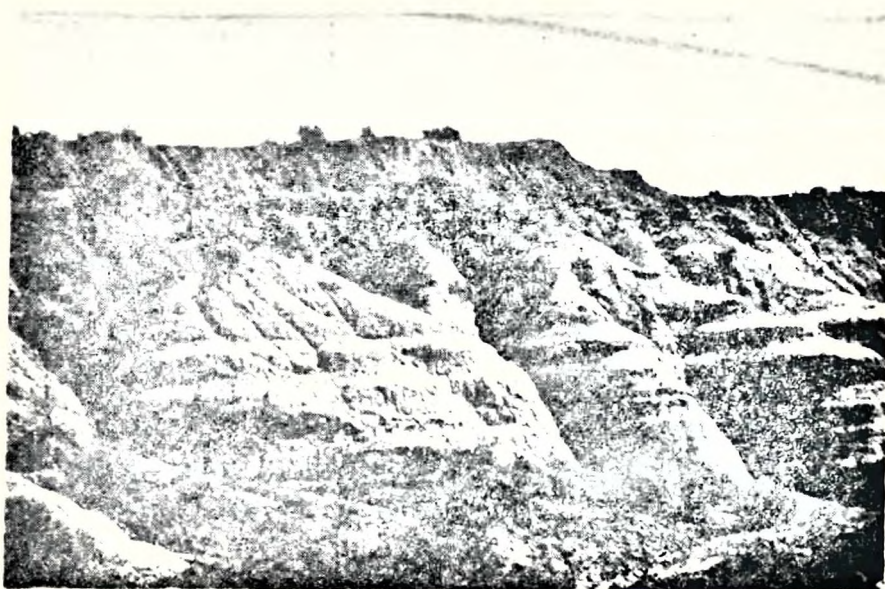
Desde el punto de vista geomorfológico, los materiales de la formación La Invernada tienen importancia, ya que actúan como elemento protector de las formaciones subyacentes, blandas, del Terciario Superior (Fm.

⁷ IRIGOYEN, M., cita la presencia de grandes bloques en las Lomas Puntudas, al NE de Represa Zampal, en la señal L. 17, a unos 75 km al Este de la Cordillera. "... uno de ellos, formado por un gran bloque de granito blanco, tiene un volumen superior a los 150 m³..." en GROEBER, P., *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Buenos Aires, Editorial Comi, 1954, p. 102-103.

FERRELLIO, E., *Sobre la presencia de grandes rodados en las mesetas del golfo de San Jorge y las Guayquerías de Tumbuján*, GAEA, Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Tomo IV, N^o 2, Buenos Aires, 1935, p. 198-208.

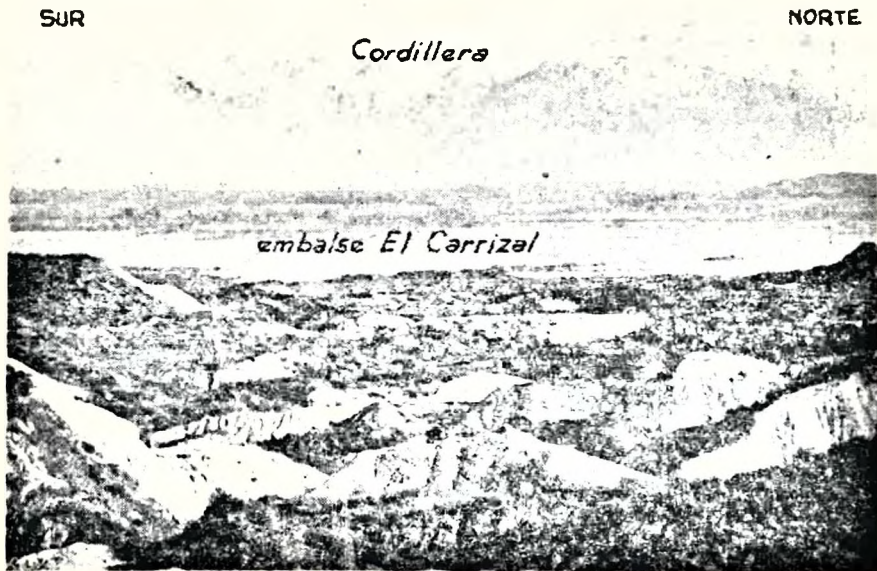
Mogotes). Interesa destacar aquí que todos los materiales que constituyen el Segundo Nivel Pedemontano provienen del oeste, es decir del ambiente de la cordillera. Se supone, con bastante fundamento, que gran parte o algunos de esos elastos son redeposición de los niveles sedimentarios de la Fm. Mogotes o bien de la Formación Los Mesones (= Primer Nivel Pedemontano), removidos por procesos de erosión durante el Pleistoceno Inferior y Medio.

2º) Terciario: Los afloramientos del Terciario de este sector están representados, en su mayor parte, por una serie de sedimentos finos, arcillosos a limosos (limos —limos arcillosos— limos cineríticos - etc), de color pardo claro hasta amarillento parduzco, con intercalaciones de areniscas tobáceas, de color gris a gris azulado. En todo el conjunto aflorante predominan los sedimentos limosos sobre los arenosos. En diferentes niveles se intercalan lentes conglomerádicas de poca potencia (0,50 m á 1 m). Estos lentes, con gravas finas a medianas y a veces gruesas, representan el relleno filiforme de antiguos cauces, es decir paleocauces del Terciario. (Lo que se conoce en la terminología inglesa como "*paleochannels*" o "*shoal strand sand*").



Fot. 1 — Zona de Punta de las Bardas. — Proceso de abarrancamiento sobre un escarpe de erosión. — Paisaje de "Bad Lands". La parte superior de la foto muestra sedimentos gruesos —guijarros y gravas— de color gris oscuro, pertenecientes a un glacis local (Holoceno - Cuaternario). Los 2/3 de la parte inferior, con tonos claros, representan los sedimentos finos, limosos a limo-tobáceos, pardos amarillentos y muy blandos, del Plioceno (Terciario). La capa conglomerádica protege de la erosión a los sedimentos del Terciario.

Importa señalar que todos los sedimentos citados, en particular aquellos de tipo limoso, son extremadamente blandos y en consecuencia fácilmente erosionables. Sobre todo en aquellos sitios donde falta la cubierta protectora de la formación La Invernada —conglomerados— y hay poca vegetación, se desarrolla un típico paisaje de “Bad Lands”. En muchos lugares, sobre las vertientes de los distintos relieves de la zona, se disponen una serie de guijarros y gravas, constituyendo una especie de pavi-



Fot. 2 — Vista tomada desde la Huayquería hacia el oeste. Se observan, en primer plano: nivel de glacis local — cerros testigos — anteceros — zona inferior en proceso de planificación, para la elaboración de un nuevo e inferior nivel de glacis local. En segundo plano el espejo de agua del embalse El Carrizal. En tercer plano el área correspondiente a la depresión de Los Huarpes o depresión de Tunuyán (Graben de Tunuyán). Al fondo las vertientes del faldeo oriental de la cordillera.

mento protector de las capas blandas subyacentes. Estos rodados provienen, por caída gravitacional o por reptación (“creeping”), de niveles superiores. (Fot. 1-2).

Los sedimentos que asoman en las barrancas o escarpes de la Huayquería representarían, en opinión del autor, las facies final o distal de la formación Mogotes. (Esos sedimentos son conocidos bajo los nombres de: Araucanense, Tunuyanense, Huayqueriense, Serie Amarilla, etc., según los autores). En la zona de Potrerillos - Tupungato, es decir hacia el oeste de la Huayquería, la formación Mogotes se presenta en su facies proximal, con referencia a la zona de aporte, estando constituida por materiales muy gruesos: bloques, conglomerados, etc.).

X. DATACIÓN DE LOS FENÓMENOS TECTÓNICOS.

La zona de la Huayquería del este, como ya fuera expresado, forma parte de la denominada Cuenca de Sedimentación del norte de Mendoza, reconocida también como Cuenca Triásico-Terciaria. Dicha cuenca es ampliamente conocida gracias a las numerosas investigaciones geológicas allí realizadas. Así por ejemplo, se sabe que, después del Pérmico y hasta el Terciario Superior inclusive se depositaron, dentro de la misma, potentes complejos sedimentarios. En ellos están representadas formaciones del: Triásico, Jurásico, Cretácico y Terciario, las cuales alcanzaron, en conjunto, varios miles de metros de espesor. Para algunos sectores de la cuenca, situados fuera de la Huayquería, se estiman espesores superiores a los 5.000 m. Asociados a dichos complejos sedimentarios se han podido localizar, mediante trabajos de investigación geológica de superficie y de subsuelo, la existencia de varias superficies de discordancias. Estas discordancias están estrechamente vinculadas a fases de diferentes movimientos tectónicos, los cuales actuaron sobre el ambiente andino y en particular hicieron sentir sus efectos, aunque más amortiguados, sobre la región de la Huayquería, en diferentes momentos del Triásico, del Jurásico y del Terciario. Pero es necesario destacar que esos movimientos, asociados a las respectivas discordancias arriba citadas, salvo las vinculadas al límite Terciario-Cuaternario (Plio-Pleistoceno), si bien tienen importancia desde el punto de vista de la historia estructural de la cuenca, no tienen por el momento significación especial para este trabajo. Lo que realmente interesa, referido a la investigación geomorfológica de la Huayquería, sobre todo en aquello que se refiere especialmente al aspecto morfogenético, son los movimientos tectónicos que han tenido lugar al fin del Terciario y especialmente durante determinadas etapas del Cuaternario. Estos movimientos modernos, al modificar un cierto equilibrio previamente alcanzado, son los que han desempeñado un papel de fundamental importancia en cuanto se relacionan a la génesis de las formas del relieve de la Huayquería y, en segundo término, a su posterior evolución geomorfológica.

Para poder precisar el orden de los sucesos acaecidos, fechar los mismos y darles su verdadera significación, en cuanto se refiere a la creación de las formas del relieve y a la evolución de las mismas, es imprescindible averiguar, en primer lugar, la edad relativa o absoluta de las formaciones que integran el relieve que se está investigando. En el área estudiada, como ya se expresara anteriormente, esto ha sido aclarado. Se sabe que afloran solamente dos formaciones estratigráficamente importantes. La primera y más antigua, formación Mogotes, corresponde en edad al Plioceno, es decir al Terciario (en la terminología geológica local esta formación se la denomina —referida a la Huayquería y de acuerdo a los

diferentes autores— como Tunuyanense, Bajada Grande, Represa, Serie Amarilla, etc.). La segunda, más moderna, formación La Invernada, pertenece al Pleistoceno, es decir al Cuaternario. Para esta última se podría ajustar aún más la edad ubicándola en el Pleistoceno Medio hasta principios del Pleistoceno Superior, en el concepto de POLANSKI⁸. Este autor considera a la formación citada, en el tiempo, como un equivalente de edad Riss-Illinoian. (Para otros autores —Viers por ejemplo— esta formación pertenecería al Pleistoceno Inferior⁹ y podría situarse como un equivalente del Mindel-Kansas).

En consecuencia, a base de lo arriba expresado, ha quedado determinada la edad aproximada correspondiente a cada una de las formaciones aflorantes, finalizando así la primera etapa de la investigación. Ahora bien, como segunda etapa de dicha búsqueda, interesa saber si esas formaciones han sido deformadas y si lo fueron qué tipo de deformación estructural sufrieron. Ambas cuestiones ya fueron señaladas también en los capítulos anteriores y con carácter afirmativo. En tercer lugar, dentro del proceso analítico, importa averiguar la correspondiente datación tectónica, es decir saber cuándo tuvieron lugar esas deformaciones estructurales. Para ello se ha seguido, para esta tercera etapa de la investigación, el siguiente razonamiento. Se admite que la formación Mogotes (Plioceno Superior, es decir Terciario) fue afectada indiscutiblemente por una vigorosa fase de tectonización durante el Plio-Pleistoceno, es decir en correspondencia a la llamada "Fase Principal del III Movimiento Andino". Los efectos de esta violenta fase tectónica pueden observarse, en la actualidad, sobre numerosos afloramientos situados sobre franjas de terreno contiguas a los frentes tanto de la Cordillera Frontal como de la Precordillera, respectivamente. Como ejemplo frente a la cordillera están las zonas de Tupungato-Potrerillos-Cacheuta. Como ejemplo frente a la precordillera están las zonas del oeste del Cerro de la Gloria, del Challao, de Salagasta, etc. En todos estos sitios se advierte una tectonización muy fuerte, habiendo sido afectados potentes complejos sedimentarios pertenecientes al Triásico y Terciario. En los afloramientos estos complejos se presentan plegados como anticlinales y sinclinales. En la mayoría de los casos estos pliegues, intensamente dislocados, han sido fuertemente apretados, comprimidos y fallados. Es factible, en estas áreas, observar cabal-

⁸ POLANSKI, J., *Estratigrafía, Neotectónica y Geomorfología del Pleistoceno Pedemontano*, etc., Revista de la Asociación Geológica Argentina, tomo XVII, Nº 3-4, Buenos Aires, Ed. Coni, 1963, p. 177.

⁹ VIERS, G., *La depresión de Potrerillos*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. XI, Nº 43, Mendoza, Instituto de Geografía, 1964, p. 73-101. (Polanski y Viers, trabajando por separado, han llegado a la misma conclusión con referencia al origen de los sedimentos de la formación La Invernada. A pesar de tener grandes bloques no tiene un origen glacial ni fluvio-glacial, sino solamente fluvial).

gamientos y corrimientos efectuados a lo largo de fallas inversas regionales, de gran magnitud. El desplazamiento de algunas de estas fallas, de tipo regional, llega a centenares o miles de metros de resalto. Como ejemplo, puede citarse la falla del Divisadero Largo, al oeste de la ciudad de Mendoza y la falla al norte de Salagasta, esta última con un resalto superior a los 5.000 m. Este modelo de complejidad tectónica representa el cuadro típico existente frente al borde oriental de la cordillera y de la precordillera. Todo lo contrario ocurre en el ámbito de la Huayquería del Este, alejado unos 60-70 km al este de la vertiente oriental de la Cordillera Frontal. Allí, por el contrario, la acción de esa tectónica violenta, Plio-Pleistocena, se ha hecho sentir en forma atenuada. Ejemplo de ello lo constituye la serie de estructuras o pliegues desarrollados en el ambiente de la Huayquería, en coincidencia con la margen derecha del curso medio del río Tunuyán (estructuras del río Tunuyán, La Ventana, Río Viejas, Vacas Muertas, Punta de las Bardas). En este último ambiente las estructuras anticlinales son más suaves; las fallas dominantes son solamente las del tipo normal, contrariamente a lo que ocurría en el otro caso. Así por ejemplo, en el "Área de Contrato", nunca se detectó la existencia de fallas inversas, ni en superficie ni en el subsuelo.

Esta fase de movimiento de gran jerarquía tectónica, que coincide con la Fase Principal del III Movimiento Andino, ha sido la responsable de la elevación que actualmente presenta tanto la Cordillera Frontal y Principal como la Precordillera. Es por lo tanto lógico pensar que su influencia también se ha hecho sentir, claro está con mucho menor efecto, sobre la Huayquería, plegando y fracturando suavemente las formaciones sedimentarias allí existentes.

La Formación Los Mesones, del Pleistoceno (Cuaternario), es un equivalente, geomorfológicamente hablando, del llamado Primer Nivel Pedemontano o Glacis Superior¹⁰. De acuerdo con lo que se ha podido observar en otros sectores, fuera del ambiente de la Huayquería, se depositó en relación de marcada discordancia angular sobre las formaciones plegadas y falladas del Triásico y Terciario. En la zona de estudio no se han observado relictos de la Fm. Los Mesones (esta formación puede verse en las zonas de Potrerillos, Vallecitos y oeste del Cerro de la Gloria, en su desarrollo típico).

La falta de sedimentos de la Fm. Los Mesones se explica fácilmente en la Huayquería, pensando que durante la elaboración del Segundo Nivel

¹⁰ UBIEN, C. M., *Hidrogeología del Valle del Toba*, en "Rev. Asoc. Geol. Arg.", tomo XX, N° 2, Ed. Coni, Buenos Aires, 1965, p. 241-262.

VIEBS, G., *La morfología del piedemonte andino en la provincia de Mendoza*, en "Bol. de Est. Geográficos", Vol. XIII, N° 52, Mendoza, Instituto de Geografía, 1965, p. 165-181.

Pedemontano (= Glacis Principal) la acción erosiva inicial, que acompañó a dicho proceso, barrió o eliminó totalmente todo vestigio o evidencia del Primer Nivel Pedemontano. Esto se comprende sencillamente ya que los sedimentos de este nivel eran muy blandos, no estaban compactados y en consecuencia no podían ofrecer resistencia a la potente ola de erosión que indudablemente acompañó la elaboración del Glacis Principal¹¹.

La Formación La Invernada, perteneciente al Pleistoceno (Cuaternario) geomorfológicamente hablando, es un equivalente del Segundo Nivel Pedemontano o Glacis Principal, en el sentido de Viers. Esta formación, como ocurre en todo el ambiente pedemontano, tiene en cambio un amplio desarrollo en la zona. Se presenta apoyándose en relación de discordancia angular sobre los niveles de la formación Mogotes. Ha sido perturbada por una fase de tectonismo muy moderno que ha originado, sobre los materiales de la Fm. La Invernada, un amplio abovedamiento regional que, en determinados sectores, se presenta con la configuración de un anticlinal leve o anticlinal asimétrico. Esto puede apreciarse claramente en la figura 2.

En consecuencia, se puede precisar aquí, para el área de la Huayquería del Este, la evidencia de dos movimientos bien definidos. El primero es el que tuvo lugar entre el Terciario y el Cuaternario (Movimiento Plio-Pleistoceno) y el otro, que sobrevino durante el Pleistoceno, es decir en pleno período del Cuaternario. Este último es realmente el movimiento que tiene más importancia para el estudio de la datación de los fenómenos geomorfológicos. En efecto, se deduce que los desniveles que inicialmente pudo haber creado en la Huayquería la tectónica Pliocena-Pleistocena, durante la III Fase del Movimiento Andino, fueron totalmente eliminados como consecuencia de la existencia de dos procesos de planización intensa. Estos procesos están asociados a las fases de erosión que acompañaron, primero, a la elaboración del Glacis Superior y luego, en una segunda etapa, los que acompañaron a la elaboración del Glacis Principal. Es obvio pensar que el movimiento Cuaternario, que determinó en la zona el nacimiento de la estructura anticlinal elaborada sobre la formación La Invernada, cronológicamente es posterior al Pleistoceno Inferior y probablemente al Pleistoceno Medio también.

El suscripto considera, a título de hipótesis de trabajo, que el movimiento que tectonizó el "Área de Contrato" y zonas vecinas, y cuya representación geomorfológica se observa hoy sobre los niveles altos de la

¹¹ Una idea de la energía y en consecuencia del poder erosivo de las aguas, que depositaron luego los sedimentos de la formación La Invernada, lo da el transporte de bloques que pesan centenares de toneladas, y que fueron trasladados más de 70 km hacia el este (ver 7º).

Huayquería del Este, es un movimiento Post-Glaciis Principal, que provisoriamente podría ser asignado al Pleistoceno Superior. Es indudable que futuras investigaciones, a ser llevadas sobre gran parte del ambiente del piedemonte mendocino, pueden llegar a suministrar, más adelante, nuevos elementos de juicio, para determinaciones más precisas acerca de la edad de las formaciones estratigráficas citadas¹².

En definitiva lo concreto hasta este momento, para la Huayquería del Este, es que ha sido detectado un movimiento tectónico que abovedó los sedimentos de la formación La Invernada, formación que, geomorfológicamente, está representada por el Glaciis Principal o Segundo Nivel Pedemontano.

XI. ALGUNAS CONSIDERACIONES GEOMORFOLÓGICAS SOBRE LA REGIÓN DE LA HUAYQUERÍA

El investigador que realice un reconocimiento de carácter expeditivo en esta región quedará impactado, en primer término, por el contacto violento entre el oasis, situado sobre la margen izquierda del río Tunuyán, y la zona desértica, árida, de la Huayquería del Este, desarrollada a partir de la margen derecha del citado río. Este contraste brutal se aprecia al cruzar el puente construido sobre el río Tunuyán, en las inmediaciones del Dique Medrano.

En segundo término le llamará la atención el relieve de aspecto mesetiforme que se perfila a la distancia y en forma muy destacada hacia el SSE del puente sobre el río Tunuyán, relieve de gran significación geomorfológica. A pocos kilómetros hacia el sur del punto antes citado ya se está en pleno ambiente de la tierra de los "Huaycos" o Huayquería, tierra de uadis y "bad lands". (Fot. 3). Un camino, en buenas condiciones de transitabilidad, permite al viajero recorrer de norte a sur las zonas de La Ventana, Río Viejas, Punta de las Bardas, Vacas Muertas, el Quemado, etc. A lo largo de este recorrido será posible observar toda una serie de fenómenos geomorfológicos, vinculados a formaciones sedimentarias perteneciente al Cuaternario y Terciario Superior. Entre esos fenómenos merecen nombrarse, en forma general, los siguientes:

¹² A título solamente informativo se adelanta que el autor está empeñado en esa tarea. A la fecha se han recogido números e interesantes datos sobre determinadas áreas del piedemonte de la Cordillera y Precordillera. En este momento todos estos datos están siendo analizados, clasificados y valorados, para su ulterior utilización y publicación. Es muy probable que puedan darse las pruebas demostrativas de un movimiento sobrevenido muy presumiblemente entre los dos estadios glaciales de la última glaciación (Interestadial, dentro del Würm?).

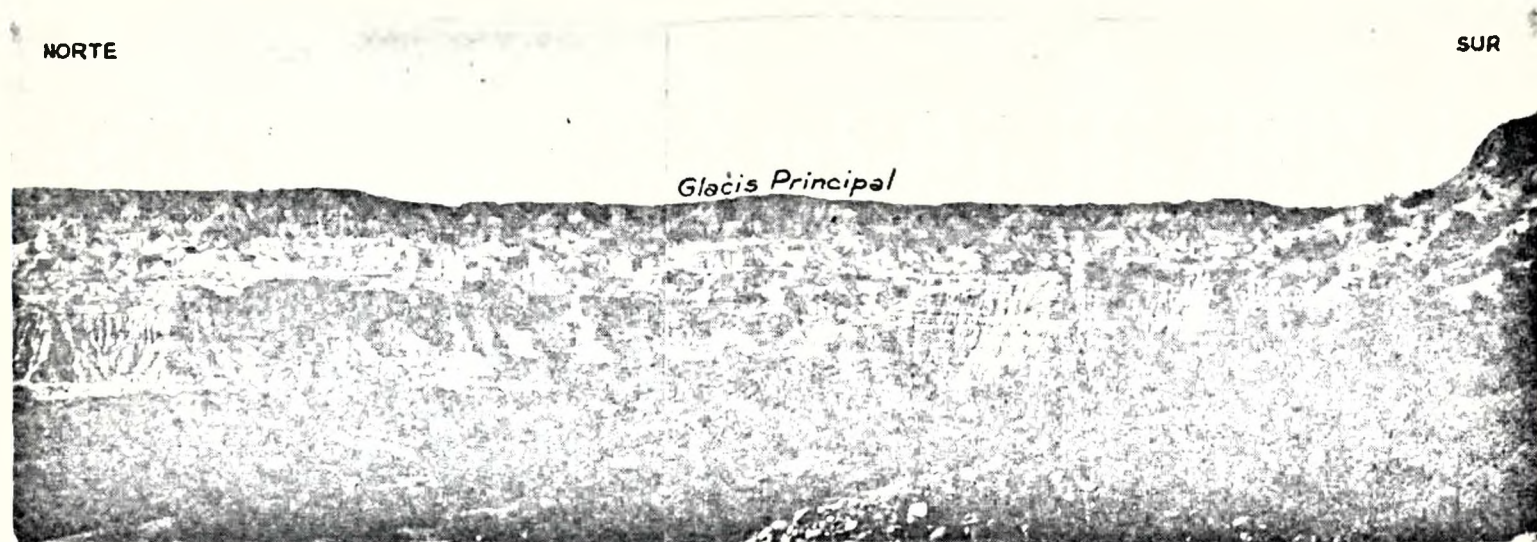


Fig. 3 — Vista tomada de oeste a este, hacia la zona de "La Barranca". Area de Las Hormigas (entre La Ventana y Punta de Las Bardas). Región de "bad lands" que representa un típico paisaje de la Huayquería del Este. El nivel superior corresponde al techo del glacis principal. Una delgada capa conglomerádica —5 a 10 metros de espesor— de la formación La Invernada cubre los sedimentos finos, limosos, de la formación Mogotes del Plioceno (Terciario). La denominada "La Barranca" constituye remanentes del faldeo oriental del pliegue anticlinal de la Huayquería. Geomorfológicamente "La Barranca" corresponde a un relieve disimétrico y el frente del mismo puede ser considerado como un escarpe de erosión (actualmente en retroceso).

A) RELIEVES PLANOS

En esta categoría se deben citar los glaciares, que pueden ser divididos en dos categorías: glaciares regionales y glaciares locales.

1º) *Glacis de tipo regional*: aquí está muy bien representado el Glacis Principal (= Segundo Nivel Pedemontano) ocupando la superficie de la mayor parte del "Área de Contrato". Estratigráficamente está representado por bancos conglomerádicos, correspondientes a la formación La Invernada. Esta formación ocupa o corona los niveles topográficamente más altos de toda la zona. (Fot. 3-4).

No existen aquí relictos del Glacis Superior (= Primer Nivel Pedemontano), que en otras zonas alejadas están representados por la Formación Los Mesones. Este nivel ha sido eliminado por erosión durante la elaboración del Glacis Principal.

2º) *Glacis de tipo local*: En diferentes lugares de la región se distribuyen superficies de aplanamiento, ocupando áreas restringidas de la Huayquería. Estas superficies están en niveles topográficamente más bajos que los correspondientes al Glacis Principal y, en consecuencia, son de edad más joven que éste. Tienen asimismo menor jerarquía que el Glacis Principal. En su proceso de formación han eliminado, por erosión áeua, a los sedimentos del Glacis Principal y también aparte de los sedimentos



Fot. 4 — Vista tomada desde el NO hacia el SE. zona de "La Barranca". Área situada al SSE. de La Ventana. En primer plano, cerro testigo enclavado en medio de un glacis local. En segundo plano, sobre el fondo, se observa un nivel más alto correspondiente al techo del glacis principal. — El glacis local buza hacia el NO; el glacis principal tiene inclinación hacia el NE. La Barranca constituye un frente del relieve disimétrico y representa también, en este caso, un escarpe de erosión.

del Terciario Superior (Fm. Mogotes). Ocupan, en la región, entre centenares y algunos kilómetros cuadrados de superficie. A base de que tienen menor superficie de desarrollo, es decir menor jerarquía que los glaciares regionales, y a que han eliminado en partes al Glacis Principal, se los podría denominar "Glacis de sustitución"¹³. (Fot. 1-2-3-4-5).

Todas estas rampas de erosión, en partes pequeños glaciares cubiertos por una delgada capa de conglomerados, provenientes de la redeposición de materiales del Glacis Principal, han sido elaborados sobre la zona axial y el flanco occidental del gran pliegue anticlinal de la Huayquería (Braquianticlinal de Polanski). Todos ellos, sin excepción, han estado vinculados al sistema de drenaje de la margen derecha del río Tunuyán, en su curso medio.

B) FORMAS ASOCIADAS AL RELIEVE PLEGADO Y RELIEVE FALLADO

En esta categoría se podrían citar relieves disimétricos que semejan relieves de cuesta, cerros testigos, antecerrojos, valles con cauces secos (uadis), escarpes de erosión, escarpes de falla, etc.

1º) *Relieves disimétricos*: Sobre el borde occidental del "Área de Contrato" se desarrollan una serie de relieves disimétricos que tienen gran semejanza con los relieves de cuesta. Para cada una de estas unidades el dorso se inclina hacia el oeste y el frente de los mismos mira hacia el este. Pertenecen estas unidades a remanentes del flanco occidental del gran pliegue anticlinal de la Huayquería. Una serie de cauces cataclinales o consecuentes atraviesan en varios puntos a estos relieves de cuesta.

Sobre el borde oriental de la zona se ha conservado parte del flanco este del pliegue anticlinal antes citado. Se desarrolla aquí, también, un relieve disimétrico con el dorso buzando hacia el este y el frente del mismo con inclinación hacia el oeste; es decir, en sentido encontrado con el descrito más arriba (Fot. 5). El relieve disimétrico oriental tiene mucha mayor jerarquía geomorfológica que el occidental. Tanto para uno como para otro el dorso de los relieves disimétricos está dado por el techo del Glacis Principal o techo de la Formación La Invernada. El frente del relieve lo constituyen capas del Cuaternario y Terciario.

Dentro del ámbito de la Huayquería este relieve constituye la forma geomorfológicamente más llamativa. Ello es debido a sus dimensiones considerables, no sólo desde el punto de vista altitudinal sino también

¹³ El profesor Pierre Birot, en ocasión de un viaje que hizo con el suscripto a la Huayquería, estuvo de acuerdo con la aplicación de este término y lo consideró correcto, dentro del vocabulario geomorfológico.

desde el punto de vista de su extensión, superior a los 15 kilómetros. Entre el techo y la base del frente de este pseudorelieve de cuesta hay un desnivel a veces superior a 50 — 100 m. (Fot. 3-4).

El origen de estos relieves disimétricos debe buscarse en el desmantelamiento intenso de la zona axial del pliegue que ha sido fuertemente erosionada, quedando como remanentes los flancos oriental y occidental, de esta gran estructura de la Huayquería. En efecto, lo único que se ha conservado hasta ahora, del mismo, son los flancos oriental y occidental. La erosión ha trabajado intensamente sobre la estructura desmantelando o eliminando, en la parte central del pliegue, la formación La Invernada y parte del techo de la formación Mogotes. El área afectada, por esta erosión intensa, está integrada por una zona de 4 kilómetros —en sentido este a oeste— y más de 15 kilómetros —en el sentido norte a sur— y tiene su máxima expresión en la denominada zona de La Ventana a Río Viejas. (Fot. 4).

2º) *Cerros Testigos y Antecerros*: En coincidencia con la zona erosionada sobre la parte central del gran pliegue anticlinal de la Huayquería se observan, en algunos sitios, la presencia de cerros testigos y antecerros. Estos pequeños elementos del paisaje regional han sido elaborados o esculpidos sobre sedimentos del Terciario. Los cerros testigos se conservan gracias a la presencia de una delgada película de gravas y guijarros que coronan a los mismos y que actúan como elemento de protección de los sedimentos subyacentes, limosos y blandos. Los antecerros han sido inicialmente cerros testigos sobre los cuales, por la eliminación de su corona de gravas y guijarros, se ha producido un intenso ataque erosivo por las aguas de lluvia. Si el proceso continúa se va reduciendo considerablemente su altura hasta que se produce la total planización de la unidad geomorfológica afectada. (Fot. 2-4).

3º) *Tierras Malas o "Bad Lands"*: En distintos lugares de la Huayquería, en coincidencia con las zonas de fuerte abarrancamiento o de escapes, donde generalmente ha sido parcialmente eliminada la cubierta protectora representada por las gravas y guijarros (conglomerados) de la formación La Invernada, asoman sedimentos del Terciario. En su mayoría estos sedimentos, arcilloso y limosos a limo-tobáceos, poco compactos, blandos, fácilmente atacables por las aguas de lluvia, tienen escasa vegetación. Como consecuencia del ataque por las aguas, provenientes de lluvias torrenciales, representadas por esporádicas y violentas precipitaciones durante el verano, se produce un típico relieve muy irregular. El relieve que se esculpe está constituido por barrancos ramificados, estrechos y muy profundos. Este relieve se caracteriza porque las vertientes están llenas de cárcavas, separadas entre sí por aristas muy pronunciadas. Como resultado final de este proceso se genera, sobre determina-

dos sectores de la región, un paisaje muy llamativo de "bad lands". Algunos de estos sectores, como por ejemplo el que se desarrolla en la zona de Las Hormigas —situada entre La Ventana, al norte y Río Viejas al sur— presenta un extraordinario desarrollo de este tipo de paisaje, pudiéndosele considerar como uno de los lugares "clásicos" para mostrar típicas formas de "Bad Lands". (Fot. 1-3).

En medio de este paisaje de "bad lands" se suelen encajar numerosos, estrechos y profundos cauces secos. Estos llevan agua sólo en ocasión de

ESTE

OESTE



Fot. 5 — Vista tomada desde el norte hacia el sur, en el camino La Ventana a Punta de las Bardas. Área Las Hormigas — Río Vieja. Zona de glaciares típicos. En primer término restos de un glacis local afectado por el trazado del camino (Cañerías = acueducto + gasoducto + oleoducto). En segundo plano el mismo nivel de glacis local, continuo. En tercer plano —al fondo— se destaca el techo del glacis principal, en coincidencia con la zona de Vacas Muertas y Punta de Las Bardas. Notar la claridad de la "planización" dentro del glacis local o "glacis de sustitución".

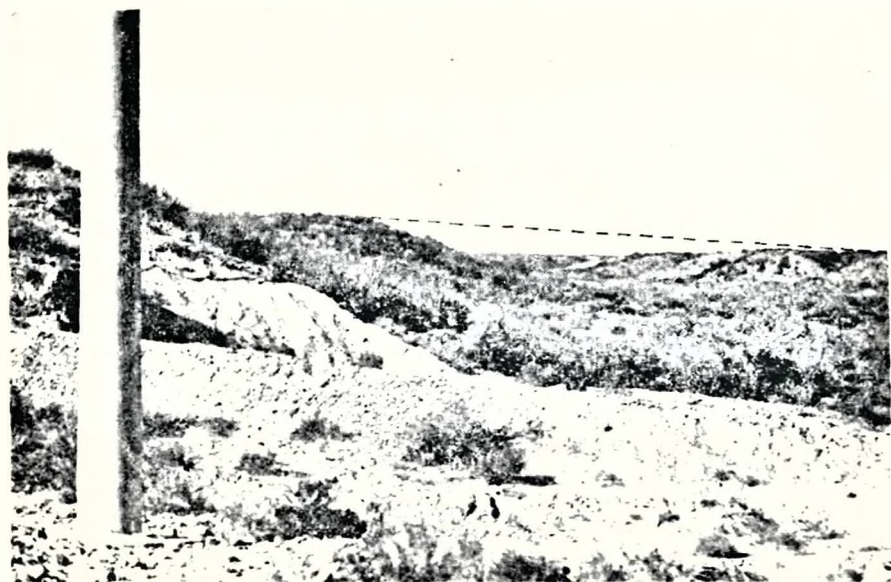
las esporádicas lluvias que caen sobre la región. En consecuencia pueden ser catalogados estos cauces como típicos uadis.

4º) *Valles o Cañadones sobre la alta Huayquería*: La continuidad plana del Glacis Principal en la zona del corte (figura 2) es interrumpida por la presencia de los llamados valles secos o cañadones (expresión de los lugareños). Estos valles están excavados sobre sedimentos del Cuaternario o bien sobre los sedimentos del Terciario Superior. La implantación de estos cañadones permite establecer una división bien neta entre

cauces e interfluvios, sobre la superficie topográfica de la alta Huayquería. Estos valles presentan diferentes profundidades pero, a la altura en que se efectuó el corte topográfico, los valores de excavación vertical están alrededor de los 10 m, más o menos, y excepcionalmente, como ocurre cerca de los pozos M y N, pueden llegar hasta cerca de 20 metros. En su conformación general pueden variar desde valles con vertientes simétricas hasta valles con cierta disimetría. (Fot. 6).

Para esta zona de la Huayquería se podría hablar de zonas de erosión máximas, que coinciden con los cauces, y zonas de erosión mínima, que corresponden a los interfluvios.

En cuanto se refiere al ancho de los valles, éstos varían entre pocas decenas y varias centenas, pudiendo alcanzar más de 300 m. Desde el



Fot. 6 — Vista tomada desde el NO hacia el SE — Area de Vacas Muertas. Zona de la Huayquería alta. Ejemplo de valle excavado sobre sedimentos de las formaciones: *La Invernada* (Pleistoceno) y *Mogotes* (Plioceno), es decir formaciones del Cuaternario y Terciario respectivamente. Los cauces excavados dentro de los valles permanecen secos la mayor parte del año. En consecuencia pueden ser considerados como uadis. Vegetación arbustiva cubre las vertientes y el fondo del valle. Este tipo de valle tiene varios kilómetros de longitud y un ancho de varios centenares de metros.

punto de vista de la extensión de los mismos éstos llegan, en algunos casos, a superar los 6 km de longitud antes que, desde los planos altos de la Huayquería, desemboquen en los planos bajos, representados por zonas de ensanchamiento de los cauces o planos de glaciares locales (Fot. 6).

En general el fondo de estos valles está representado por zonas planas.

5^o) *Escarpes*: Se cita este elemento morfológico porque tiene una buena representatividad en la región. Hay dos tipos de escarpes que se pueden establecer, de acuerdo con su génesis. Uno está vinculado directamente al pliegue en sí y constituye "escarpes" de erosión (Fot. 1-4). El otro tipo está vinculado también al pliegue en sí pero asociado al trazado de grietas y fallas, que se generaron durante el proceso tectónico del plegamiento regional. Se trata aquí entonces de "escarpes de falla". Estos últimos, por supuesto, pueden haber sido atacados por la erosión y sus frentes haber retrocedido a nuevas posiciones. Se tendría entonces, en estos casos, una categoría de "escarpes tectónicos y de erosión, combinados".

El escarpe de erosión más típico, de toda la región, está asociado a la zona conocida como "La Barranca", que tiene un desnivel de más de 100 m. en algunos sitios, y cuyo recorrido se estima en cerca de 20 kilómetros (Fot. 3).

Los escarpes vinculados a fallas son muy numerosos sobre la alta Huayquería. Ellos están asociados a dislocaciones normales, de tipo longitudinal, transversal y oblicuo y tienen recorridos de varios kilómetros a centenares de metros, según las zonas. Estos escarpes tienen rumbo NS, NW-SE, NE-SW, hasta E-W y se asocian al trazado (Fot. 6) de los valles.

XII. DATACIÓN DE LOS FENÓMENOS EROSIVOS

La Huayquería del Este constituye el ejemplo típico de una región donde geomorfológicamente se pueden apreciar los fenómenos de interrelación entre la litología, la estructura tectónica, el clima y la erosión. Asimismo, como ya se expresara, ilustra claramente acerca de la lucha continua existente entre los procesos de la dinámica interna de la corteza terrestre, representados por la tectónica, y los procesos de la dinámica externa, representados por la erosión. La tectónica creando formas nuevas —gran pliegue anticlinal, por ejemplo— sobre determinado tipo de rocas sedimentarias y los agentes de la erosión —aguas en movimiento, viento, etc.— tratando, bajo determinadas condiciones de clima (árido-semiárido y templado a menos templado y más húmedo) de eliminar dichas formas. Todo ello desarrollado sobre el fondo de un proceso cuyo fin u objetivo final será el lograr para la Naturaleza, la planización total de la región plegada. La existencia de este proceso de arrasamiento del relieve, tendiente a la nivelación total, está hoy perfectamente documentado en la Huayquería. Pruebas de estos procesos de degradación y

agradación son los extensos *aplanamientos locales* o Glacis de substitución (Fot. 5), los *aplanamientos regionales* o Glacis Principal (Fot. 3), los *desfondamientos de ciertas estructuras muy jóvenes* (Vacas Muertas, Punta de las Bardas, La Ventana, Gringo Muerto, El Quemado) (Fot. 4), los *escarpes*, algunos de ellos muy extensos y de marcada significación regional (ejemplo, La Barranca con más de 20 km de extensión y desniveles de más de 100 m) (Fot. 4), las numerosas vertientes con típicos "Bad lands" (Fot. 1), los *cauces* de varios kilómetros de largo y que en su recorrido han elaborado anchos valles hoy secos (uadis) (Fot. 6), los pequeños *conoides aluvionales*, de tipo muy restringido y local, etc. (Fot. 3, etc.).

Todo lo que antes se ha enumerado constituye un buen cúmulo de pruebas que hablan en favor de la presencia de una activa dinámica externa (paleo-erosión), que inicialmente ha actuado con mucha intensidad y que aún hoy día en parte lo sigue haciendo (neo-erosión), aunque en mucho menor grado, sobre determinados y bien localizados sectores de la Huayquería (Ej.: Las Hormigas).

Los factores de la degradación meteórica superficial es indudable que comenzaron a actuar al finalizar la deposición de la formación La Invernada, bajo condiciones especiales de clima, caracterizadas por su extrema aridez. Prueba de ello son las frecuentes pátinas del desierto que se encuentran recubriendo los clastos pertenecientes a esta formación. Si se admite, para la formación La Invernada, una edad correspondiente al Pleistoceno Medio es lógico deducir que esos factores erosivos actuaron a partir de éste.

Se asume que, originariamente, sobre el techo de la formación La Invernada es probable que el agua, al escurrir, dibujara o inscribiera solamente una serie de cauces poco profundos donde a veces la diferenciación entre cauce e interfluvio sería difícil de establecer. Todo este proceso estaría vinculado a un tipo de arroyada en surcos, los cuales no alcanzaban a profundizarse y que tenían un curso o rumbo general hacia el este o hacia el noreste. Esto se explica dado que el glacis, actuando ya como glacis cubierto, había alcanzado un estado de equilibrio respecto de su nivel de base. En consecuencia las aguas, que caían en esos momentos, no erosionaban porque aún no se desplazaban dentro de un sistema de escurrimiento de tipo lineal o encauzado.

A esa primera época, arriba citada, de relativa tranquilidad tectónica, sobrevino una segunda etapa, caracterizada porque el equilibrio previamente alcanzado se rompió y las aguas comenzaron a actuar con más intensidad erosiva que en la primera etapa. Ello se explica porque, como está demostrado en la figura 2, la formación La Invernada fue sometida a un proceso de deformación tectónica, formándose un anticlinal asimé-

trico. Como consecuencia de este fenómeno tectónico se produjo, sobre el techo de la formación La Invernada, una variación de las pendientes. En determinados sectores se originó hasta una inversión en el rumbo de las mismas. Es indudable que la acentuación de las pendientes, la creación de contrapendientes y la presencia y proximidad relativa del cauce del río Tunuyán, actuando como nivel de base local, fueron factores conjugantes que desempeñaron un rol de primerísima importancia, en los subsiguientes procesos del modelado de la región¹⁴.

El abovedamiento de la Huayquería trajo aparejado, como consecuencias más destacables, lo siguiente:

1º) La creación de mayores desniveles en el área, por ascenso topográfico de la Huayquería.

2º) El desarrollo de un sistema de dislocaciones de diferente categoría, representadas por grietas y fallas normales, de tipo longitudinal, transversal u oblicua, respecto al rumbo del eje del pliegue.

3º) La implantación del cauce del río Tunuyán en su actual emplazamiento, lo cual constituye un fenómeno de trascendencia, en cuanto se refiere a la influencia que tuvo este hecho sobre los fenómenos erosivos posteriores.

Es interesante destacar que actualmente existe, entre las partes más altas de la Huayquería ("Planalto estructural") y el lecho del río, una diferencia altitudinal que sobrepasa los 300 m. Al respecto, Feruglio, E.¹⁵ había hecho una interesante observación: "...*quiere decir ésto que la acumulación de dichos aluviones fue seguida por un solevantamiento regional y una profundización de la red hidrográfica...*". (Feruglio se refería en ese entonces —1935— a lo que hoy se conoce como Glacis Principal, en la terminología moderna).

La combinación de dos hechos, representados por la diferencia altitudinal citada y por la corta distancia entre la zona de Huayquería y el cauce del río Tunuyán —que comenzó a actuar como nivel de base local— trajo aparejada la inmediata aceleración de los procesos erosivos, en particular aquéllos vinculados al desplazamiento gravitacional de las

¹⁴ El suscripto considera, como muy probable, que el río Tunuyán alcanzó una jerarquía, igual o mayor que la actual, recién después de la formación del Glacis Principal. Ello como consecuencia de dos factores de gran importancia regional: tectonismo y cambio climático. El autor se refiere a la tectónica del Pleistoceno y a los cambios climáticos que sobrevinieron después de la elaboración del Glacis Principal, es decir el pasaje de un clima templado y árido (Pre-Glacial) a húmedo y frío o húmedo y menos templado (durante Época Glacial), lo cual determinó la posibilidad de contar, por derretimiento de nieve o hielo, con mayores volúmenes potenciales de agua, para incrementar los caudales del río Tunuyán, durante el Pleistoceno Superior.

¹⁵ Op. cit.

aguas. Este fenómeno se manifestó, con más intensidad, sobre el faldeo occidental del abovedamiento de la Huayquería, que representaba el sitio más próximo al río. Se produjo en consecuencia el desmantelamiento casi total de la zona correspondiente al núcleo del anticlinal (Fot. 4) y el desmantelamiento parcial de casi todo el flanco occidental de la estructura (Fot. 2). Este fenómeno de intenso desmantelamiento puede ser observado, con gran claridad, en la zona de La Ventana y al oeste de este punto (área situada a unos 15 km al NW de la zona donde se efectuó el corte estudiado). Asociado a este desmantelamiento sobre el sector norte de la estructura (Fot. 4, zona de La Ventana) se produjo, en correspondencia a los niveles más altos de la Huayquería (Vacas Muertas y Punta de las Bardas), es decir hacia el sur, una profundización de los cauces excavados por la acción de aguas corrientes (aguas de lluvia más aguas de nieves). Gran parte de estos cauces han estado vinculados y aún lo están, al sistema de escurrimiento de las aguas hacia la margen derecha del curso medio del río Tunuyán (Fot. 6). Pero en ese momento el escurrimiento no fue difuso o mantiforme, como lo había sido antes del plegamiento, sino que se desarrollaba como un sistema de escurrimiento encauzado (tipo lineal). Este encauzamiento era provocado o una consecuencia de la acción directriz ejercida por la tectónica. Esta última, independientemente del plegamiento en sí, había producido una serie de fallas de carácter secundario, caracterizadas por presentar pequeños resaltos sobre las superficies inicialmente planas y homogéneamente inclinadas del Glacis Principal. Ello fue la causa de que las aguas, al desplazarse siguiendo las pendientes normales, se movieran dentro de ciertos rumbos que aparentemente eran anormales a las pendientes regionales. En ese caso las aguas eran "dirigidas" por fracturas.

Se considera, en la actualidad, que la formación La Invernada estratigráficamente está fechada —con carácter provisorio— como un equivalente de edad Riss (Illinois) y que el proceso de plegamiento ha sido posterior a esa datación. Es lógico asumir entonces que los procesos erosivos más intensos se hicieron sentir a partir de la época posterior a la elaboración del Glacis Principal y a la época de su plegamiento, es decir en una etapa temporal posterior al Riss. Por lo tanto puede admitirse que los valles con cauces secos (uadis), que se inscribieron dejando sus profundas huellas (Fot. 6) sobre el "planalto estructural" de la Huayquería, han sido principalmente elaborados durante la "Epoca Glacial" (tomada en un sentido general e incluyendo en ella un periodo interglacial, también). Esto significa hablar de fechas: Riss-Würm, si se adopta la terminología europea¹⁶ o Illinoian— Wisconsin, si se adopta

¹⁶ ZEUNER, F. E., *Geocronología*, Barcelona, Editorial Omega, 1956, p. 130.

la cronología americana ¹⁷. Si se admite que una de las etapas de abovedamiento pudo haber tenido lugar entre las dos últimas manifestaciones glaciales de la cordillera mendocina, se podría datar este fenómeno a partir del interglaciario Riss-Würm (si se adopta la datación de las glaciaciones según Viers), o entre el Würm₁-Würm₂ (si se sigue la datación de Polanski) ¹⁸.

Si se toma esta última datación, que es la más probable ya que hay datación radiométrica del C-14 de la Gyttia del Arroyo La Estacada, se rejuvenecería enormemente la fecha en que se produjo el fenómeno tectónico. En consecuencia, esto último tendría validez para la datación de la erosión que creó los valles sobre las zonas más altas de la Huayquería, representadas por las zonas de Vacas Muertas y de Punta de las Bardas. Es muy probable que los cañadones que hoy se observan allí alcanzaron su jerarquía, es decir el tamaño y la fisonomía que tienen actualmente, ya durante parte de la "Epoca Glacial" (Fases de Würm, con un interstadial). Hasta durante el Post-Glacial probablemente sólo fueron retocados en su modelado.

Es natural concebir entonces que mientras en la Cordillera se desarrollaban los máximos glaciales (máximo glacial), en el piedemonte habría un clima indudablemente más frío o por lo menos menos cálido que el actual, pero más húmedo que el existente durante los tiempos correspondientes a la elaboración de los dos glaciares (Glacis Superior y Glacis Principal), es decir épocas de la sedimentación de las formaciones Los Mesones y La Invernada, que se caracterizaron, respectivamente, por un clima templado y extremadamente árido. En consecuencia es lógico pensar, entonces, que si en la actualidad y durante el invierno suele caer nieve sobre las zonas altas de la Huayquería, en la época del máximo glacial las condiciones climáticas, en el piedemonte, eran más propicias para la caída de mayores volúmenes de nieve que en la actualidad. Las pulsaciones o variaciones térmicas estacionales ocasionarían el derretimiento (a veces brusco) de las nieves y los volúmenes allí eventualmente acumulados pudieron haber suministrado grandes caudales de agua. Esto pudo haber sido de importancia si el derretimiento de las nieves se producía muy rápidamente por un eventual calentamiento del ambiente. La presencia de estos caudales considerables, asociados a desnivelaciones topográficas, podrían explicar satisfactoriamente, para algunas zonas de la Huayquería, la presencia anormal de cauces profundos,

¹⁷ FLINT, R. F., *Glacial and pleistocene geology*, New York. J. Wiley and sons; London, Chapman and Hall, 1957.

¹⁸ CAMINOS, R., *Cordillera Frontal*, Geología Regional Argentina, Córdoba, 1972, p. 305-344.

bien jerarquizados, de rumbo anormal este-oeste como así también otras formas (glacis locales). Las apreciaciones vertidas aquí son válidas para las zonas de Vacas Muertas, de Punta de las Bardas y de Gran Bajada Blanca. La presencia de algunos de estos cauces y su respectiva conformación morfológica es un poco difícil de explicar solamente bajo las condiciones climáticas actuales o por influencia exclusiva de aguas provenientes de lluvias.

Si la acción de las aguas provenientes del derretimiento de las nieves, sumada en el interglacial a la acción de aguas de lluvias torrenciales en este último caso bajo condiciones áridas o semiáridas, profundizó y ensancho los cauces hasta formar profundos cañadones o valles, estaríamos en presencia de formas del relieve originadas principalmente durante tiempos correspondientes al Pleistoceno Superior (Würm Inicial y Tardío, con un estadio Interstadial). Estas formas habrían sido retocadas posteriormente durante el Holoceno, es decir durante el Post-Glacial.

En definitiva, al referirnos geomorfológicamente a la Huayquería, se debe hablar de un paisaje multicíclico, con formas heredadas. Estas formas estarían representadas por:

1º) *Formas elaboradas Pre-glaciales*:...Glacis Principal.

2º) *Formas Epoca Glacial (+ Interglacial)*: Cauces - valles - terrazas, glacis locales, etc.¹⁹.

3º) *Formas Post - Glaciales*: retoque de las formas anteriores, ensanche localizados de cauces; médanos, desarrollo de típicos "bad lands", etc. (Formas de "bad lands" también pudieron generarse durante el interstadial).

XIII EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA ZONA ESTUDIADA Y DE ZONAS VECINAS. (Fig. 3).

De acuerdo con los datos reunidos, a la clasificación de los mismos y a su posterior valorización, se considera que el esquema de evolución geomorfológica de este sector de la Huayquería puede ser el siguiente:

1º) *Fase de sedimentación*: con la deposición de la formación Mogotes, que tuvo lugar durante el Plioceno, se cierra el ciclo de sedimentación correspondiente al Terciario. Como consecuencia de este proceso geoló-

¹⁹ Si se admite Würm 1 y Würm 2 (ver CAMINOS, R., *op. cit.*), para esta época glacial, es necesario recordar, de acuerdo con las escalas de EE. UU. y de Europa -Flint y Zeuner- que estas edades o estados glaciales se iniciaron hace 115.000 años para el Würm 1 y hace 75.000 años para el Würm 2. Esto se da solamente como un criterio de orientación ya que no se sabe si esta escala realmente puede tener la misma validez para Argentina.

gico el relieve geomorfológico resultante, creado sobre materiales muy finos (arcillas y limos), debió corresponder al de una llanura aluvional, representada por una forma plana, con suave inclinación regional de su pendiente hacia el este.

2º) *Fase de plegamiento*: este fenómeno tectónico tuvo lugar durante el Plioceno - Pleistoceno, es decir entre Terciario y Cuaternario. Al plegarse las capas del Terciario, en forma de suave anticlinal, se originó en lo que es hoy la Huayquería un relieve de plegamiento muy simple. Este relieve quedó incluido dentro de una región que pasó a ser parte integrante del ámbito pedemontano de la cordillera, unidad esta última que ya había alcanzado prácticamente su altura actual.

3º) *Fase de erosión*: sobre la estructura recién creada se inició y desarrolló, a partir del límite entre Terciario y Cuaternario, un proceso de intensa denudación. Como consecuencia de ello se originó una superficie de erosión. Este proceso de planización condujo a la elaboración de un típico "glacis de erosión", es decir un glacis con su rampa de erosión desnuda, sin ninguna cubierta sedimentaria. Al finalizar esta fase de la evolución morfogenética se está frente a un relieve plano, caracterizado por tener una inclinación regional muy suave, hacia el este.

4º) *Fase de evolución del glacis*: las aguas, que se desplazaban gravitacionalmente sobre la superficie de erosión, iban perdiendo paulatinamente energía a medida que progresaba el proceso y depositaban, sobre esa rampa, materiales gruesos, en tránsito. Estos materiales, que alcanzaron varios metros de potencia al ser depositados, estratigráficamente representan la formación Los Mesones. El techo de esta formación corresponde a la parte más alta del llamado Primer Nivel Pedemontano.

Geomorfológicamente se ha producido una evolución ya que partiendo del "glacis de erosión", es decir de una rampa de erosión desnuda, se llegó a un "glacis cubierto". La formación que estratigráficamente se denomina Los Mesones corresponde, geomorfológicamente, al llamado "Glacis Superior".

El relieve resultante, como consecuencia de este proceso, fue una superficie plana con una pendiente regional muy suave hacia el este o bien el noreste. (Probable inclinación = 1º o menos).

5º) *Fase de reactivación tectónica en la Cordillera*: la cordillera, que ya había sufrido un ascenso muy grande como consecuencia del movimiento ocurrido entre Plioceno - Pleistoceno, vuelve a ser reactivada tectónicamente durante el Pleistoceno Inferior. Esto trajo aparejado la creación de nuevos desniveles topográficos y, en consecuencia, un dese-

equilibrio de orden regional con modificación de los respectivos niveles de base para la erosión.

En la zona es difícil determinar cual fue la verdadera repercusión que tuvo este ascenso de la cordillera, ya que la formación Los Mesones fue erosionada antes de la deposición de la formación La Invernada. En consecuencia y para esta etapa, sólo se puede extrapolar en base a lo que ha ocurrido en otras zonas del frente pedemontano cordillerano y precordillerano.

6º) *Fase de erosión*: la modificación altitudinal de la cordillera trajo aparejada, como es lógico, un desequilibrio y modificación del nivel de base. Como consecuencia de ello se produjo una reactivación de la erosión, hecho bien visible sobre una amplia franja de terrenos que corresponden al ambiente de piedemonte de la cordillera y de la precordillera. Esta reactivación de la erosión dio lugar, en la Huayquería la formación de una nueva rampa de erosión que, topográficamente, se elaboró o esculpió varias decenas de metros por debajo de la descrita en el ítem 3º y 4º. La ola de erosión, que actuó probablemente durante el Pleistoceno Inferior - Medio (?), no sólo barrió todo resto de la formación Los Mesones sino que también eliminó a parte de la formación subyacente, es decir la formación Mogotes. Se formó así, nuevamente, una zona plana, degradada, con inclinación regional suave hacia el este o noreste (inclinación 1º o menos).

7º) *Fase de evolución del glacis*: esta fase se caracteriza por la sedimentación de una película de gravas y guijarros sobre la superficie del glacis de erosión. Se vuelve a repetir el fenómeno ya explicado en el ítem 4º. Al depositarse materiales gruesos, conglomerádicos, sobre el "glacis de erosión", éste se transformó en un "glacis cubierto", que equivale al Segundo Nivel Pedemontano. Estratigráficamente los materiales de esta cubierta sedimentaria representan la formación La Invernada, la cual fue depositada durante el Pleistoceno Medio. Se constituyó así, desde el punto de vista geomorfológico, un relieve plano, con buzamiento general muy suave hacia el este y noreste.

8º) *Fase de tectonización*: durante el Pleistoceno Superior sobreviene una etapa de plegamiento y fracturación, que afectó a la formación La Invernada y a las formaciones subyacentes más antiguas. Juntamente con la creación del pliegue anticlinal asimétrico se generó un sistema de fracturas. Este sistema está representado por una serie de fallas normales, de tipo longitudinal, oblicuo y transversal (referidas al rumbo del eje del pliegue). Se sospecha que esta tectonización pudo haber ocurrido durante la "Epoca Glacial", entre el Würm Inicial y el Würm Tardío, es decir en coincidencia con un interstadial (?).

Geomorfológicamente se creó un relieve plegado, de estructura muy simple, sin grandes complicaciones. El hecho más importante, por sus consecuencias futuras, fue que a partir de este momento se produjo una modificación de las pendientes. En algunos casos se llegó a la inversión del rumbo de la pendiente regional original (contrapendientes).

9º) *Fase de erosión*: Se considera, con bastante fundamento que el proceso de tectonización, que tuvo lugar durante el Pleistoceno Superior, con la creación de relieves plegados y fracturados, fue el responsable directo de la implantación del río Tunuyán —curso medio— en su emplazamiento actual. La erosión, en sentido local y regional, comenzó a trabajar vinculada a este nuevo nivel de base local, representado por el río Tunuyán. El hecho más importante es que a un tipo de escurrimiento de las aguas difuso y mantiforme, es decir libre (que había dominado durante el Pleistoceno Inferior y el Pleistoceno Medio), sobrevino (durante el Pleistoceno Superior) un tipo de escurrimiento encauzado, es decir lineal. Dentro de esta última categoría de tipos de escurrimientos, queda incluido el río Tunuyán —que en su curso medio corre a unos 15 a 20 km al N. W de la zona estudiada— y, por otra parte también los numerosos cauces locales que se comenzaron a elaborar sobre la superficie de los niveles topográficamente más altos de la Huayquería del Este. El tipo de forma que comenzó a desarrollarse en ese momento debe catalogarse ya en la categoría de relieve plegado, en la primera etapa del ataque por la erosión. Como consecuencia de este primer ataque erosivo se comienzan a definir muy bien, sobre la región, los sectores correspondientes a los cauces y a los interfluvios. Esta fase, que comprende varios estadios de desarrollo, abarcó tiempos correspondientes al Glacial-Interglacial-Glacial. Esta fase coincidió con una alternancia de clima templado y árido (seco) a menos templado y húmedo (por lo menos más húmedo que el actual). Para una simplificación del problema podrían ser encasillados en períodos secos y húmedos (sería un equivalente de lo que en otras zonas se denominan alternancia interpluvial — pluvial).

Interesa recordar que para el principal agente erosivo que actuó en la región, es decir el agua, se reconocen dos orígenes: las lluvias o bien el derretimiento de las nieves acumuladas en la zona.

10º) *Etapa de complementación de la erosión*: esta fase tuvo lugar durante el Holoceno y su acción se extiende hasta la actualidad. La zona del piedemonte andino, que durante la Epoca Glacial nunca estuvo glaciada, volvió a tener condiciones más cálidas o templadas y más áridas

que durante ²⁰ el Pleistoceno Superior. Estas condiciones climáticas, semi-áridas a áridas, persistieron durante todo el Post-glacial hasta el momento actual. Las aguas provenientes de lluvias esporádicas y violentas, que caen sobre la zona, se escurren ahora rápidamente dentro de un sistema ya jerarquizado, excavado sobre sedimentos del Cuaternario y Terciario. Este escurrimiento encauzado de las aguas producen ensanches y pequeños retoques sobre las vertientes de los relieves que ya habían sido elaborados durante el Pleistoceno Superior.

La conclusión más importante, que se puede derivar de todo lo expresado, es que actualmente parecen no crearse nuevas formas ²¹ Sólo hay un trabajo de retoque sobre las formas heredadas del Pleistoceno Medio y Superior. Estas formas, en las Huayquerías del Este, están representadas por:

- a) Glacis regionales y glacis locales.
- b) Relieves de plegamiento (anticlinales erosionados).
- c) Relieves disimétricos (semejantes a "relieves de cuesta").
- d) Cerros testigos (del glacis regional, de los glacis locales y de los relieves disimétricos).
- e) Antecerros (del glacis regional, glacis local y relieves disimétricos).
- f) Escarpes de erosión.
- g) Escarpes de falla (= escarpes tectónicos)
- h) Típicos "Bad Lands" (o "tierras malas").

Las últimas —"bad lands"— son las formas más típicas desarrolladas sobre la Huayquería del Este y las que le dan fisonomía propia, especial e inconfundible a la misma. En todas aquellas zonas de la Huayquería, donde falte la cubierta protectora de gravas y guijarros del Cuaternario y asoman sedimentos limosos del Terciario Superior, se presentan y evolucionan estas típicas formas.

De todo lo enunciado hasta ahora se deduce que el factor o agente modelador más importante —independientemente del aspecto climático—

²⁰ Según comunicación verbal del profesor M. Preüilh éste considera que durante los máximos glaciales en el piedemonte reinaban condiciones de clima menos cálidas y más húmedas que las actuales.

²¹ Salvo en la zona correspondiente al anfiteatro de Las Hornigas (entre La Ventana y Punta de las Bardas), donde el proceso de "Bad Lands" prosigue con cierta intensidad, favorecido por la conformación topográfica local y su tendencia al abarrancamiento regional.

fue sin ninguna duda el agua, ya sea asociada a lluvias o bien proveniente del derretimiento de las nieves acumuladas en la zona.

XIV CONCLUSIONES

1º) En la zona de la Huayquería, que ha sido investigada, afloran solamente sedimentos del Terciario Superior (Plioceno) y del Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno).

2º) Las unidades estratigráficas más importantes están representadas por la formación Mogotes (Terciario) y formación La Invernada del Pleistoceno (Cuaternario), que cubren la mayor parte de la zona.

3º) Ambas formaciones han sido afectadas por fenómenos de tectonización que tuvieron lugar durante el Cuaternario (corresponden a fenómenos de "Tectónica Viviente" o "Neotectónica").

4º) La edad del movimiento más reciente es posterior al de la edad de la formación La Invernada, atribuida al Pleistoceno Medio. Se considera que el movimiento neotectónico es Pleistoceno Superior. En consecuencia tuvo lugar durante la "Epoca Glacial" (probablemente en el Inter-glacial entre el Würm inicial y el Würm tardío).

5º) La tectónica creó un gran anticlinal asimétrico en el Pleistoceno Superior. Es a partir de este momento cuando se inicia el proceso de elaboración de las formas actuales.

6º) Desde el fin del Terciario hasta la época actual hubo en la zona algunas variaciones de clima. Así por ejemplo, durante el Plioceno, el Pleistoceno Inferior y Pleistoceno Medio hubo condiciones de clima templado y árido. Durante el Pleistoceno Superior se pasó a un clima menos templado y húmedo coincidiendo con el máximo glacial en la alta cordillera (el piedemonte, es necesario destacarlo, nunca estuvo glaciado y ello es válido entonces para la Huayquería). Durante el Holoceno y hasta la actualidad se vuelve a condiciones de clima cálido y árido a semi-árido, condiciones estas últimas que son las que prevalecen aún.

7º) La Huayquería nunca estuvo glaciada. Durante la "Epoca Glacial" en la alta cordillera había abundante caída de nieve y glaciación. En el piedemonte y en consecuencia en la Huayquería había caída de nieve, más abundante por supuesto que en la actualidad, pero no había proceso de englazamiento. En consecuencia, para el piedemonte podría hablarse de período más húmedo que el actual, en correspondencia al Würm inicial y Würm tardío y período más seco, interpluvial, entre me-

dio de estas dos pulsaciones de la misma glaciación. Es decir de épocas más húmedas que la actual y época seca entre medio.

8º) El agua corriente —aguas de escurrimiento— ha sido, sin ninguna duda, el principal agente modelador de la zona de la Huayquería. El agua, como agente geomórfico dominante, puede reconocer dos orígenes en cuanto a su presencia en la zona. Primeramente, el agua a partir de lluvias torrenciales y, en segundo lugar, el agua como producto del derretimiento de las nieves caídas durante la época glacial, sobre la Huayquería.

9º) En la época actual sólo se producen retoques de las formas creadas durante el Pleistoceno Superior y Holoceno. No hay creación de nuevas formas, salvo la evolución restringida de los “bad lands” (Las Hormigas).

10º) Los principales rasgos geomorfológicos de la Huayquería están hoy representados por: relieves de plegamiento, relieves disimétricos, glacis regional, glacis locales, valles con cauces secos (uadis), cerros testigos, anteceros, paisajes de “bad lands”, escarpes de erosión y escarpes de falla.