

LA SECUENCIA AURIFERA DE LA SERRANIA DE NAQUEN

**EXPLORACION GEOLOGICA PRELIMINAR DE LA
SERRANIA DE NAQUEN**

ANEXO 3B

GIANCARLO RENZONI

1990

Mucho podría escribirse sobre las costumbres y ceremonias de aquellas tierras, pero quiero omitirlo por ser cosas que he oído pero no conocido por mí mismo; porque mi intención no es otra sino escribir lo que yo mismo he visto y sabido, por propia experiencia, que es la verdad.

Nicolaus Federman - 1557

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	47
LOCALIZACION	47
INTRODUCCION	47
METODO DE TRABAJO	50
ESTRATIGRAFIA	59
LA CUESTION DE LA NOMENCLATURA	59
LA DESCRIPCION DE LA SECUENCIA	60
LOS MEDIOS DE DEPOSITO	70
PLIEGUES Y FALLAS	81
METEORIZACION	82
COMPARACION ENTRE LA SECUENCIA DE JACOBINA Y LA DE NAQUEN	82
PERSPECTIVAS	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFIA	87

FIGURAS

1. Localización de la Serranía de Naquén	48
2a. Columna temática de caño Solo (Segmentos 1 a 4)	52
2b. Columna temática de caño Solo (Segmentos 5 a 12)	53
2c. Columna temática de caño Solo (Segmentos 12 a 15)	54
3a. Columna temática de caño Mechás (Segmentos 1 a 6)	55
3b. Columna temática de caño Mechás (Segmentos 6 a 8)	56
3c. Columna temática de caño Mechás (Segmentos 8 a 9)	57

PLANCHAS
(en Bolsillo)

1. Columnas estratigráfica 1 del H16 al H17
2. Columna estratigráfica 2 del H1 a caño Esperanza
3. Columna estratigráfica 3 del H3 al H1 .
4. Columna estratigráfica 4 del H11 al A-83 .
5. Columna estratigráfica 5 del H101A a caño Lata .
6. Columna estratigráfica 6 ó de caño Solo .
7. Columna estratigráfica 7 ó del H4 al 3357, por caño Mechás y por caño Cachirri .
8. Columna estratigráfica 8 del H95 al H101 .

9. Columna estratigráfica 9 del H4 al H11
10. Columna estratigráfica 10 del D-51 a Maimachi
11. Poligonal entre H95, H101 y trinchera S-159, con cálculo de espesores
12. Descripción estratigráfica sector caño Solo, Pozo Naquén 7.
13. Descripción estratigráfica sector caño Solo. Pozo Naquén 8.
14. Descripción estratigráfica sector caño Solo. Pozo Naquén 9.
15. Correlación niveles metaconglomeráticos área de interés S caño Pava - caño Solo .
16. Correlación niveles metaconglomeráticos área de interés de caño Mechas .
17. Correlación niveles metaconglomeráticos área de interés de Quebrada Grande
18. Mapa Geológico de Maimachi .
19. Columnas estratigráficas de las serranías de Naquén y de la Jacobina

ANEXOS

- | | | |
|----|--|----|
| 1. | Registro de información estratigráfica sobre la columna de caño Solo | 90 |
| 2. | Registro de información estratigráfica sobre la columna de caño Mechas | 94 |
| 3. | Análisis de partículas de oro al microscopio electrónico | 97 |

TABLAS

- | | | |
|----|---|----|
| 1. | Relación secciones delgadas | 58 |
| 2. | Resumen de las relaciones oro/granulometría/ medios de depósito | 68 |

* * *

RESUMEN

Las relaciones entre posición estratigráfica, granulometría, medios de depósito y valores de oro conducen a concluir el origen sedimentario del oro contenido en las capas del Grupo Tunuí de la Serranía de Naquén.

El oro está ligado a facies rudíticas y areníticas cuarzosas, de origen fluvial y progradantes hacia el oeste en respuesta a movimientos tectónicos diferenciales de orden regional.

Ocurren de seis a siete niveles rudíticos auríferos y cuatro niveles areníticos también auríferos; el reconocimiento de los tenores de oro en roca fresca definirá el valor económico de estas capas.

LOCALIZACION

En la figura 1 se visualiza la localización de la Serranía de Naquén, rasgo geomórfico sobresaliente unos 900 m sobre la penillanura circundante, situado a los 2º de latitud norte y 69º de longitud oeste, en el límite meridional de Colombia con Brasil, donde esta serranía se prolonga a unos 15 km más.

INTRODUCCION

Los mineros de la Serranía de Naquén llaman "cochanos" al oro, en gran parte supergénico, que extraen del fondo de cañadas colocadas en depresiones que reciben la escorrentía proveniente de escarpes donde afloran metarenitas y metaconglomerados; tales depresiones auríferas se disponen preferentemente según el rumbo de determinadas posiciones litoestratigráficas. Además, el muestreo sistemático de fragmentos de roca empezó a manifestar ocurrencias anómalas de oro que podían interpretarse como relacionadas con la posición litoestratigráfica de las rocas huéspedes. Al poco tiempo, el hallazgo y muestreo de rocas rudíticas indicó la presencia de pintas de oro. Estos fueron los primeros indicios que condujeron a realzar la importancia del uso de criterios estratigráficos en la exploración en curso.

Por otro lado, la literatura geológica se inclina desde hace tiempo a considerar la mineralización de oro en Witwatersrand como una respuesta a procesos sedimentarios. "It means that the gold was incorporated into the conglomerate by the reworking of previously deposited sediments, or was introduced into the gravels during the washing over of later sands. The gold and uranium now exploited occur in five forms:

- (1) in the matrix of conglomerates;
- (2) in heavily pyritic sands which usually fill erosion channels, the gold, uranium, and pyrite particles lying on the foresets of the cross-bedded sands;
- (3) on sand along the planes of unconformities that separate two cycles of sedimentation;
- (4) on mud along the planes of unconformity that separate succeeding cycles of sedimentation; and

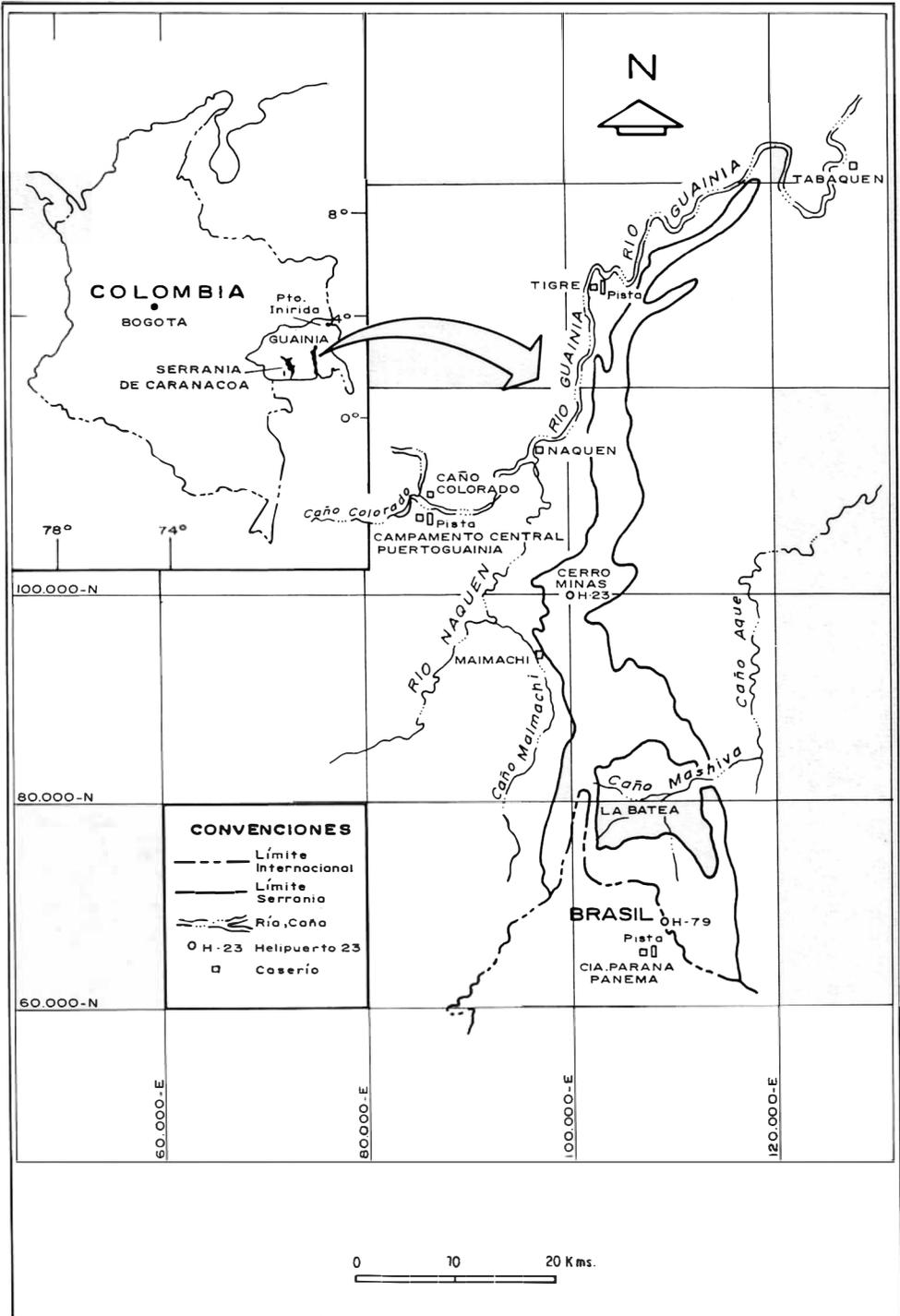


FIG. 1: Localización de la Serranía de Naquén.

- (5) in carbon seams that are developed on, or immediately adjacent to, planes of unconformity. .

. . . Depending upon the degree of turbulence and the prevailing depositional energy level at the beginning of the succeeding cycle, the heavy minerals deposited at the end of the preceding cycle either would be buried, undisturbed, beneath the later sands, or be picked up and incorporated into the matrix of the overlying gravels. In that coarser material, frequently in the form of conglomerates, marks the beginning of many of the cycles in the Upper Witwatersrand Division, gold and uranium, whether belonging to the preceding or the succeeding cycle, are closely associated with conglomerate horizons. The conglomerates are the main exploration targets, even where the gold is located a short distance below, on the unconformity which marks the end of the earlier cycle of sedimentation. In a number of instances, the energy level of the succeeding cycle was not high enough to bring in gravels, and only sand and silt washed over the unconformity, so that mineralized bands can occur along the interface between sand and sand or mud and sand, without any conglomerate being present in the immediate vicinity. . . The gold in the carbon seams occurs either as very small, discrete particles on top of, or within, the seams or as coatings and replacements of the algal filaments. The particles are believed to be of detrital origin, representing micro-nuggets that were physically entrapped in the network of filaments. The coatings and replacements probably formed from gold in solution. It is possible that, in the primitive, anoxic atmosphere that prevailed at the time the Witwatersrand deposits formed, gold could have been dissolved in cyanide — or chlorine — rich solutions. The algae, reacting with the mineralized waters in which they developed, absorbed the gold from solution, to build up protective coatings round the filaments or to replace the fibres. "(PRETORIUS, 1.977b: 58–60).

Estas consideraciones, aplicadas a la sucesión metasedimentaria de Naquén y reinterpretadas según los conceptos de la estratigrafía moderna, sirvieron de modelo comparativo donde enmarcar la hipótesis del origen sedimentario de esos primeros indicios y significaron además que el oro había que buscarlo preferentemente:

— en la matriz de las ruditas, por cuanto, a priori y a paridad de otras condiciones, estas sedimentitas estuvieron depositándose bajo las condiciones energéticas más elevadas; por lo tanto debían contener el mayor número de partículas de oro del tamaño más grande disponibles en el entorno;

— en las lodolitas, especialmente las carbonosas, por cuanto podían contener delgadas láminas con oro precipitado en condiciones favorecidas por el desarrollo de la primitiva vida vegetal en pantanos de lodó (mud-flats) y en llanuras de inundación subacuáticas (back-swamps);

— en las arenitas, preferentemente en aquellas que ocupan, dentro de la unidad granodecreciente, una posición baja, cercana al rezago de canal (channel lag); en este caso, el criterio básico es la búsqueda del oro en los intervalos estratigráficos que registran las energías hidrodinámicas más elevadas.

Los cochanos atraían la atención sobre otro aspecto poco sopesado en toda su convergadura: la meteorización de la secuencia metasedimentaria evidenciada por las dolinas, los puentes naturales y, más que todo, por lo deleznable de amplios intervalos estratigráficos. En efecto, no obstante la poca labor investigativa sobre la precipitación del oro y los mecanismos físicos y bioquímicos que intervienen, la consulta bibliográfica sobre el tema de la disolución del oro por agentes químicos (SEVERSON et al., 1985:69; HATCHER et al., 1985:57:

KESLER et al. 1985: 105) subrayaba las consecuencias que para la exploración tiene la profunda lixiviación de las rocas. En la visita a La Jacobina, los geólogos brasileños resaltaron el hecho, comprobado con los trabajos mineros, de que el contenido en oro en las capas rudíticas disminuye en cercanía de los afloramientos de superficie, lo que condujo a la recomendación de muestrear únicamente rocas frescas (RENZONI 1990: p. 41).

Sobre estas premisas se emprendió un trabajo estratigráfico tendiente a fijar la posición de los conjuntos auríferos y de los potencialmente auríferos, a verificar la relación ruditas-oro y arenitas—oro, a buscar las unidades granodecrecientes, para así entender su potencialidad aurífera, mediante la definición de los medios de depósito en intervalos estratigráficos previamente escogidos y muestreados. Se empezaron labores tendientes a conocer la profundidad de meteorización y las condiciones actuales de removilización del oro. Todo esto, como primer paso para comprobar el origen sedimentario de la acumulación del metal y poder llegar a la construcción de parte del modelo aurífero de la Serranía de Naquén.

En la presente relación el lector encontrará los resultados de esta labor llevada a cabo en dos meses de campo, entre enero y marzo de 1989, con comentarios sobre las actividades que hizo falta hacer o profundizar o terminar y sobre las que precisan ser emprendidas para llegar poco a poco a contestar la pregunta inicial: ¿hay un yacimiento de oro en Naquén?

METODO DE TRABAJO

La posición estratigráfica de los conjuntos potencialmente auríferos, sean rudíticos, areníticos o lodolíticos, se ha logrado mediante:

— el levantamiento de un mapa geológico ejecutado sobre la primera versión de los mapas topográficos de Saded a escala 1:10.000, con ayuda de la fotointerpretación para unir puntos de control distantes los unos de los otros:

— el levantamiento de diez columnas estratigráficas convencionales sobre cortes transversales a las estructuras; algunas son columnas cuidadosamente descritas con localización topográfica de las estaciones, lo que ha permitido además el cálculo de los espesores (columnas 5, 8, 9 y, parcialmente, la 10); las otras son resultado de apreciaciones rápidas de intervalos litoestratigráficos cuyos espesores han sido estimados y por lo tanto sujetos a errores de apreciación.

Todo el material de trabajo obtenido es entregado como anexo del informe (planchas 1 a 10); para fines de presentación, la información ha sido reunida en un mapa a escala 1:30.000 acompañado de una columna estratigráfica compuesta y cortes (pl. 18).

La búsqueda de unidades granodecrecientes, expresión en lenguaje estratigráfico moderno de lo que Pretorius (1.977b: 58) define "succeeding cycles of sedimentation", es la labor fundamental entre las emprendidas y la que hoy día se cree más fructífera para futuras investigaciones. El oro eventualmente esparcido en el paisaje, desde aquél precipitado en pantanos hasta aquél diseminado como partículas detríticas en sedimentos areníticos o en terrazas rudíticas, al momento de ser removilizado, acabó por concentrarse preferentemente en el rezagado de canal de un río. De aquí la necesidad de reconocer tales unidades y de recolectar muestras frescas en sus partes inferiores. Para emprender tal actividad se escogieron dos lugares que habían indicado la ocurrencia de oro en la sucesión estratigráfica, caño Solo y caño Mechas y allí se levantaron dos columnas temáticas de 100 metros cada una, usando parámetros que la propia experiencia y la literatura geológica sugieren; a saber:

— geometría de las capas, dibujando su forma y espesor a mano alzada, tratando de conservar una escala;

— clase granulométrica modal, tamaño máximo y mínimo de los granos, redondez de los granos, armazón, composición; estas características fueron observadas con lupa de 10 aumentos y cuantificadas con la ayuda de tablas comparativas;

— estructuras internas, que se dibujaron o se representaron simbólicamente según lo permitiera o no la escala, fueron únicamente físicas; se reunen en juegos cuya forma se trató de describir lo más objetivamente posible y cuya escala se dio de acuerdo a los intervalos propuestos por Campbell (1.967): delgados (entre 1 y 10 cm), medios (entre 11 y 30 cm), gruesos (entre 31 y 100 cm) y muy gruesos (superiores al metro).

Toda esta información fue registrada sobre hojas preparadas para el propósito: copias de éstas hacen parte de los anexos 1 y 2; para analizar la información, deducir los medios de depósito y ofrecer al lector la posibilidad de examinarla de un vistazo, se han construido seis hojas (figs. 2 a, b, c y 3 a, b, c) donde los parámetros recogidos son presentados por medio de símbolos y de registros gráficos y la idea del medio de depósito es transmitida en bloques-diagramas.

Para la reconstrucción de los medios de depósito es importante indicar a cada paso las variaciones **granulométricas**. Por tanto se ha preferido hacer uso de la nomenclatura creada para describir las rocas sedimentarias, precediendo las palabras del prefijo meta y no de aquella de las rocas metamórficas; se aprovecha por demás el hecho de que se trata de una secuencia metamórfica de muy bajo grado, en la facies de esquistos verdes que apenas ha modificado la textura y composición originales. Para la definición textural y composicional de estas rocas se sigue a FOLK (1.954). Para mayor claridad, se usa metalodolita como sinónimo de pizarra y de filita y metarenita de cuarzo como sinónimo de cuarcita. Al lector interesado en conocer la petrografía de las muestras recogidas en el área se le envía a la Tabla 1 y al trabajo petrográfico (GONZALEZ, 1.989).

Las geoformas de tipo cársico que aquí y allá salpican la serranía y, principalmente la lixiviación del cemento silíceo en casi todos los afloramientos de metarenitas — lo que de paso permite la observación de la granulometría como pocas veces se da — había sido ya comentada (RENZONI, 1.990:); era un propósito medirla dinamitando los afloramientos, aprovechando la necesidad de obtener muestras frescas; sorprende la profundidad y la constancia superficial de la meteorización; las perforaciones (N7, N8 y N9) ayudaron, en parte y localmente, a cuantificar este fenómeno tan importante no sólo para interpretar los datos analíticos, sino para planear la actividad exploratoria futura.

Los primeros hallazgos de ruditas y las respuestas positivas de sus análisis animaron a emprender una intensa actividad de seguimiento de las capas por medio de trincheras y **de muestreo de roca fresca en canales de 50 X 7 X 5 cm, previas voladuras. Se planeó** aprovechar los resultados de esa actividad, para sustentar la proposición del origen sedimentario de la acumulación del oro demostrando sobre bases amplias la relación estrecha y proporcional entre medios de depósito, granulometría y ocurrencias de oro. Esta actividad se vio afectada por la meteorización de la roca.

La removilización del oro por efecto de los diferentes procesos (metamorfismo, hidrotermal y meteorización) que han actuado a través del tiempo sobre las metasedimentitas, es otro aspecto del tema de investigación en las rocas de Naquén. Estos temas han sido considerados y debatidos en la literatura geológica y allí es posible encontrar directrices para analizar los diferentes factores que se conjugan para modificar la concentración inicial del oro. Durante la meteorización algunos factores como temperatura, precipitación, acidez de las aguas y ácidos húmicos intervienen en la disolución, transporte y reprecipitación del oro; en esta dirección se dió un primer paso cuyos resultados son interesantes.

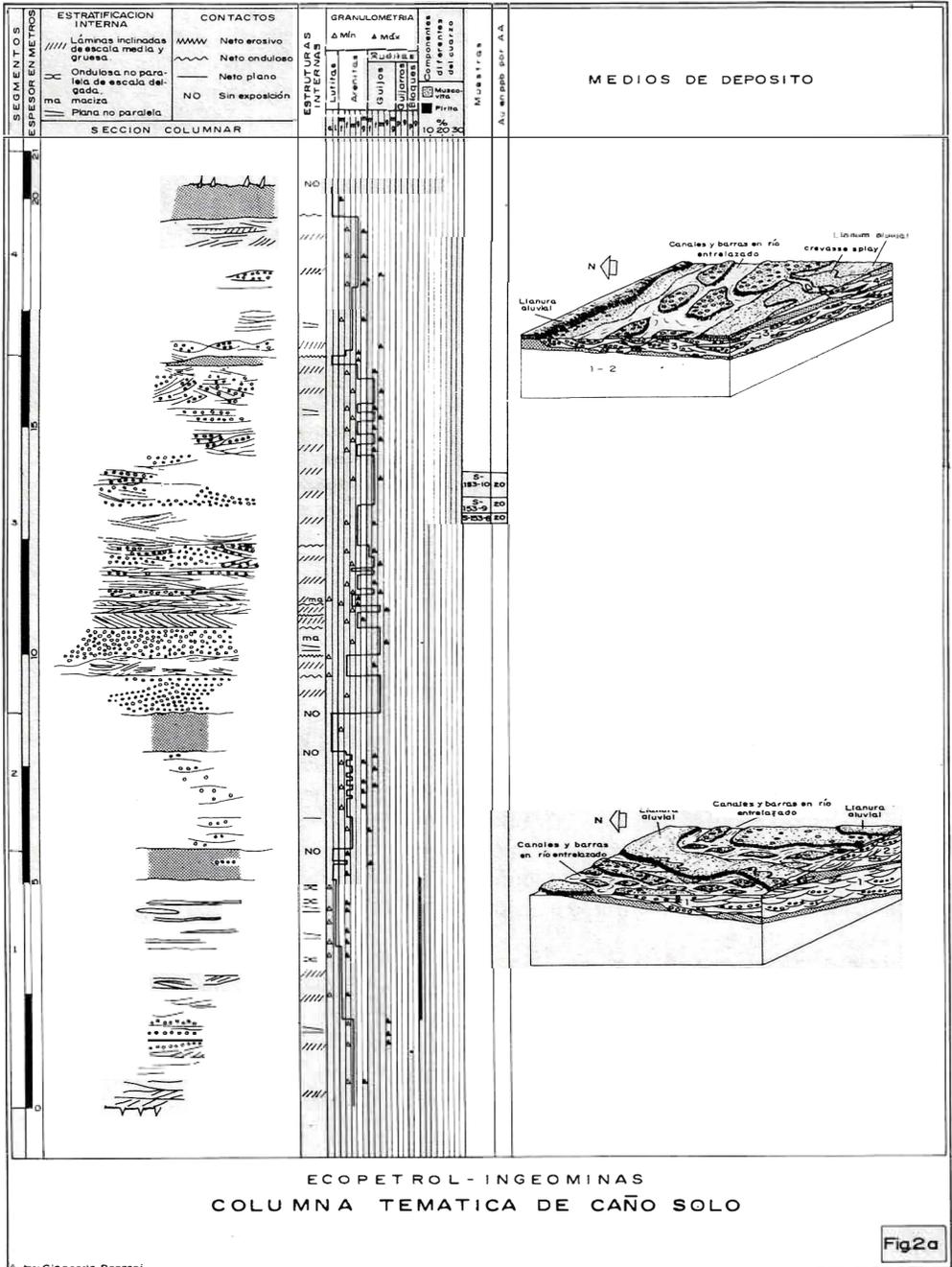


FIG. 2a: Columna temática de caño Solo (Segmentos 1 a 4).

TABLA 1: RELACION SECCIONES DELGADAS

IGM	No.Campo	Coordenadas		Plancha Sadec	Descripción de J. Galvis	Descripción de H. González
		Norte	Sur			
187769	0311	90.130	105.800	25	Metaconglomerado, suturas, craquelado	Cuarcita
187778	3336	96.900	97.835	28	Pizarra limolítica	Filita
3306a	187790	97.590	98.270	28	Metarenisca cuarzo corroído andalucita	Cuarcita con andalucita
187797	0151	83.850	99.680	16	Metarenisca turmalina?	Cuarcita con cloritoide
187799	0129	90.750	101.695	24	Metarenisca craquelada	Cuarcita
187802	3221	94.100	100.470	24	Metarenisca sericita	Cuarcita con andalucita
430135	5015	92.290	100.710	24	Arrenisca muy porosa cuarzo	Cuarcita con cloritoide
430138	5023a	92.210	100.970	24	Pizarra	Filitas con bandas de cuarcita
430139	5026	92.190	101.035	24	Metarenisca	Cuarcita con andalucita
430142	5032	92.440	100.170	24	Pizarra crenulada	Filita cuarzo sericítica
430148	5083	93.115	98.315	24	Pizarra limosa con suturas	Filita cuarzo sericítica
430149	5038a	93.115	98.315	24	Velilla de cuarzo en pizarra	Filita de sericita y cuarzo
430150	5084	94.080	98.275	24	Metarenisca estructural de flujo; cuarzo corroído	Cuarcita ferruginosa + metalimolita brechoide ferruginosa
430153	5098	92.350	100.110	24	Metarenisca grafitosa; piritita detrítica	Cuarcita brechoide
430217	1053b	95.225	100.325	28	Pizarra; suturas	Filita
430229	0381	90.005	105.125	25	Metarenisca	Cuarcita
430234	0435a	90.550	105.460	25	Metarenisca con suturas férricas	Metalimolitas cuarzosa
430236	0448	90.130	105.800	25	Metacillolita arenosa	Filita de cuarzo sericita
430238	0458	91.260	105.630	25	Metarenisca; turmalina	Cuarcita
430240	0472	91.040	105.220	25	Metaconglomerado; cuarzo corroído craquelado; turmalina	Cuarcita cataclástica
430241	0477	90.920	105.755	25	Metarenisca craquelada	Metarenita cuarzosa cataclástica
430295	3349	97.070	98.170	27	Metarenisca; andalucita	Cuarcita con andalucita (metarenisca)
430387	5135	92.610	101.670	24	Metarenisca con andalucita	Cuarcita con andalucita
430388	5152	92.670	102.400	24	Metarenisca conglomerática	Cuarcita (metarenisca cuarzosa)
430697	5286	88.160	101.560	20	Granito migmatítico (s? v?)	Granito
430698	5286a	88.160	101.560	20		Diorita riebeckítica con cuarzo
430699	5285	88.160	101.500	20	Granito migmatítico (s?)	Granito biotítico
430700	5285a	88.160	101.500	20	Fragmento de pizarra arenosa en otra pizarra y transportado?	Granito
430703	1371	87.670	106.420	21		Metalimolita
430704	1437	88.290	106.420	21	Metarenisca	Cuarcita con andalucita
430786	0826	91.730	104.900	24	Pizarra carbonosa	Pizarra, 6% de materia carbonosa
430789	0845	91.500	104.925	24	Metalimolita grafitosa	Metalimolita cuarzosa; materia carbonosa
430790	0854	91.340	105.180	25	Metadiamictita	Metarenisca cuarzosa conglomerática
430792	0869	89.960	107.670	21	Metalimolita	Pizarra (filita) de sericita y cuarzo; 6% materia carbonosa
430797	0898	90.570	106.890	25	Pizarra	Metalimolita cuarzosa; 3% de materia carbonosa
430901	5349a	88.130	101.450	20		Granito biotítico
430902	5349b	88.130	101.450	20		Granito biotítico
430903	5349c	88.130	101.450	20		Metarenisca (cuarcita)
430905	3746	101.380	102.340	32	Diamictita	Cuarcita con cloritoide
430956	5429	87.840	102.570	20	Diamictita con cloritoide	Metalimolita cuarzosa; materia carbonosa
431179	3854	81.010	101.500	16	Metarenisca carbonosa	Cuarcita
431833	7705	63.860	113.380		Metarenisca en migmatización (cerca de HB2)	Granito moscovítico
433313	10141	68.940	108.190		Migmatita de metarenisca	Cuarzomonzonita biotítica

ESTRATIGRAFIA

Sobre la penillanura de la divisoria de aguas entre el Orinoco y el Amazonas, en la región donde Colombia limita con Brasil y Venezuela, se eleva la Serranía de Naquén, continuación septentrional de la Serra Caparro brasileira; con su largo de 90 km, su ancho máximo de 15 km y su elevación hasta 990 m constituye el rasgo geomórfico sobresaliente de la región (fig. 1). Esta serranía enclavada en la porción suroccidental del Escudo Guayanés participa de los rasgos geológicos generales comunes a la región: dos conjuntos petrotectónicos metamórficos precámbricos separados por una discordancia (PINHEIRO et al., 1.976:32); a saber:

— El Complejo Guayanés de la literatura geológica brasileira, formado por neises, migmatitas, granitos y granodioritas, metamorfoseado a facies anfibolita e intensamente deformado en épocas anteriores a 1.810 m.a. y probablemente en el Arqueano (ibidem:30—33); esta unidad equivale a lo que con posterioridad se nombró en Colombia Complejo Migmatítico de Mitú (GALVIS et al., 1.979:24, pl. 2; HUGUETT et al., 1.979:36; KROONENBERG, 1.985:51, 53—55) de edad anterior a los 1.780 m.a. (KROONENBERG, 1.985:59).

— El Grupo Tunuí, formado por cuarcitas ortocuarcíticas, cuarzosericiticas, cuarcitas cataclásticas, filitas, filitas grafitosas; estas rocas fueron metamorfoseadas a facies de esquistos verdes y afectadas por plegamientos holomórficos durante el Proterozoico inferior (SANTOS, J.O.S., 1.984:62—65; PINHEIRO et al., 1.976:33); equivalen con dudas a la Formación La Pedrera creada con posterioridad por geólogos colombianos (GALVIS et al., 1.979:51—53) y a la Formación Cinaruco que los geólogos venezolanos reconocieron en la región de Casiquiare (PINHEIRO et al., 1.976:60—61; SANTOS, J.O.S., 1.984:65).

Otros rasgos geológicos de esta región son la ocurrencia de granitos rapakivi de Parguaza, con edad aproximada de 1.500 m.a. y el intenso cizallamiento y cataclasis de las rocas anteriores durante el Episodio Nickeriense a lo largo de anchas franjas (PINHEIRO et al., 1.976:32).

LA CUESTION DE LA NOMENCLATURA

Durante este estudio se ha encontrado la verificación de los conjuntos petrotectónicos antes mencionados. Sobre rocas graníticas migmatíticas y, localmente, sobre un delgado conjunto de metalodolitas verdes, descansan discordantemente capas de metaconglomerado y de metarenita gruesa conglomerática pertenecientes a la parte más baja de una secuencia que abarca la Serranía de Naquén. Para esta secuencia metamorfoseada en la facies de esquistos verdes, conformada por una sucesión ininterrumpida de capas de metarenitas prevalecientes sobre metalodolitas y sobre metaconglomerados, así como para su subyacente migmatítico, se ha preferido adoptar la nomenclatura propuesta por los geólogos brasileiros, por las siguientes razones: la continuidad entre las capas de la serranía de Naquén y aquellas de la Serra Caparro; la corta distancia de 20km que separan la serra Caparro de la serra Tunuí (PINHEIRO et al., 1.976, mapa geológico Pico da Nieblina Folha NA. 19) y, principalmente, la definición del Grupo Tunuí perfectamente válida para describir las características composicionales y texturales fundamentales de la secuencia de la Naquén y sus relaciones estratigráficas: "Esta sequência é representada por um pacote de psamitos com impurezas pelíticas, que através do metamorfismo regional exhibe a facies xisto verde. Os metamorfitos são constituídos por quartzitos, itabiritos, quartzitos a muscovita, clorita — muscovita — biotita quartzitos e quartzitos a muscovita — andaluzita, filitos grafitosos e ardósias. ". . . "Na Serra Caparro. . . ocorren, em toda a seção, quartzitos, clorita muscovita — biotita quartzitos e filonitos. . . O Grupo Tunuí repousa discordantemente sobre os polimetamorfitos do Complexo Güianense" (ibidem:61). En cuanto a la edad, "Rocha vulcânica, com idade convencional Rb/Sr em torno de 1.500 MA, afeta os epimetamorfitos do Grupo Tunuí na

folha SA.19 Ica e não apresenta metamorismo, concludo-se a anterioridade dos metamorfitos" (ibidem:63) . . . "O posicionamento dos grupos Tunuí e Cauarane no Proterozóico Inferior é meramente especulativo. A possibilidade de sua colocação futura no Arqueano. . . não deve ser descartada" (SANTOS, J.O.S., 1.984:65). Este autor añade luego: "Dispõe-se de poucas datações dos Grupos Tunuí e Cauarane admitindo-se sua correlacionabilidade com os grupos Mazaruni (2200 Ma—WALROND, 1.980), Marowijne (2000 Ma—ROEVER y BOSNA, 1.975) e Pastora (2270 Ma—BELLIZZIA, 1972)". (ibidem:65).

Se juzga inconveniente introducir al área de Naquén la nomenclatura propuesta por los autores que actuaron en el proyecto "Proradam", porque implicaría la equivalencia con rocas cuyos afloramientos, poco conocidos, a lo largo del río Caquetá en cercanías del corregimiento de La Pedrera, distan 400 km al suroeste de la Naquén (GALVIS et al., 1.979:51, pls. 2 y 4). Igualmente se encuentra poco justificada la creación de una nueva nomenclatura local (Formación Maimachi) que comete de antemano el pecado de sinonimia con el Grupo Tunuí.

LA DESCRIPCION DE LA SECUENCIA

Los datos estratigráficos provienen en su mayoría del área que se extiende entre el H95 y el H17 (pl.18); se obtuvieron a lo largo de trochas trazadas normalmente al rumbo de las capas; el levantamiento cartográfico de las unidades individualizadas se vio facilitado por la nítida expresión geomórfica que dan las rocas al paisaje y por las sencillas deformaciones tectónicas sufridas.

El Complejo Guayanés (pCgu)

La mayor parte del área peniplana que contorna el occidente de la serranía, está ocupada por un conjunto de rocas entre las cuales prevalecen granitos sobre neises locales. Secciones delgadas de muestras recogidas en el núcleo del anticlinal que pasa cerca del H16 (pl. 18) demuestran la ocurrencia de migmatitas (430.901, 430.902, 430.700), granito biotítico (430.699) migmatita granitoide (430.697) (tabla 1, pls. 1, 2, 10, 18).

Se trata del mismo conjunto que en los mapas brasileiros se ha llamado "Complexo Güianense" referido al Arqueano (PINHEIRO et al., 1.976, Pico da Nieblina Folha 19.NA). El proyecto Proradam reconoció estas rocas en esa área (GALVIS et al., 1.979: , pl.2) y las nombró Complejo Migmatítico de Mitú, en clara sinonimia con el nombre brasileiro pre-existente.

Es difícil observar la superficie que constituye el contacto con las rocas suprayacentes: un depósito de detrito de pendiente y la tupida vegetación normalmente la enmascaran. Sólo se aprecia que estas rocas están superpuestas por un conjunto de metalodolitas verdes (pl. 18) en el núcleo del anticlinal del H16 (pl.1), en caño Esperanza (pl.2), en Planadas (pl.18) y en el H94 (fuera del mapa, al noroeste de la serranía) o por las metarenitas conglomeráticas de la parte inferior del Grupo Tunuí, como, por ejemplo, en cercanías del H113 a lo largo de un afluente de derecha del río Guainía (fuera del mapa, al norte).

Las Metalodolitas Verdes (pCmv)

Con este nombre informal se hace referencia a una delgada sucesión de capas de metalodolita arenosa verde, con granos redondeados de cuarzo de tamaño hasta arena gruesa flotantes en la matriz; localmente los granos son más frecuentes y dan lugar a capas de metarenita gruesa lodosa de cuarzo; al microscopio se ven granos redondeados de cuarzo flotantes en sercita. Esta unidad tiene un espesor que varía entre 2 y 20 m; suprayace las rocas del Complejo

Guayanés y subyace a las del Grupo Tunuí siendo este contacto marcado por nítida superficie erosiva de discordancia aparentemente angular, en cercanías del H94 (fuera del mapa, al norte); allí mismo se puede observar que las metalodolitas están cizalladas y ocurren como clastos en el metaconglomerado suprayacente; tal situación se repite en proximidad del H16, de Planadas y de caño Esperanza (pls. 1, 2, 8, 10, 18). Al parecer esta unidad falta en algunos tramos. Con estos últimos datos es todavía difícil optar por una de las siguientes posibilidades de correlación:

— La ocurrencia de clastos —que no de intraclastos— de metalodolita en el metaconglomerado suprayacente indica que los sedimentos iniciales habían sufrido un proceso de litificación antes de llegar a suministrar material a los sedimentos del Grupo Tunuí; esto conduce a ver en estas capas los últimos restos de una secuencia sedimentaria de grano fino post-Complejo Guayanés y pre-Tunuí, depositada en las márgenes de la cuenca durante la fase subsidente inicial de suave doblamiento cortical;

— Por otro lado, el débil metamorfismo, de igual grado al de las rocas del Grupo Tunuí, sugiere que estas metalodolitas verdes forman parte estrecha de la sedimentación del Tunuí y que por lo tanto convendría incluirlas en este grupo.

En espera de nuevos datos que aportan claridad al asunto, se consideran aceptables ambas posibilidades y se mantienen, por el momento, las Metalodolitas Verdes separadas del Grupo Tunuí.

El Grupo Tunuí (pEtu)

El Grupo Tunuí en la Serranía de Naquén está formado por una sucesión ininterrumpida de capas de metaconglomerados, metarenitas y metalodolitas; los diferentes espesores, frecuencias e interrelaciones de estos tres tipos de roca han permitido individuar en esta sucesión unidades litoestratigráficas de rango menor, que por el momento se prefiere presentar con los nombres y rangos informales de niveles 1 a 10 desde la base hacia el techo y que corresponden a los miembros Shanon (niveles 1 y 2), Piedras (nivel 3) e Ima (niveles 4 a 10) de la Formación Maimachi. Esto, no obstante se haya comprobado su continuidad a lo largo de toda el área entre Cerro Minas y el H17 y no obstante que rápidas inspecciones a las fotos aéreas hayan permitido observar la ocurrencia de estas mismas unidades en toda la serranía; se deja sin embargo para trabajos futuros el comprobarlo y la colocación de estas unidades en los rangos formales de formaciones. Las relaciones estratigráficas con las rocas subyacentes se observan en una serie de pequeños afloramientos dispuestos en la penillanura que se extiende al occidente de las estribaciones de la serranía desde el H113 en el norte hasta caño Raimundo en el sur (fuera del mapa); estas relaciones son de discordancia entre las Metalodolitas Verdes (pEmv) subyacentes y las capas de metaconglomerado y de metarenita conglomerática superpuestas, a lo largo de una superficie erosiva e irregular. En esta superficie, al occidente del Cerro Minas, los metaconglomerados parecen estar en contacto directo sobre las migmatitas del Complejo Guayanés (pEgu); mas, la mala exposición impide observar la zona de contacto con el necesario detalle (pls. 1, 2, 8, 10, 18).

Nivel 1—2 (pEtu 1—2): Se dio este nombre a una sucesión de unos 670 m de espesor (pls. 8, 18) formada por prevalecientes capas de metarenita media y fina de cuarzo que, por lo menos en el corte entre H95 y H101, se subdivide en tres horizontes bien definidos gracias a la ocurrencia en posición intermedia de capas de metalodolita. En detalle se vio:

Un horizonte inferior de metarenita de cuarzo donde sobresalen dos metaconglomerados: el inferior es de cuarzo y líticos (metalodolita verde y metarenita de cuarzo); el superior

únicamente de cuarzo. Lateralmente ambos metaconglomerados pasan a metarenita gruesa conglomerática. Se observaron dos unidades granodecrecientes incompletas (pls. 8, 18) de origen en canales fluviales rápidamente migrantes; visto que esta parte de la secuencia fue descrita de manera convencional, sólo se quiere señalar la ocurrencia de este medio de depósito sin pretender extenderlo a la totalidad del horizonte. Este intervalo estratigráfico, que cruza completamente brechado al oriente de Planadas y Maimachi, se juzga "a priori" aurífero por los cochanos de oro extraídos por los mineros de los coluviones que lo recubren; ha sido poco muestreado. Sin embargo, algunas muestras de fragmentos de roca, recogidas en posición estratigráfica muy baja en las inmediaciones del H16, han arrojado resultados de 20 y 40 ppb de Au (pls. 1, 18). Estos datos provienen de roca ligeramente rudítica, meteorizada y muestreada de manera continua cubriendo un espesor de 3 metros con 5 kilos de roca (comunicación verbal: Timoleón Garzón).

– Un horizonte intermedio formado por capas gruesas planas y paralelas de metalodolita con estratificación interna lenticular y de metalimolita de cuarzo con estratificación interna ondulosa no paralela con locales láminas flaser. Estas características granulométricas y estructurales indican claramente que estas rocas tuvieron origen en medios de depósito localizados en el paisaje de llanuras de marea probablemente dentro de bahías. Este horizonte cruza al oriente de Planadas por el campamento de Ecominas y prosigue hacia el sur hasta por lo menos caño Zamuro, donde se recolectó una muestra de metalimolita grafitosa (pls. 8, 10, 11, 18). Se señala al lector que una muestra de fragmentos de roca recolectada en metalodolitas de cuarzo ha dado 40 ppb de oro (pl. 10).

– Un horizonte superior, normalmente mal expuesto, constituido por capas de metarenita media y fina de cuarzo; su mejor exposición se observó en las cascadas de caño Piedras donde se vio una unidad granodecreciente con patronamiento vertical de las estructuras internas significativo de la paulatina disminución hacia arriba de las condiciones energéticas del medio de transporte. La ocurrencia de esta unidad significa que dentro de los posibles medios de depósito que participaron en la construcción de la pila sedimentaria de este horizonte, hay el testimonio de una sedimentación en canales fluviales, probablemente meandriformes, rápidamente migrantes (pl. 8). Este horizonte conserva, al parecer, estas características en el área del caño Shanon sobre el corte H8–Maimachi (pl. 10). No se pudo observar el contacto superior de este horizonte, que no ha sido muestreado; se recomienda hacerlo comenzando por las cascadas de caño Piedras (pl. 18).

Nivel 3 (pEtu 3): Con este nombre se hace referencia a una sucesión de metalodolitas piritosas negras con intercalaciones, localmente importantes, de metarenita muy fina y de metalimolita de cuarzo; su espesor varía entre los 80 m sobre el corte de caño Piedras y 160 m en el corte entre H18 y Maimachi (pls. 9, 10, 18); está cubierto entre H95 y H101 (pl.8). No se pudo observar el contacto superior del nivel. Las metalodolitas se presentan en capas gruesas, planas y paralelas con estratificación interna lenticular por lenticulas de metarenita fina de cuarzo. Las limolitas y las metarenitas presentan estratificación interna ondulosa no paralela con láminas flaser y en láminas claras y oscuras (por abundante metarcillolita entre los granos): su geometría se manifiesta bien sea como capas gruesas planas y paralelas o como capas mediás y delgadas cuneiformes. Estas características granulométricas, texturales y estructurales se dan en la actualidad en medios de depósitos ligados a pantanos de marea en cercanía de la desembocadura de ríos donde, probablemente en conexión con salidas de madre (crevasse splay), se observa la llegada del material fino arrastrado sobre el tondo por corrientes suaves provenientes del río (crevasse channel) o retrabajado por el mar en las llanuras de arena (sand-flats). El adelgazamiento que sufre esta unidad hacia el norte está en conexión con la ocurrencia de capas de grano grueso de origen fluvial encima del techo en cercanías del H11. En este intervalo estratigráfico sólo se recogieron algunas pocas muestras sobre el corte del H1 a caño Esperanza (pl.2).

Nivel 4 (pĒtu 4): Esta unidad forma el filo más bajo y occidental que se extiende desde caño Piedras en el norte hasta el área de caño Zamuro en el sur (pl.18). Tiene un espesor variable entre 90 y 120 m; sus mejores exposiciones se consiguen en el trayecto de H8 a Maimachi (pl.10), en el corte H1 a caño Esperanza (pl.2) y al occidente del filo donde está localizado el H11 (pls. 9, 18). Está formada enteramente por metarenitas gruesas a finas de cuarzo en capas de geometría cuneiforme; en cercanía del H11 se observó, en posición estratigráfica más bien baja dentro del nivel, una unidad granodecreciente incompleta. Dentro de las limitaciones impuestas por la exposición, se asume, en espera de ulteriores datos, que toda esta unidad estratigráfica representa el registro de sedimentación dejada en canales fluviales rápidamente migrantes. Una muestra de fragmentos de roca, recogida al azar en posición estratigráfica alta dentro del nivel, en el corte que pasa por el H8 (pl.10) dio valores de oro (D-72-5-C, 60 ppb). No se pudo observar el contacto superior de esta unidad.

Nivel 5 (pĒtu 5): Esta unidad litoestratigráfica, espesa entre 230 y 160 m, está compuesta por un horizonte inferior de metalodolitas prevaecientes y por un horizonte superior de metarenitas (pls. 3, 8, 9). Se ha cartografiado como una sola unidad debido al derrubio de bloques de metarenitas que normalmente cubre no sólo el contacto entre los dos horizontes sino también buena parte del horizonte inferior. La variación de espesor, que se acompaña a cambios de facies, se realiza a expensas del nivel inferior (pĒtu 4) y del nivel superior (pĒtu 6). En detalle se vio:

— Un horizonte inferior de metalodolitas piritosas negras, localmente grafitosas, en capas gruesas, muy gruesas, planas y paralelas, con estratificación interna lenticular por lentículas de metarenita fina y muy fina de cuarzo; se les intercalan capas planas y paralelas de metalimolita de cuarzo con estratificación interna ondulosa no paralela con láminas flaser esparcidas; se refiere el origen de estas capas a un medio de depósito colocado en una llanura de lodo mareal en cercanía de la llanura limosa de marea. El menor espesor de este horizonte en sus afloramientos septentrionales (pl. 9) con respecto a los meridionales (pl. 3) es forzoso referirlo a la llegada más temprana, en este lugar, de la facies arenítica de origen fluvial que caracteriza el horizonte suprayacente; esto, contemporáneamente, indica la **proveniencia** local de los sedimentos desde una dirección que tiene una fuerte componente norte y probablemente desde el noreste. Muestras de fragmentos de roca han dado valores de oro, especialmente la 3336 con 80 ppb (pl.9) y la A-73-12-C con 40 ppb (pl. 4).

— Un horizonte superior de metarenitas de cuarzo. Los afloramientos septentrionales de esta unidad, entre H95 y H101 (pl. 8), muestran una unidad granodecreciente incompleta y en general capas cuneiformes y una granulometría en la porción arenítica gruesa con franjas de metaconglomerado muy fino y fino de cuarzo que se vuelven más frecuentes hacia la parte alta; no obstante la escasez de datos sobre la textura y estructura interna de estas capas, es posible considerar su origen en ríos rápidamente migrantes. Hacia el sur, sobre la trocha que conduce del H4 a caño Piedras (pl. 9), los afloramientos muestran que la granulometría arenítica gruesa sólo ocurre en los metros superiores; al parecer, igual suerte ocurre al granodecrecimiento. Más aún, afloran delgadas intercalaciones de metalodolita entre capas planas y paralelas de metarenita fina de cuarzo con estratificación interna que localmente es ondulosa no paralela con láminas claras y oscuras (por la abundante matriz arcillosa entre los granos) y localmente con láminas flaser (estación A-83; pl.4); no se tiene claridad sobre el medio de depósito que originó estas capas, pero se puede afirmar que era de muy baja energía y alejado de los canales fluviales; sólo la parte más alta revela la instalación de un río. Fragmentos de roca recogidos al azar dentro de la parte superior arenítica gruesa de origen fluvial han proporcionado indicios de oro (muestra 3341-FR con 140 ppb; pl.9). Igualmente en otras posiciones estratigráficas (pls. 4,9) se han obtenido valores de oro (A-76-1-C, 40 ppb; A-57-1-C, 60 ppb; A-127-3-FR, 40 ppb) significativos si se tiene

presente que ocurren acompañados de numerosos otros datos que, dentro de las limitaciones impuestas por la exposición, ocupan posiciones estratigráficas próximas. Para este propósito se sugiere al lector la consulta de la plancha 2 del Informe Final. Esta posición estratigráfica amerita ser detenidamente explorada al sur; sobre las trochas que conducen del H3 al H1 y del H7 al H8 este horizonte aparece con un espesor menor (50–60 m) y con arenitas gruesas siempre hacia la parte alta (pl. 3).

Las consideraciones anteriores sobre el sentido de las variaciones granulométricas a gran escala, paralelo a los cambios ambientales vislumbrados, confirman lo susodicho acerca de la proveniencia local de los sedimentos desde el noreste, dirección desde la cual se produjo la progradación de las facies areníticas gruesas de significado fluvial sobre aquellas lutíticas originadas en el paisaje mareal; se pone en relieve que el intervalo fluvial del techo es portador de oro.

Nivel 6 (pEtú 6): Esta unidad litoestratigráfica presenta variaciones de espesor entre los 80 y los 110 m acompañadas de cambios de facies que se manifiestan al comparar sus afloramientos del nordeste con los del suroeste; en efecto, mientras en los alrededores de caño Solo, H101 y de caño Lata (pls. 5, 6, 18,) la mayor parte de su espesor está compuesta de metarenitas localmente conglomeráticas, a partir de caño Eulogio hacia el sur empiezan a predominar metalodolitas que finalmente, en el trayecto desde H3 hacia caño Ima, interdigitadas con metalimolitas, ocupan la totalidad de los 80 m de espesor (pls. 3, 18).

En detalle se vieron, en el área septentrional, unidades granodecrecientes completas e incompletas con patronamiento vertical de las estructuras internas, significativas de la paralela disminución de la energía del medio que trasladaba una carga de fondo de arena guijosa; se han interpretado como el registro dejado por ríos con canales entrelazados muy cercanos a su desembocadura en una bahía con aguas tranquilas, poco profundas, influenciadas por mareas (con base en la estructura interna lenticular presente en algunas de las intercalaciones metalodolíticas); el área con influencias marinas más claras, en facies arenítica-limolítica-lodolítica, se encuentra en caño Eulogio y caño Piedras (intervalo estratigráfico entre A–61 y A–68; pl. 18).

En el área septentrional ocurre el metaconglomerado "Cuarzoso", cuya granulometría, sólo inferior a la de los metaconglomerados del Nivel 1–2, pone en relieve la progradación de las facies arenítico-rudíticas traídas por los ríos, ya iniciada y registrada en las capas del Nivel 5; y, por segunda vez, estas facies arenítico-rudíticas progradantes son las que manifiestan la ocurrencia de oro. El pozo Naquén 9 (pl.14), que recuperó muestras lixiviadas infra y suprayacentes al "Cuarzoso", muestra en numerosas capas indicios de oro (N9–11, 140 ppb; N9–33, 100 ppb; N9–38, 30 ppb; N9–57 40 ppb; N9–68, 50 ppb) y con eso, la presencia de este metal en los sedimentos del entorno.

El conocimiento de la estratigrafía del área no permite todavía distinguir si fueron factores intrínsecos o factores extrínsecos al sistema fluvial los que causaron la progradación; es más probable que haya sido desencadenada por un solo levantamiento general del área fuente teniendo presente que los metaconglomerados líticos no pueden tener sino origen en la tectónica del área. En efecto, en la parte alta de este intervalo, por debajo de un horizonte metalodolítico (pl. 6) aparece una capa gruesa de metaconglomerado (el "Mamoludo") compuesto por guijarros y bloques redondeados de metarenitas de cuarzo. La composición lítica y el tamaño de los clastos (hasta de 84 cm) obliga a tomar en consideración la idea de una fuente "especial y cercana" de suministro de materiales; el contraste granulométrico con el infra y el suprayacente evidencia condiciones hidrodinámicas extremas y excluyentes al

tiempo que impone la idea de la abrupta formación de desniveles topográficos alargados a lo largo de una falla. Este evento expuso a la erosión una sucesión sílici-clástica ya litificada y por lo tanto pre-Tunuí: en efecto es improbable que el suministro de bloques de arenitas de cuarzo al metaconglomerado "Mamoludo" provenga de una parte baja del mismo Grupo Tunuí, visto que este metaconglomerado yace apenas 1.300 m encima de la base de esta secuencia que es continua, ininterrumpida y sin compacidad en ese entonces. En cuanto a la localización del área fuente se hacen las siguientes consideraciones: bloques de hasta 84 cm provenientes de la denudación de un área con rocas sedimentarias, transportados en un medio acuoso fluido, pueden haberse trasladado por distancias máximas del orden de kilómetros y sólo al noroeste de los afloramientos de caño Solo (pl. 18) se tienen áreas cercanas con afloramientos de migmatitas; un bajo topográfico contemporáneo se volvió receptor tanto de la sedimentación marina que se extendió hacia el norte, como de los productos traídos por ríos escurrientes en cortos abanicos aluviales. Ocurre oro en este metaconglomerado.

Por último, siempre para la parte alta metalodolítica de este intervalo en sus afloramientos septentrionales, se pone de relieve el resultado obtenido en el pozo Naquén 7 (pl. 18) en muestras frescas: N7-36, 600 ppb y N7-41, 800 ppb (pl. 12).

Nivel 7 (pEtu 7): Esta unidad litoestratigráfica que forma Cerro Minas y el filo más alto de la serranía entre H4 y H10 (pl. 18), es una sucesión ininterrumpida de metarenitas de cuarzo. Examinada sobre la trocha que conduce desde caño Cachirri hasta caño Piedras pasando por el H4 (pls. 7, 9), muestra un espesor de 270 m; en tres posiciones estratigráficas se han reconocido unidades granodecrescentes incompletas originadas en canales fluviales desplazantes una carga de arenita gruesa a conglomerado fino; con esto no se quiere excluir la participación de otros medios de depósito en la construcción de la pila sedimentaria de esta unidad. Su espesor es constante a través de toda el área.

Se ha encontrado oro en fragmentos de roca recogidos en la parte baja de la sucesión (A-119-1-FR, 40 ppb; A-118-FR 40 ppb) (pl. 9), como en la parte alta (CM-76-FR, 120 ppb) (pl. 7); por la insuficiente exposición no se pudo comprobar si estos indicios de oro pertenecen o no a unidades granodecrescentes y por tanto no se puede asegurar que por tercera vez, el oro ocurra como respuesta a la progradación de facies arenítico-rudíticas; pero esta interesante probabilidad sí induce a recomendar para la exploración futura el reconocimiento de unidades granodecrescentes y su muestreo en estas dos posiciones estratigráficas. No fue posible observar base y techo de esta unidad; están siempre muy cubiertos por detrito de pendiente y por la vegetación.

Examinada en el área situada al norte de caño Piedras, se muestra compuesta allí también por una sucesión ininterrumpida de metarenitas de cuarzo; además, desde el área de caño Solo hasta la de caño Eulogio pasando por caño Lata (pls. 5, 6, 18) se ha reconocido encima de la base de la unidad una capa rudítica que ha sido llamada "Capagrande". Localmente es una metarenita muy gruesa de cuarzo con guijarros pequeños líticos esparcidos (S-150 en las pls. 15, 18), o es un metaconglomerado de guijarros grandes líticos (S-156 en las pls. 15, 18), o es un metaconglomerado de guijos medios de cuarzo y de líticos en las cabeceras de caño Lata (pls. 5, 18), o una metarenita gruesa de cuarzo conglomerática por guijos medios de cuarzo y de intraclastos metalodolíticos en caño Eulogio (estación 1119 de la pl. 18). El adelgazamiento de "Capagrande" mostrado en la columna compuesta de la plancha 18 es la idea más probable mas no una observación y debe ser estudiada en detalle. En efecto, en casi todas las trincheras donde se han tomado muestras, se ha encontrado oro no obstante la profunda meteorización.

Por último un breve comentario sobre el significado tectosedimentario del metaconglomerado "Capagrande". En la estación S-157 (pls. 15, 18) el metaconglomerado se intercala con la metalodolita que normalmente lo subyace, mostrando la abertura de un canal fluvial de muy alta energía que de improviso abrió una brecha en el entorno de llanuras subacuáticas de inundación preanunciando el cambio de paisaje en el área causado, probablemente, por el levantamiento de un área fuente ocupada por rocas sedimentarias con removilización de terrazas rudíticas. Este evento fue seguido por una progradación de facies areníticas más que rudíticas que dejaron su registro en esta unidad.

Nivel 8 (pEtu 8): Esta unidad también es constante en espesor y en tipo de roca; mide unos 110 m y está formada por capas muy gruesas planas y paralelas de metalodolita piritosa negra con lentículas onduladas no paralelas de metarenitas finas de cuarzo (pls. 7, 18).

Probablemente se extiende por toda la serranía, pero ha sido examinada sólo entre caño Rabopelao y caño Cachirri. El contacto superior con la unidad suprayacente es irregular y erosivo. Su medio de depósito es el pantano de marea en una gran bahía y probablemente el pro-delta y, de nuevo, el pantano de marea. Esta unidad debe ser explorada detalladamente. Ha sido muestreada en el fondo de caño Mechas sobre las rocas que quedaron a la vista después de que los mineros extrajeron las delicadísimas filigranas arborescentes de oro, lavando el detrito allí depositado; el resultado de muestreo fue negativo; sin embargo, en una muestra de oro obtenida de los mineros se ha encontrado paladio: esto no demuestra nada pero sí da a pensar en la posibilidad de que esas esferas y dendritas de oro "secundario" (véase anexo 3) sean un indicio de oro y paladio precipitado en las lodolitas del Proterozoico inferior, que ahora se ha extraído mezclado con el oro supergénico. Por último y para mayor claridad, se relata que se ha visto oro dentro de estas metalodolitas, pero como partículas sueltas entre las diaclasas de la roca en los 30 cm más cercanos a la superficie actual de meteorización.

Nivel 9 (pEtu 9): Capas de metaconglomerado lítico (con guijarros de metarenitas de cuarzo) y de metarenitas conglomeráticas de cuarzo y de líticos marcan el comienzo de una sucesión de metarenitas de cuarzo, en los 100 m inferiores de la cual se han reconocido numerosas unidades granodecrecientes con paralelo patronamiento vertical de las estructuras internas que indican medios de depósito en canales fluviales rápidamente migrantes (pls. 7, 18). Los 130 m superiores, aunque observados de manera rápida, están compuestos al parecer por unidades areníticas granodecrecientes. Se ha observado oro no sólo en las capas conglomeráticas suprayacentes a la superficie basal (CM-214-5, 90 ppb; CM-214-3, 60 ppb; CM-214-2, 30 ppb), sino también en fragmentos de roca provenientes de tres posiciones estratigráficas más altas (CM-102-FR, 40 ppb; CM-101-FR, 40 ppb; CM-107-FR, 40 ppb y CM-40-FR, 40 ppb). Hacia el norte, en esta misma posición estratigráfica, cerca del H24b, se han obtenido estos resultados: F-14-FR, 120 ppb; 3763-FR, 80 ppb; F-17-FR, 160 ppb.

Este metaconglomerado, al cual se puso el nombre de "Mechas", y la sucesión metarenítica superpuesta son de origen fluvial y se superponen a un nivel depositado en condiciones de muy baja energía. Como en el caso de la base del nivel 7, la nueva progradación se manifiesta con la llegada de materiales suministrados por una fuente cercana constituida por rocas sedimentarias, transportadas por aguas muy fluidas de alta energía, en canales de ríos; probablemente fue removilizado el material de terrazas rudíticas. La sucesiva progradación de facies areníticas muy gruesas, trae de nuevo, por cuarta vez, el oro. Se pone de relieve la profunda meteorización de este intervalo.

Nivel 10 (pEtu 10): Recorriendo aguas abajo el caño Cachirri, (pls. 7, 18), a partir de la segunda cascada, se tiene una sucesión de más de 160 m de capas muy gruesas (hasta 5 m de

espesor) cuneiformes y cubetiformes de metarenitas medias y finas de cuarzo con estratificación interna formada por juegos de escala muy gruesa de láminas cóncavas a inclinadas angulares y tangenciales. Estos pocos datos no permiten su colocación en un medio depósito; sólo se comentará que estas capas registran la llegada de carga de fondo arrastrada por un medio muy fluido. Este intervalo no ha sido muestreado.

Las fotografías aéreas indican que la sucesión prosigue por otros centenares de metros.

Area de caño Loco: En el extremo suroriental del mapa geológico (pl. 18) están indicadas unas unidades litoestratigráficas; desdichadamente, el corto tiempo impidió que se pudieran hacer las equivalencias entre estas unidades y aquellas que llegan desde el norte y se estrellan por debajo de la falla cabalgante de Api. Por esto, en el mapa no hay símbolos que especifiquen los nombres de las unidades.

Esta área es interesante no sólo porque es la que más oro supergénico ha producido por la amplitud de sus explotaciones y la concentración del oro, sino porque en una zona restringida y aurífera se tiene la posibilidad de estudiar los diferentes orígenes del oro sin excluir la eventualidad de que la roca fresca ofrezca algo más que indicios de oro. En efecto, aquí hay:

– **Metalodolitas** en diferentes posiciones litoestratigráficas; las de caño Polvo son subyacentes (?) a las de caño Ventura, Lilia, Peste, Loco y **Minavieja**, que a su vez subyacen a las de caño Cochana.

– Niveles de metarenitas infra y suprayacentes a estos niveles de metalodolitas, algunos de los cuales presentan unidades auríferas según demuestran los resultados analíticos sobre muestras de fragmentos de roca: 533–FR, 70 ppb; K–5–C, 40 ppb; 12438–FR, 200 ppb; B–81–AP, 40 ppb; B–63–FR, 160 ppb; 691–FR, 110 ppb). Al parecer, todos estos valores provienen de la parte inferior del Nivel 4 (p ϵ tu 4).

– Capas de arenita muy gruesa conglomerática por guijarros líticos y guijos de cuarzo; observadas en las cabeceras de caño Polvo, al parecer prosiguen en dirección a caño Loco. En caño Polvo se machacó un kilo de matriz y se concentró en batea observándose dos pintas de oro.

– Venas de cuarzo con probable removilización de oro; en caño Polvo se observaron, con lupa de 10 aumentos, dos muestras con oro. Naturalmente la ocurrencia de venillas de cuarzo no es exclusiva de esta zona, al contrario, venas delgadas (< 2 cm) y cortas (<100 cm) entrecruzadas se observan en cualquier nivel metarenítico y raramente en las metalodolitas; venas de cuarzo anchas (algunos centímetros) y largas (algunos metros) son raras. Durante el trabajo estratigráfico no se hizo un muestreo sistemático de estas venas.

Vista de conjunto

El cuadro resumen que se presenta con la Tabla 2, ha sido logrado reuniendo los datos que aparecen en las columnas y en el mapa geológico (pls. 1 a 10 y 18), con base en los cuales se pueden hacer las siguientes observaciones:

– Los horizontes rudíticos muestreados tienen oro, al parecer independientemente de su mayor o menor contenido en líticos; hasta el momento se han hallado entre 6 y 7 horizontes profundamente meteorizados; de estos, el "Mamoludo", "Capagrande" y "Mechas" han sido muestreados de forma sistemática:

TABLA 2 : RESUMEN DE LAS RELACIONES ORO/GRANULOMETRIA/ MEDIOS DE DEPOSITO

Posiciones estratigráficas muestras auríferas	Granulometría y composición	Estaciones con muestras anómalas	Referencia	Medios de deposito	Observaciones
NIVELES					
Horizontes, y Unidad conjuntos de capas					
Los 100 metros inferiores	Arenita gruesa de cuarzo	F-14, F-15, F-17, 3763	Fig. 2	Canal de rfo meandriforme	Roca meteorizada
9	Arenita muy gruesa de cuarzo	CM-102, CM-101, CM-40, CM-107,	Fig. 2 Pl. 7	Canal del rfo meandriforme	Roca meteorizada
Metaconglomerado del "Mechas"	Arenita muy gruesa de cuarzo, conglomerática por guijarros lífticos	CM-214-5, CM-214-3, CM-214-2.	Pl. 7	Canales del rfo entrelazado	Roca meteorizada
8	Lodolita		Anexo 3	Llanura de lo- do	Oro con paladio
Parte alta	Arenita muy gruesa de cuarzo a conglomerado fino de cuarzo	3632, C58, C75, C77, CM-76, 3269	Fig. 2 Pl. 7	Canal del rfo meandriforme	Roca meteorizada
7	Arenita muy gruesa a conglomerado muy fino de cuarzo	A-118, A-119	Pl. 9	Canal del rfo meandriforme	Roca meteorizada
Metaconglomerado "Capagrande"	Arenita muy gruesa de cuarzo a conglomerado por guijarros lífticos	S-156, S-157, S-159, S-162 S-150 *	Fig. 2 Pl. 6	Canales y barras en rfo entrelazado de abanico aluvial	Roca meteorizada
6	Lodolita	N-7-36, N-7-41	Anexo 4	Llanura subacústica de inundación	Roca fresca
Metaconglomerado "Mamoludo"	Conglomerado de guijarros y bloques de lífticos	S-154, S-155, S-158, S-160	Pl. 6	Rfo entrelazado en abanico aluvial	Roca meteorizada
Metaconglomerado "Cuarzoso"	Conglomerado medio y fino de cuarzo, meta. muy gruesa conglom. de cuarzo	Pozo Naquén 9 S-153, S-161	Pl. 6	Rfos entrelazados cerca a su desembocadura en bahía	Roca fresca Roca meteorizada

Continúa:

Continuación Tabla 2:

NIVELES	Posiciones estratigráficas muestras auríferas	Horizontes y conjuntos de capas	Unidad	Granulometría y composición	Estaciones con muestras anómalas	Referencia	Medios de depósito	Observaciones
5	Horizonte superior de metarenitas	Granodécrite		Arenita gruesa de cuarzo	3341, A-127, A-57 A-76, D-73	Pl. 9 Pl. 4 Pl. 10	Canales de ríos meandriformes?	Roca meteorizada
	Horizonte inferior de metalodolita			Arenita de cuarzo	A-73 3336	Pl. 4 Pl. 9	?	Roca meteorizada
4	Metarenita conglomer. en la parte inferior			Arenita muy gruesa conglomerada de cuarzo y líficos	533, K-5, B-81, B-63, 691, 12438, D-72	Fig. 2 Pl. 10	Canales de río meandriforme	Posición estratigráfica dudosa
1-2	Horizonte intermedio de metalodolita			Arenita de cuarzo	5083	Pl. 10		Roca meteorizada
	Metaconglomerado "Segundo"	Granodécrite		Arenista muy gruesa de cuarzo con glomerática por guijos de cuarzo	Sin muestras	Pl. 8	Canales de río entrelazado	Roca meteorizada
	Metaconglomerado "Basal"	Granodécrite		Arenita muy gruesa de cuarzo conglomerática por guijos de cuarzo y líficos	G-608, G-181, G-602	Pl. 1	Canales de río entrelazado	Roca meteorizada

* Sobre estas posiciones estratigráficas, véanse los resultados del muestreo sistemático en las planchas 12 a 17.

- Las unidades areníticas auríferas, son granodecrecientes (la mayoría claramente), de grano grueso, muy grueso y de cuarzo; el reconocimiento de estas unidades ha sido local y su muestreo ocasional; la roca está profundamente meteorizada.
- En las metalodolitas el muestreo no fue sistemático y por lo tanto quedan abiertas las posibilidades de que se traté de oro proterozoico o de oro supergénico. Interesante es el resultado obtenido en el pozo N7.
- Con excepción de los niveles 3 y 10 (no muestreados sistemáticamente) todos los niveles tienen intervalos auríferos.
- En conclusión, el oro está presente en varios intervalos de la columna; ocurre con mayor frecuencia en granulometrías rudíticas y areníticas gruesas sedimentadas en medios de depósito de canales fluviales. Los indicios de oro mezclado con paladio apoyan la posibilidad de oro precipitado en las metalodolitas. De acuerdo a los criterios de la reconstrucción ambiental es necesario examinar al microscopio electrónico las pintas de oro y hacer un remuestreo de los intervalos.
- El mapa geológico muestra unidades litoestratigráficas constantes sobre el área considerada; sin lugar a dudas éstas continúan hacia el norte y hacia el sur. En los detalles se notan variaciones en algunos niveles (pEtú 4, pEtú 5, pEtú 6, pEtú 7) hacia términos más areníticos y de granulometría más gruesa en sentido noreste.
- En cuanto a la reconstrucción de los medios de depósito registrados por estas unidades, la labor realizada permitió deducir medios de depósito aislados los unos de los otros y los más fácilmente reconocibles; lo ideal es llevar a cabo una labor, parecida a la conducida para obtener columnas temáticas, sobre todo el espesor de la columna previamente destapada.
- La alternancia y, parcialmente, la interdigitación entre rocas de origen en llanuras arenosas y lodosas de marea con rocas de origen fluvial es una simplificación que se origina en el tiempo asignado a las tareas de levantamiento; sin duda, las actividades futuras demostrarán una gama de medios de depósito más variada y completa; sin embargo, las deducciones iniciales son suficientes para afirmar que el paisaje dominante donde se depositaron los 1.900 m iniciales del Grupo Tunuí fue deltaico y se caracterizó por avances fuertes y perdurables de un mar bajo hacia el entrotierra y fuertes y perdurables progradaciones de las facies fluviales hacia el mar.

LOS MEDIOS DE DEPOSITO

Las premisas que sugirieron realizar la labor encaminada a deducir los medios de depósito de la parte alta del nivel 6 (pEtú 6) y de la parte baja del nivel 7 (pEtú 7) en los afloramientos de caño Solo, así como los de la parte baja del nivel 9 (pEtú 9) en caño Mechas, fueron:

- Los modelos sobre el origen sedimentario de la acumulación del oro en los yacimientos de Witwatersrand (PRETORIUS, 1.977a y 1.977b) y de la Jacobina (SIMS, 1.975);
- El hallazgo de afloramientos aislados de metaconglomerados con algunos valores de oro.

Se juzgó que el reconocimiento de los mecanismos de transporte y de acumulación de los sedimentos auríferos, combinado con el muestreo de roca fresca sobre afloramientos adyacentes a los de las columnas, podía comprobar la validez de los modelos surafricanos y brasileros para la secuencia de Naquén y la utilidad del método de investigación propuesto.

La columna temática de caño Solo:

Esta corta sucesión de capas está localizada en el caño Solo desde aproximadamente la estación S—30 hasta casi la divisoria de aguas con caño Pava y de allí hasta la estación S—150 (pl. 18, anexo 1). Las características de las rocas levantadas en el campo se consignan en el anexo 1, pero, para el proceso de análisis e interpretación, se hará referencia únicamente a las figuras 2a, 2b y 2c; para fines de exposición de la secuencia se procederá por unidades de rango menor llamadas segmentos, que se han individualizado por la presencia o variación de algún parámetro o grupo de parámetros y se han indicado con números progresivos de intervalos. En este aparte se hará uso de términos puramente sedimentarios.

Segmentos 1 y 2: La unidad inferior (fig. 2a.) es una secuencia granodecreciente incompleta (por falta de exposición de su parte inferior). Se observa que la clase granulométrica modal y el tamaño máximo de los granos de cuarzo se desplazan verticalmente hacia términos más finos; las estructuras internas se distribuyen según un patrón en el cual los juegos de láminas pasan de escala media a delgada. Con estos parámetros, significativos de niveles energéticos aminorantes hacia arriba (HARMS et al., 1.975:68—76), se puede afirmar el origen fluvial de esta secuencia (ALLEN, 1.970a, 1.970b), con la particularidad que el transporte de la carga de fondo dentro del canal sufría breves aceleraciones que traían láminas de guijos gruesos esparcidos o erosionaban el fondo limoso para depositar lentes de arena; la parte superior de lodolita, con la lente de conglomerado intercalada, muestra que el lugar de baja energía quedaba expuesto al regreso de condiciones energéticas altas y por tanto era muy cercano al flujo principal.

En la unidad superior (fig. 2a.) la variación granulométrica de la clase modal se manifiesta como una alternancia entre valores extremos sin tendencia en sentido vertical; el tamaño máximo, sin embargo, primero disminuye y luego vuelve aumentar; esta observación es decisiva para considerar esta secuencia como el registro de la migración por este lugar de un segundo río. Queda abierta la posibilidad de interpretar esta secuencia como la reactivación del primer canal temporalmente ocupado por depósitos de baja energía. En conclusión, variaciones en la descarga, aguas estancadas al lado del flujo principal, con reactivación del canal o con ocurrencia de un nuevo canal que muestra granocrecimiento con el tamaño máximo de los granos, son características de las condiciones sedimentarias observadas en barras y canales longitudinales de ríos entrelazados (COLLINSON et al., 1.977:2—11; RUST, 1.972:232).

Segmento 3: Esta unidad, de ocho metros de espesor, ha sido llamada metaconglomerado "Cuarzoso"; encima de una superficie ondulosa erosiva (fig. 2a.) se desarrollan capas, prevalentemente gruesas y medias, convergentes, de conglomerado medio a fino de cuarzo y de arenita gruesa a fina de cuarzo; verticalmente se nota un granocrecimiento poco acentuado pero claro tanto de la clase modal como de los tamaños mínimo y máximo; la estructura interna es en láminas inclinadas angulares y tangenciales en juegos que son sólo de escala media y delgada y que por tanto no evidencian un claro patronamiento vertical; con estos datos se puede interpretar esta secuencia como el registro de sedimentos depositados en el canal de un río (ALLEN, 1.970a: 128, 129) que trasladó, en condiciones de gran fluidez, la carga de fondo de arena guijosa bajo forma de dunas migratorias. La alternancia de las capas areníticas con las rudíticas, marcada por acentuadas superficies de erosión en la base de estas últimas, y la existencia de capas con estratificación interna maciza (con algunas láminas horizontales locales) por el fuerte aventeamiento, completan el cuadro de un transporte de carga de fondo por medio de flujos múltiples de corriente que reelaboraban el fondo (COLLINSON, 1.978:43). Estas condiciones de sedimentación son comparables con las del modelo de río entrelazado (COLLINSON, 1.978:43—46).

Al techo, el depósito de lodolita negra es el de menor energía dentro de las deducibles de las demás partes de la sucesión y se compara con los sedimentos que actualmente ocurren encima de las márgenes de un río, fuera del canal (ALLEN, 1.965a: 124, 125, 128) en la llanura aluvial. El oro, por análisis de AA en muestras relativamente frescas del pozo N9 (pl. 14) ocurre con mucha mayor frecuencia en esta misma unidad entre los 22 y los 39 metros de profundidad; al contrario, en posiciones infra y suprayacentes, la ocurrencia de oro es esporádica. Este hecho sugiere claramente una relación estrecha entre oro y granulometría arenítico-rudítica y por ende entre oro y progradación de facies rudíticas de origen fluvial provenientes del noreste.

Segmento 4: Sobre una superficie ondulosa erosiva (fig. 2a.) se desarrolla una unidad que se caracteriza por el granocrecimiento de la clase modal; los tamaños máximos señalan descargas momentáneamente más elevadas; las estructuras internas confirman estas condiciones hidrodinámicas al mostrar láminas planas y paralelas en el tamaño de arena media significativas de lechos planos superiores (HARMS et al., 1.975, fig. 2-5). Por esta razón se prefiere considerar esta secuencia como el registro de un depósito encima de la llanura aluvial (COLLINSON, et al., 1.977:3-13) causado por salidas de madre provenientes de un río cercano y actuantes por descargas fuertes, cortas y explyadas (crevasse splay); los lentes con tamaños rudíticos, cuya base es erosiva, se interpretan como resultado de cortos episodios de formación de canales. En la parte más alta, aparece una capa de lodolita negra que indica el regreso de condiciones energéticas de muy baja energía características también de la llanura aluvial.

Segmento 5: No está expuesto el contacto inferior de este segmento (fig. 2b); una superficie de discontinuidad ondulosa erosiva lo limita al techo. Se trata de una secuencia de grano marcadamente más fino que el grano de la subyacente: capas gruesas planas y paralelas son de arenita fina y muy fina en la parte inferior y de limolita alternante con arenita muy fina en la parte superior; los tamaños máximos y mínimos siguen los desplazamientos de la clase granulométrica modal; las estructuras internas son láminas onduladas no paralelas y láminas inclinadas reunidas en juegos cuneiformes y cubetiformes de pequeña escala. La composición es de cuarzo. La geometría plana y paralela de las capas y su neta separación se han interpretado, dentro de las limitaciones impuestas por la amplitud del afloramiento, como indicativas de un medio sedimentario lateralmente persistente (VISHNER, 1.965:42); la secuencia facial representa el registro de la migración de lechos de ondulas de arena y de limo de escala delgada trasladados por flujos en régimen inferior (HARMS et al., 1.975, fig. 2-2 y 2-5), aunque con aceleraciones y desaceleraciones del medio acuoso muy fluido. Estas deducciones, comparadas con procesos análogos y productos actuales (COLLINSON et al., 1.977:3-10 a 3-15 y fig. 3-11), permiten concluir que esta secuencia facial constituye el relleno de una llanura aluvial producido por inundaciones por encima de los malecones (overbank floodings).

Segmento 6: Encima de una superficie de discontinuidad ondulosa erosiva (fig. 2b) se desarrolla una corta sucesión de capas medias y delgadas, cuneiformes y convergentes, cuya clase granulométrica modal, inicialmente granocreciente y luego granodecreciente, se desplaza desde arenita muy fina a arenita gruesa y luego a arenita fina alternante con limolita; los tamaños mínimo y máximo siguen los desplazamientos de la clase modal; las estructuras internas son láminas inclinadas reunidas en juegos cuneiformes de escala media y láminas onduladas no paralelas. La composición es de cuarzo. Estos datos, desde el punto de vista de la energía del medio, significan que al inicio las condiciones hidrodinámicas eran las correspondientes al régimen inferior, similares a aquellas que caracterizaron el segmento subyacente, pero en un flujo confinado; luego estas condiciones pasan a las correspondientes a la parte alta del régimen inferior (REINECK y SINGH, 1.975, fig. 2) para de nuevo bajar;

esto es análogo a las condiciones que se dan en las llanuras aluviales cuando el material desbordado se encauza en un canal donde se desarrolla la secuencia granodecreciente (COLLINSON et al., 1.977:3–13 y fig. 3–11).

Segmento 7: El contacto inferior de esta capa muy gruesa, plana y paralela (fig. 2b) es plano e irregular en detalle, pero poco marcado; la granulometría se mantiene en la fracción arenítica dentro de la porción: media con tamaño máximo en arena gruesa; estructuras internas son juegos cuneiformes y cubetiformes de láminas inclinadas de escala media y delgada. La parte superior del segmento es una capa cuneiforme de lodolita negra. Se está en presencia de un lecho migrante de dunas de arena, cuya fuerte diferencia granulométrica, con respecto a la clase del subyacente, fue motivo para separar esta secuencia de la anterior no obstante la superficie de discontinuidad poco marcada. La uniformidad textural de la secuencia no se compagina con los productos dejados por súbitas incursiones de arena traída por los desbordamientos desde un río cercano; se prefirió por lo tanto considerar esta secuencia como el producto de otro canal de desborde no completamente desarrollado; el depósito lodolítico en el techo de la secuencia indica el alejamiento definitivo del río y la consecuente instalación del medio de depósito que representa la menor energía dentro de la llanura aluvial.

Los segmentos 5, 6 y 7 registran un sistema semipermanente de salidas de madre por medio del cual se llegó a la colmatación de depresiones adyacentes al río, pertenecientes al paisaje de la llanura aluvial. Se cree que secuencias de este tipo son las menos favorables para la ocurrencia de oro.

Segmento 8: La secuencia comprendida por este segmento (fig. 2b) con espesor de 8 m, está formada por arenitas de cuarzo con excepción de los 80 cm. superiores donde ocurren intercalaciones de lodolita negra. En detalle, se observa: sobre una superficie de discontinuidad fuertemente irregular y erosiva, una sucesión de capas gruesas, medias y delgadas cuneiformes y cubetiformes, de arenitas de cuarzo, caracterizada por granodecrecimiento vertical tanto de la clase granulométrica modal como del tamaño máximo; las estructuras internas están constituidas por láminas inclinadas reunidas en juegos cuneiformes de escala media y delgada. El significado hidrodinámico de esta facies es el de la migración de lechos iniciales de dunas de arena y luego de ondulitas de arena y demuestra niveles energéticos, aminorantes hacia arriba, de un fluido que transportó una capa arenítica en el fondo de un canal meandriforme migrante lateralmente (HARMS et al., 1.975:68–76; HARMS y FAHNESTOCK, 1.977:109–111, fig. 9; ALLEN, 1.970a:128, 141, 144 y figs. 1 y 9); los guijos finos de cuarzo indican la zona de mayor energía del canal donde se quedan los granos de mayor tamaño: el rezago de canal; estos intervalos estratigráficos, de espesor variable, son los más favorables para el hallazgo de oro.

En los 80 cm superiores, capas delgadas y lentes de arenita fina y de lodolita arenosa (localmente arenita lodosa) se intercalan e interdigitan sin presentar verticalmente tendencia alguna ni en las variaciones del tamaño de grano ni en las estructuras internas. En cuanto al significado hidrodinámico y ambiental de esta facies, el depósito de lodolita es él de menor energía, dentro de las deducibles de las demás partes de la sucesión y es comparable con aquellos sedimentos que actualmente ocurren fuera del canal sobre las márgenes de un río, en una llanura subacuosa de inundación. La base erosiva de las arenitas y la interdigitación con las lodolitas indican que este medio de depósito de baja energía era sometido a cortas y pequeñas entradas de corrientes portadoras de lechos de arena, según una modalidad que actúa encima de los malecones (levee) por expansión de material desbordado en depresiones inundadas adyacentes a un río (COLEMAN, 1.969:231–232; COLLINSON, et al., 1.977:3–13 y fig. 3–11).

Segmento 9: Sobre una superficie de discontinuidad ondulosa y erosiva (fig. 2b) se desarrolla una corta sucesión, poco expuesta, de capas medias y delgadas, cuneiformes; en la mayor parte de su espesor, la sucesión está constituida por arenitas de cuarzo, granodecrecientes en sentido vertical, que pasan de la porción gruesa a la fina; en la parte alta, lentes de lodolita negra se intercalan con capas delgadas cuneiformes de arenita gruesa de cuarzo, cuyas bases son superficies de erosión. Estos parámetros, similares a los del segmento anterior, registran los depósitos dejados por un río tanto dentro del canal meandriforme como en las depresiones inundadas adyacentes. Sin embargo, en esta sucesión hay dos tipos de estructuras internas sumamente dicientes para refinar la imagen del paisaje con sus medios de depósito: en la capa de arenita fina de la parte alta de la sucesión, depositada dentro del canal, hay láminas flaser simple, flaser ondulosa y flaser ondulosa bifurcada de lodolita (REINECK y SINGH, 1.975, figs. 164, 165, 166, 167 y 172), lo que demuestra la influencia del mecanismo peculiar de las mareas dentro del canal (DÖRJES y HOWARD, 1.975:150, 151); en las capas de lodolita hay una estructura interna definida como lenticular por lentículas de arenita fina de cuarzo (REINECK y SINGH, 1.975, figs. 173, 176, 184), que demuestra la influencia de las mareas, esta vez en las depresiones adyacentes al río. De esta forma se llegó a la conclusión del paisaje de ríos distributarios y bahías (fig. 2b). Esto concuerda con lo observado anteriormente, de un cambio de facies que afecta el nivel 6 (pEtu 6) (pl. 18), al comparar los afloramientos del sur (pls. 9, 3) de metalodolita negra de origen en llanuras mareales, con los afloramientos del noreste (pls. 6, 8, 5) de origen fluvial y en cercanía de bahías. Estos ambientes de baja energía, salobres y estuarinos se han indicado como favorables al crecimiento de los procariotes y por lo tanto a la precipitación de oro durante el Proterozoico (PRETORIUS, 1.977a: 1, 10, 11, 12, 16, 18; PRETORIUS, 1.977b: 58–60, 65).

Segmento 10: Sobre una superficie erosiva (fig. 2b) alternan capas medias y delgadas, planas y paralelas de arenita media y fina de cuarzo y de lodolita; la estructura interna de las arenitas es ondulosa no paralela y en láminas inclinadas reunidas en juegos cuneiformes de escala delgada; la estructura interna de las lodolitas es la lenticular por lentículas de arenita muy fina de cuarzo. La geometría de las capas sugiere un medio abierto de flujo no confinado donde la migración de lechos de ondulitas de arena prevalecía sobre la ocurrencia de aguas quietas con influencias mareales. Por comparación de estas características con aquellas que existen en barras menores frente a la desembocadura de pequeños ríos (COLLINSON, 1.977, fig. 3-11), se llega a definir esta sucesión como un registro de barra frontal (mouth bar) acompañado de una pequeña bahía interdistributaria.

Segmento 11: Sobre una superficie suavemente ondulante (fig. 2b) reposan capas de arenitas de cuarzo granodecrecientes en la clase modal; encima, se intercalan lentes y capas de lodolita negra dentro de capas de arenita muy fina. Estas mismas características se han reconocido e interpretado en el segmento 9; por lo tanto este segmento también registra el depósito en un canal de río distributivo, cubierto por los depósitos de malecón (o dique natural), probablemente subacuáticos allí donde estos se interdigitan con los depósitos dentro de la bahía adyacente.

Segmento 12: Sobre una superficie ondulosa erosiva (figs. 2b y 2c), se desarrolla una sucesión de capas gruesas y media en la parte inferior, por debajo del intervalo cubierto, y de capas gruesas, planas y paralelas encima del intervalo cubierto (fig. 2c). Se reconoce un granodecrecimiento en la vertical desde arenita fina a arenita muy fina de cuarzo: las estructuras internas pasan de láminas inclinadas reunidas en juegos grueso y medio, a láminas inclinadas reunidas en juegos delgados cuneiformes.

Las condiciones hidrodinámicas, deducibles de estos datos, indican migración de lechos de

dunas y de ondulitas de arena impulsados por fluidos en régimen inferior (REINECK y SINGH, 1.975, fig. 2) pero probablemente con ligera disminución de la velocidad de la corriente (HARMS et al., 1.975, fig. 2-5). Estas secuencias faciales, con sus significados hidrodinámicos pueden referirse a un medio de depósito de canal de un río; de otro lado, la geometría plana y paralela de las capas sugiere la persistencia lateral y la constancia del proceso sedimentario (VISHER, 1.965:42). En conclusión, es amplia la gama de medios de depósito que tienen estas características: canal ancho y profundo de un río, barra frontal, playa, barra de barrera (barrier bar), llanura mareal de arena, entre otros; por demás, el paisaje subyacente se caracteriza por presentar una variada serie de medios de depósito. Esto impidió que se pudiera reconstruir el medio de este segmento.

Segmento 13: Sobre una superficie irregular (fig. 2c), yace una capa convergente de conglomerado lítico "Mamoludo" por granos rudíticos (60%) de arenitas de cuarzo y de intraclastos lodolíticos en matriz (40%) de líticos y de cuarzo; se tomaron los siguientes datos complementarios: los granos son redondeados; la clase prevaleciente es la de guijarro pequeño a grande; el tamaño máximo de los granos cae en la clase de bloque grande (la dimensión máxima medida fue de 84 cm); la armazón es de bloques y guijarros en contacto longitudinal, tangencial y localmente flotantes en matriz de amplio rango granulométrico que va de arenita fina hasta guijo grueso; la composición es de líticos (70%), intraclastos (5% y cuarzo (25%); la estratificación interna es maciza, con pocos clastos inclinados y horizontales; unos guijos están imbricados encima de la superficie de reactivación cercana al techo; en la parte alta, entre el conglomerado y la lodolita, se intercala una capa gruesa de arenita gruesa de cuarzo con estratificación interna en láminas cubetiformes reunidas en juegos de escala media. Estas facies indican condiciones energéticas elevadas del medio de transporte acuoso, confinado, fluido y pulsante que lograba momentáneamente el movimiento libre de los bloques. Un medio de transporte, que actúa localmente seleccionando algunos de los granos rudíticos más gruesos disponiéndolos de forma horizontal, inclinada e imbricada es comparable con aquél que lleva al crecimiento vertical y a la progradación aguas abajo de una gran barra longitudinal (HARMS et al., 1.977:139) en un río entrelazado que desplaza una carga de fondo guijarrosa (COLLINSON, 1.978:21-25). Encima de la barra, tuvo lugar una sedimentación arenosa que explica, por infiltración posterior, la presencia de los granos de arenita fina dentro de la matriz del conglomerado. La gran energía necesaria para obtener, aunque sea localmente, un conglomerado de guijarros clasto soportado de origen fluvial, es concebible únicamente si se sitúa a este río entrelazado sobre la superficie inclinada de un abanico aluvial en cercanías de su apex (COLLINSON, 1.978:42-48, fig. 3-36). Lateralmente, en el pozo N8 (pl. 13) y en los afloramientos al noreste y al suroeste del S-154 (pl. 15), la facies cambia a arenita muy gruesa de cuarzo, conglomerática por guijos y guijarros líticos flotantes; estas variaciones granulométricas laterales se obtienen con pequeñas fluctuaciones en la energía del flujo (WALKER, 1.975, figs. 7a, 7b) que hacen rodar y concentran los bloques suspendiendo las arenas o sedimentan las arenas gruesas rezagando los guijarros (HARMS et al., 1.975: 139). Estos dos tipos de depósito son por lo tanto efectuados por el mismo río en un solo cauce y pasan lateralmente del uno al otro (fig. 2c). Un segundo tramo donde el río creó otra barra longitudinal de conglomerado de guijarros clastosoportado se observa en la trinchera S-158 (pl. 15).

La composición lítica de los tamaños rudíticos y la cuarzosa de los tamaños areníticos —no se ha observado cuarzo en la fracción rudítica— indica claramente que el material lítico proviene de una fuente colocada, como se dijo, al noroeste y diferente a las que han estado suministrando materiales a esta área de sedimentación; el producto final es una mezcla de materiales provenientes de dos fuentes.

El oro participa de estos procesos sedimentarios. Ya se había puesto en relieve que el oro

ocurre en numerosas posiciones estratigráficas de composición cuarzosa. Ahora bien, si se observan las columnas estratigráficas del conglomerado "Mamoludo" (pl. 15) se ve que se obtuvieron valores de oro más frecuentes y más altos en los conglomerados clasto-soportados que en los conglomerados matriz-soportados; despreciando por el momento el efecto de la meteorización que puede en teoría cambiar por completo las concentraciones iniciales de oro, es forzoso concluir:

— La energía concentró los clastos del conglomerado y el oro que estaba en los sedimentos cuarzosos.

Los mecanismos de acumulación del oro son sedimentarios.

Hay que buscar el oro en aquellas partes de las unidades sedimentarias que fueron depositadas bajo condiciones de alta energía.

Segmento 14: Sobre una superficie ondulosa (fig. 2c) ocurren 24 m de lodolita negra observada en el fondo de una trinchera hecha para apreciar en detalle sus características: en la mitad inferior hay estructuras internas lenticulares por lenticulas de arenita muy fina de cuarzo, lo que permite referir esta parte a un medio de depósito de llanura mareal de lodo; en la mitad superior, no se apreció estructura interna alguna, lo que sugiere que ésta puede haberse sedimentado en una llanura subacuática de inundación. Esta parte contiene una lente espesa de conglomerado de guijarros líticos clasto-soportado (S-157; pl. 15), cuyo significado ambiental es similar al descrito para el conglomerado "Mamoludo". La variación del medio de depósito se relaciona con un avance marino hacia el norte seguido por un retroceso que preanuncia el nuevo levantamiento en el noroeste de esta área con proyección de una nueva capa de conglomerado, producto de una creciente instantánea.

Segmento 15: Sobre una superficie irregular erosiva (fig. 2c) se desarrolla el metaconglomerado "Capagrande", que es una sucesión de capas de conglomerado, de arenitas conglomeráticas y de arenitas; examinada en detalle, se tomaron los siguientes datos: la unidad mide 4,60 m y empieza con una arenita de grano medio de cuarzo superpuesta por una capa de conglomerado de guijarros pequeños, redondeados, de líticos (por arenitas de cuarzo); sin embargo, la mayor parte del espesor está formado por capas gruesas, medias y delgadas, onduladas a planas y paralelas de arenitas muy gruesas y medias de cuarzo alternativamente más o menos conglomeráticas por guijos gruesos hasta guijarros pequeños de líticos, flotantes en la matriz o en contacto tangencial; la base de las capas conglomeráticas es siempre reactivada; onduloso y poco marcado el techo; la estratificación interna de la parte arenítica es en láminas inclinadas; los guijos y guijarros no están orientados pero, si esparcidos, aparecen según láminas inclinadas; unos pocos están alineados horizontalmente y otros están reunidos formando pequeños grupos aislados donde los clastos están en contacto tangencial el uno encima del otro; donde los granos rudíticos están cerca no se nota la estratificación interna; no existe relación entre espesor de las capas y tamaño de los granos rudíticos. Esta secuencia facial tiene un significado hidrodinámico diferente al del anterior conglomerado: se trata en efecto de numerosos actos de sedimentación con varias fases de retrabajamiento del material recién depositado por un medio acuoso fluido que a menudo no podía desplazar los clastos y los dejaba amontonados uno contra el otro. Es una excepción la parte inferior del conglomerado donde la energía del medio fue suficiente para dar libre movimiento a los clastos de manera que se amontonaron según láminas inclinadas a formar una pequeña barra en el fondo del canal. Esta observación conduce además a concluir que las condiciones hidrodinámicas disminuían en sentido vertical, lo que está confirmado por las arenitas media y fina de la parte más alta. Una vez más, la composición lítica de los clastos contrasta con la cuarzosa de la matriz: esto induce a pensar que la fuente de los líticos eran terrazas que caracterizaban el paisaje aguas arriba (fig. 2c).

Esta secuencia facial con sus significados hidrodinámicos indica un río que escurre en las partes distales de un abanico aluvial (BLUCK, 1.967: 158, 159) al contacto con las partes medias del mismo abanico, del cual probablemente erosionaba las geoformas aterrazadas. Esta secuencia facial representa el inicio de un episodio ulterior de progradación de las facies de significado fluvial sobre las de origen marino.

El oro se vuelve a presentar en las capas que fueron depositadas bajo condiciones de alta energía (pls. 15, 18); sin embargo, en este caso, la meteorización de las capas, aún más profunda, dificulta la interpretación detallada de los datos.

La Columna Temática de Caño Mechas

Esta columna fue levantada por caño Mechas (pl. 18) afluente de derecha de caño Rico que, aguas abajo, toma el nombre de Quebrada Monas, Quebrada Grande y luego de caño Rabopelao; desde la desembocadura se sube primero por el cauce del caño y luego por la base de un escarpe sobre la ribera derecha de caño Mechas.

Los mineros extrajeron de una cubeta de unos 100 m de largo por 2 m de ancho y 2 m de profundidad, dentro del coluvión suelto yacente sobre las metalodolitas negras en el fondo del caño, unos 2.500 gr de oro en forma de delicadísimas filigranas, esferitas, dendritas (comunicaciones verbales, observaciones con lupa de 10 aumentos; anexo 3). La explotación terminó en material derrumbado de gran espesor; los mineros hallaron oro con esas mismas formas en la matriz del detrito derrumbado. Aunque estos datos no son una comprobación del origen supergénico del oro extraído, pueden tomarse como base de una hipótesis de trabajo para futuras investigaciones.

Desde el punto de vista de la posición estratigráfica, la columna empieza en la parte alta del nivel 8 (pEtu 8) y abarca los 100 m inferiores del nivel 9 (pEtu 9) (pls. 7, 18).

Segmento 1: En la figura 3a se ha dibujado sólo la parte alta de una sucesión de capas observadas desde la estación CM-30 hasta el derrumbe y luego en la estación CM-214 donde aflora el contacto superior. Se trata de una sucesión de lodolitas negras, localmente piritosas, en capas gruesas planas y paralelas, con estratificación lenticular por lentículas planas no paralelas, a onduladas no paralelas, de metarenita fina y muy fina de cuarzo; ocurren ejemplos locales de estratificación interna convoluta, de pequeñas fallas sinsedimentarias, de pequeños calcos de carga y de pseudonódulos. Con estos ejemplos de estructuras sedimentarias físicas, idénticas a las descritas en el Mar del Norte (REINECK y SINGH, 1975, figs. 173, 176, 184) dentro del medio de depósito de las llanuras mareales de lodo, se refiere esta sucesión al mismo medio.

Se han muestreado 50 m de espesor de estas lodolitas, encontrándose algunos valores de oro pero no es claro su origen; de otro lado, de este sitio proviene el oro con paladio (anexo 3), que en vía hipotética se considera precipitado en estas lodolitas durante el Proterozoico inferior.

Segmento 2: Esta unidad descrita en el afloramiento CM-214, se ha llamado metaconglomerado del "Mechas." Sobre una superficie de discontinuidad erosiva muy irregular (fig. 3a.), yace una sucesión de capas gruesas, medias y delgadas, cuneiformes, convergentes, a localmente onduladas y paralelas; la clase granulométrica modal sube desde arena gruesa a arena muy gruesa para luego bajar hasta arena media donde los granos de tamaño rudítico, flotantes en la matriz, suben hasta un 20% y llegan a tener 25 cm de dimensión máxima; las capas conglomeráticas yacen sobre superficies de discontinuidad erosiva y pasan gradualmente, o con contactos sólo localmente marcados, a las arenitas superpuestas; las estructuras

internas dentro de las arenitas son láminas inclinadas reunidas en juegos medios y delgados, convergentes y cuneiformes, mientras que en las arenitas conglomeráticas sólo se notan láminas inclinadas esparcidas, guijos inclinados, vagas disposiciones horizontales de un grupo de clastos e imbricación de los guijos que están en contacto tangencial; en los constituyentes de las arenitas se ha encontrado hasta un 5% de líticos (metarenitas finas y muy finas de cuarzo), mientras que los granos rudíticos son únicamente de líticos (20%) y todos de metarenitas de cuarzo.

Esta secuencia facial, desde el punto de vista de las condiciones hidrodinámicas, revela, empezando por la forma de la superficie basal, la actuación de un medio de transporte acuoso, fluido, confinado, de energía aminorante hacia arriba, con la particularidad de sufrir aceleraciones que erosionaban y retrajaban el fondo; tales corrientes sin embargo, no podían seleccionar y acumular los guijos y guijarros que quedaban dispuestos confusamente sobre superficies horizontales, inclinados e imbricados en el fondo de los canales; luego seguían desaceleraciones que producían la migración de dunas de arena; en conclusión, estos sedimentos fueron acumulados por flujos múltiples de corrientes. Estas condiciones son comparables a las que rigieron la sedimentación de los conglomerados "D" de Bluck (1.967:154-159, fig. 2) que fueron depositados por corrientes entrelazadas de ríos migrantes en la parte superior de la llanura aluvial, o sobre un abanico aluvial en posición distal.

Aquí también, como en los metaconglomerados "Mamoludo" y "Capagrande", se tienen dos lugares de proveniencia de los materiales; el hecho de que haya un pequeño porcentaje (5%) de líticos entre los tamaños areníticos no cambia en esencia el cuadro: un río entrelazado escurriente en las partes distales de un abanico aluvial y portador de carga lítica removiliza los sedimentos cuarzosos del paisaje (o desemboca en un río que trae carga cuarzosa) (fig. 3a.: bloque-diagrama inferior). Otra vez, la llegada de este tipo de depósito sobre otro de muy baja energía anuncia el inicio de una progradación de facies de significado fluvial que, de nuevo, trae oro.

Al observar los resultados del muestreo sobre el metaconglomerado del "Mechas", conducido de forma acorde con las variaciones granulométricas de la roca, se nota que los mecanismos sedimentarios de intenso lavado y removilización de los depósitos del cauce, por efecto de fuertes corrientes en el fondo del canal, han causado la concentración de las partículas de oro; esto se ha comprobado por la relación directa existente entre porcentaje de guijos y guijarros, y ocurrencia de oro, no obstante que la meteorización puede haber variado las concentraciones originales. Las trincheras CM-209, CM-206, CM-205, CM-214, CM-215, CM-216, CM-218 y CM-220 (pl. 16) manifiestan claramente tal relación; las demás trincheras, donde las rocas están más meteorizadas, han dado resultados esporádicos que no pueden ser interpretados. El metaconglomerado del "Mechas" no ha sido destapado en toda su prolongación hacia el norte y el sur (pl. 18); sin embargo, no hay duda alguna de que el metaconglomerado destapado en Quebrada Grande es este mismo metaconglomerado. Ahora bien, en los datos analíticos de muestras obtenidas en este segundo sitio (QG-5, QG-1, QG-16; QG-14, QG-21, QG-8, QG-9, QG-7, de la plancha 17) hay relación directa entre la ocurrencia de oro y la frecuencia del tamaño rudítico; además, las arenitas portadoras de oro son conglomeráticas (QG-7, QG-20, QG-12, QG-21, QG-14, QG-15, QG-16, de la plancha 17); mientras que es rara la presencia de oro en arenitas y en lodolitas (QG-18, QG-13, QG-11, QG-10, QG-20, QG-7). El oro ocurre en las capas conglomeráticas; más precisamente, en la matriz compuesta por 95% de cuarzo y 5% de líticos; por lo tanto es más probable que el oro provenga de un área con sedimentos cuarzosos.

En la plancha 17 se puede observar que hay oro en muestras diferentes a las de venas de cuarzo. La meteorización de la roca está muy avanzada en Quebrada Grande.

Segmentos 3 y 4: Para proseguir la descripción de la columna fue necesario desplazarse, según el rumbo de las capas, desde el CM-214 hasta el CM-37 (pl. 18, anexo 2).

Sobre un intervalo cubierto, se desarrolla una sucesión de capas areníticas de cuarzo, de 18 m de espesor y caracterizada (fig. 3a) por el contenido de líticas (metarenitas de cuarzo) que llega hasta el 10%. Se ha subdividido en dos segmentos, de 6 y 12 m respectivamente, gracias a una superficie plana a lateralmente ondulosa erosiva (anexo 2), a lo largo de la cual se verifica la más pronunciada diferenciación granulométrica de todo el intervalo, tanto de la clase modal como de los tamaños máximos; es así como quedan individualizadas dos unidades granodecrecientes incompletas. Ambas unidades están conformadas por capas gruesas y medias, cuneiformes y convergentes; la inferior pasa verticalmente de arenita muy gruesa a arenita gruesa y la superior, de conglomerado muy fino a arenita media. La estructura interna no manifiesta una tendencia clara en sentido vertical; ambas muestran en todo su espesor, láminas cóncavas y láminas inclinadas angulares y tangenciales reunidas en juegos medios y delgados.

En ambas unidades, la posición de los granos rudíticos orientados, de tamaño máximo dentro de la secuencia, indica la facies más baja que, aún sin llegar a ser un rezago de canal, marca el transporte del detrito más grueso dentro del canal por un flujo fluido y sugiere niveles energéticos máximos en relación con los de las capas suprayacentes. Sigue una facies que por su granulometría, geometría y estructuras internas, sugiere migración de dunas y de ondulitas de arena dentro del canal (HARMS et al., 1.975:69, 73–75; HARMS y FAHNSTOCK, 1.977:104–110, fig. 9, pls. 4, 5, 6; ALLEN, 1.970a: 128, 141, 144, figs. 1 y 9). En conclusión, estos registros del proceso sedimentario y de sus productos coinciden con los análogos obtenidos actualmente en ríos sinuosos (VISHER, 1.965:47–49) cercanos a su nivel de base (ALLEN, 1.970b: 311, fig. 12) que discurren en llanuras aluviales (ALLEN, 1.965: 152–153). La presencia constante de 3 a 10% de granos líticos y la ocurrencia de facies de significado fluvial indican que estos se derivaron de la removilización de granos en sedimentos de terrazas que constituían el paisaje tierra adentro.

El oro aparece en la posición estratigráfica indicada en la figura 3a.; es decir en una posición que no corresponde a la de mayor energía; pero no es claro su origen y por tanto es necesario un muestreo sistemático en este tramo.

Segmentos 5, 6 y 7: Esta sucesión de unos 33,5 m de espesor (figs. 3a y 3b) está formada por 50% de arenita media, 34% de arenita gruesa, 14% de arenita fina y muy fina y 2% de arenita muy gruesa. La escasa amplitud del rango granulométrico y la baja frecuencia de las clases muy gruesas y muy finas dificultan la individualización de unidades significativas por sus variaciones granulométricas; tampoco existe un ordenamiento evidente en cuanto a la distribución vertical de las estructuras internas. Sin embargo, si se toman en consideración las clases modales más gruesas y los tamaños máximos, se puede notar que estos, a veces, ocurren encima o muy cerca de superficies de discontinuidad netas. De esta forma un poco arbitraria se logra reconocer tres unidades granodecrecientes incompletas; se examinará en detalle la segunda, indicada como segmento 6 (figs. 3a y 3b) y se extenderá la validez del modelo a las otras unidades.

Sobre una superficie neta plana yace una roca de composición cuarzosa, con clase granulométrica modal que en sentido vertical oscila entre muy gruesa y gruesa, luego entre gruesa y media y finalmente oscila entre media y muy fina; la geometría se mantiene en capas gruesas y muy gruesas, planas a ligeramente convergentes, con estructuras internas en juegos medios y delgados, planos paralelos y no paralelos con láminas prevalecientemente planas paralelas y no paralelas a subordinadamente inclinadas tangenciales.

Esta secuencia facial, comparable con la de modelos ideales y experimentales indicativos de la migración lateral de ríos (ALLEN, 1.970a:141, modelo A de la fig. 9), empieza con una facies que sin tener el significado de rezago de canal, indica un flujo inicial confinado, máximo dentro de aquellos que se deducen de las demás facies; siguen luego facies caracterizadas por granulometría y estructuras internas de lechos planos que hablan en favor de un flujo tranquilo correspondientes al régimen inferior (ALLEN, 1.970a, fig. 5). La gran proporción de lechos planos inferiores ha sido relacionada con ríos de baja sinuosidad migrantes en una llanura aluvial cercanos a su nivel de base.

Aparece oro en todas las muestras recogidas en los segmentos 6 y 7; fue usado un sistema de muestreo que permitió obtener una tira continua de roca debido a que la meteorización la vuelve deleznable; los resultados están en la figura 3b. Por la posición de las rocas sobre un filo, es poco probable un enriquecimiento secundario por aguas percolantes y es más probable que se trate de oro que no alcanzó a ser lavado. Los intervalos de muestreo fueron demasiado amplios y por lo tanto ésta es un área que debe ser muestreada nuevamente con criterios de estratigrafía física y en roca fresca. Por el momento se interpretan estas ocurrencias como la constatación de la existencia de oro en el entorno sedimentario. La distancia de 4 km que separa estos afloramientos de los del H24B (pl. 18) es demasiado grande para que se pueda hablar de equivalencias, sólo se pretende atraer la atención del lector sobre los resultados positivos de otras muestras (F-17-FR-1, 160 ppb; F-14-FR, 120 ppb; véase pl. 18) recogidas en posición estratigráfica muy cercana.

Segmentos 8 y 9: En las figuras 3b y 3c está dibujada una sucesión de 44 m de espesor de capas gruesas y medias, planas y paralelas o convergentes de arenitas gruesas hasta finas de cuarzo que se suceden sin interrupción. El rango granulométrico tan estrecho a lo largo de grandes espesores dificulta el reconocimiento de unidades caracterizadas por variaciones granulométricas y estructurales. Ahora bien, aproximadamente en la mitad de la sucesión, una superficie plana, erosiva en detalle pone en contacto un subyacente de arenita fina con estructuras onduladas no paralelas y un suprayacente de arenitas muy gruesas con láminas inclinadas reunidas en juegos de escala media. De esta forma se han individualizado dos unidades granodecrescentes incompletas, cuyas características geométricas y estructurales son tan parecidas a las del segmento 6 que por ello se extiende a estos segmentos el significado ambiental deducido para éste.

Vista de Conjunto

En esencia, la reconstrucción de los medios de depósito hace resaltar:

La acumulación del oro es de origen sedimentario.

La removilización de sedimentos recién depositados, efectuada por corrientes fuertes que reelaboraban el cauce migrante de ríos entrelazados, fue el proceso inmediato, responsable de la mayor frecuencia y al parecer de la mayor concentración de oro en las capas rudíticas. Tal acción tuvo lugar en un ambiente de llanura aluvial, registrado por el "Cuarzoso", en un ambiente de abanico aluvial (en situación proximal), correspondiente al "Mamoludo", en un ambiente de abanico aluvial en posición distal correspondiente al "Capagrande" y en un ambiente de abanico aluvial en posición distal registrado por el "Mechas". Las posiciones estratigráficas correspondientes al "Capagrande" y al "Mechas" son interesantes por las elevadas energías originadoras de los conglomerados líticos; la proveniencia de estos clastos desde el noroeste obliga a explorar estas posiciones en dirección norte por unos 25 km a partir de caño Eulogio; el "Mechas" entra en la penillanura al oriente de la serranía.

El oro ha viajado junto con sedimentos cuarzosos de granulometría entre arena gruesa y guijó medio, durante la progradación de las facies de origen fluvial hacia las de origen marino del suroeste. Por eso: a) la posición estratigráfica ocupada por el "Cuarzoso" es favorable para hallazgos de oro, lo que implica explorarla por un trecho de unos 20 km hacia el norte a partir de caño Solo; b) no obstante que el "Capagrande" no sigue al sur de caño Eulogio y que el "Mechas" sólo puede llegar hasta caño Loco, estas dos posiciones estratigráficas pueden ser ocupadas por facies cuarzosas de tamaño guijoso progradadas hacia el suroeste. Esto implica explorarlas sobre un tramo de unos 25 km desde el H4 hacia el sur-sureste.

— La sucesión que reposa encima del "Mechas" es aurífera, está formada por unidades granodecrecientes y presenta granulometría en el límite entre arena y guijó. Estas condiciones la vuelven uno de los objetivos más interesantes para su estudio en toda la serranía, desde caño Rabopelao hacia el sur, sobre el largo de unos 30 km; el muestreo deberá ser conducido en forma acorde al reconocimiento previo de los rezagos de canal.

— La técnica de la reconstrucción de los medios de depósito es de gran interés en la búsqueda de yacimientos sedimentarios de oro porque permite deducir los mecanismos de acumulación de las partículas.

PLIEGUES Y FALLAS

Un vistazo a la cartografía geológica que aparece en la Plancha 18, muestra:

— En la porción septentrional, una serie de pliegues anticlinales y sinclinales con rumbo N40E (anticlinal de Rabopelao), E—W y luego N60E (anticlinal de Centro Minas), E—W (sinclinal de Cachirri) y otros pliegues, menores con respecto a la escala de los anteriores, de rumbo N50E; estos rumbos son paralelos a ligeramente angulares con el rumbo de la falla de Rabopelao (N70E) que por su traza rectilínea, tiene plano subvertical.

— En la porción meridional, otra serie de sinclinales y anticlinales de rumbo subparalelo a angular con el rumbo de la falla de Api (N20E); esta falla, en buena parte de su recorrido, corta la topografía de una forma que indica un plano inclinado hacia el sureste. Otra falla, con rumbo subparalelo a la anterior, limita el flanco noroccidental del anticlinal que pasa por el H16; una tercera falla trunca la prolongación hacia el sur del mismo anticlinal.

— Al occidente, la falla de Maimachi, con rumbo N20W, acompañada por una ancha franja brechada, constituye el límite occidental de la serie de pliegues y fallas arriba citados; al occidente de esta falla, sólo afloran las capas más bajas del Grupo Tunuí, dispuestas sobre el flanco, muy inclinado hacia el oriente, de una estructura que no se manifiesta en superficie; se desconoce la inclinación del plano de esta falla.

Lo reducido del área no permite la interpretación exhaustiva de los movimientos relativos de los bloques, previa reconstrucción de la situación pre-deformación; al parecer, todo el flanco oriental de la falla de Maimachi se ha arrugado y corrido hacia el noreste gracias: a) al movimiento lateral derecho cabalgante del flanco meridional de la falla de Rabopelao b) al movimiento cabalgante de todo el anticlinal del H16 a lo largo de la falla allí presente y c) al movimiento cabalgante del flanco meridional de la falla de Api. Tales desplazamientos se efectuaron gracias al movimiento lateral izquierdo cabalgante a lo largo de la falla de Maimachi y de la falla que trunca el anticlinal del H16.

METEORIZACION

La degradación meteórica que afecta las metarenitas de Naquén había sido puesta de relieve en el trabajo anterior (RENZONI, 1990:p.37); las geoformas de tipo cársico como las dolinas del H117 y de La Batea, y los puentes naturales del H115, observadas sobre las fotografías aéreas y sobre el terreno, no son exclusivas de la serranía sino más bien una característica degradacional de las metarenitas precámbricas esparcidas sobre el Escudo Guayanés. La estabilidad geológica del área, la gran precipitación, la alta temperatura, el bajo pH, y, al parecer, el largo período de exposición son los factores causantes de las geoformas cársicas en rocas silíceas (SZCZERBAN, 1.973: 1059—1060, 1070—1071). Pero, espectacularidad aparte, hay otra manifestación de degradación meteórica, más extendida e importante para la interpretación de los resultados obtenidos y para la concepción de cualquier actividad exploratoria futura: la disolución del cemento silíceo de estas rocas sílici-clásticas y la disolución parcial del oro. Los datos de las perforaciones indican que la roca presenta una gran lixiviación hasta 20 m de profundidad en el N7, hasta 39 m en el N8 y hasta a 40 m en el N9; además, las voladuras mostraban con frecuencia una roca porosa y, localmente, suelta como un sedimento. En cuanto a la disolución del oro, se han investigado poco los factores físicos y bioquímicos que influyen en el proceso mediante el cual las partículas de oro son disueltas, transportadas y reprecipitadas como cochanos entre los sedimentos del detrito de pendiente que yacen directamente encima de la roca "in situ" por debajo del cauce. Un primer paso se dio con la muestra de agua (IGM—437.615) obtenida en caño Solo en el punto N8 (pl. 18) recogida de la que percolaba a través de los sedimentos sueltos; se obtuvo un resultado de 50 ppb de Au. Esto indica la necesidad de tomar muestras de roca fresca para evitar el efecto de la lixiviación que puede estar modificando los contenidos originales de oro; además se sugiere observar al microscopio electrónico la forma de las partículas de oro obtenidas en la preparación de las muestras. Sin embargo, se está todavía lejos de poder contestar a las preguntas: este proceso, en últimas, concentra o diluye la cantidad de oro originalmente presente en la roca? y en cualquier caso, cuáles son las condiciones y los lugares más favorables para la reprecipitación?

COMPARACION ENTRE LA SECUENCIA DE LA JACOBINA Y LA DE NAQUEN

La comparación entre estas dos secuencias fue hecha en un trabajo anterior (RENZONI, 1990:p.37) cuando el conocimiento sobre la estratigrafía del Grupo Tunuú en la Serranía de Naquén era menor; por esta razón, se ha juzgado necesario expresar un punto de vista actualizado sobre el tema.

En la Plancha 19 se representan las columnas estratigráficas generalizadas de las secuencias metasedimentarias aflorantes en la Serra da Jacobina y en Naquén.

Se ha obtenido la columna de la izquierda gracias a la colaboración recibida de los geólogos de la Compañía Morro Velho durante los reconocimientos efectuados sobre la carretera Jacobina—Capím Grosso y sobre carretables que cruzan las colinas circundantes a la mina en dirección a Morro do Vento y João Belo; sin embargo, la columna está basada principalmente en la de Sims (1.975, fig. 4) limitándose el aporte del autor a la definición de los medios de depósito de alguno tramos considerados significativos y a extenderla a las restantes partes de la columna por medio de rápidas visitas.

Sobre migmatitas y diatexitas se desarrolla una secuencia formada por capas de metarenitas de cuarzo que predominan sobre capas de metaconglomerado de cuarzo; en un solo nivel, ocurren esquistos sericíticos. En esta sucesión se han reconocido dos formaciones: la

Formación Serra do Corrego de unos 700 m de espesor, que contiene las capas auríferas de metaconglomerados intercalados con capas de metarenitas de cuarzo y la Formación Rio do Ouro, de 2.000 m de espesor, constituida casi totalmente por capas de metarenitas de cuarzo.

Examinando las dos formaciones en detalle, se observa (pl. 19):

– Un primer nivel de conglomerado en la base del conjunto llamado Quartzito inferior; probablemente lenticular, con un espesor de 5 m, contiene clastos redondeados de cuarzo que prevalecen sobre los angulares y subangulares de metarenitas, esquistos sericíticos y cuarzo-sericíticos, en matriz de arenita muy gruesa y gruesa de cuarzo.

– Un segundo nivel de conglomerado, en la mitad del Quartzito inferior; se ha denominado Basal Reef, es lenticular, aurífero, de composición cuarzosa y mide unos 3 m de espesor.

– Un tercer conglomerado es más bien una sucesión de 150 m de espesor y de 35 km de longitud, formada por cuatro niveles de conglomerados de 10 m de espesor cada uno intercalados con capas de metarenitas; está colocada dentro de la unidad llamada Conglomerado inferior; los conglomerados son de guijos medios y pequeños en una matriz arenosa y piritosa; la capa aurífera "Main Reef" consiste de lentes de conglomerado de guijos pequeños y medios intercalados con metarenitas guijosas (SIMS, 1.975:240, figs. 4 y 5).

– Un cuarto conglomerado, localizado en la unidad "Conglomerado intermediário", es una sucesión de 325 m de espesor, formada por 3 horizontes conglomeráticos: el inferior, de 100 m de espesor, el intermedio y el superior de unos 30 m cada uno; cada horizonte está formado de unidades de conglomerados y de metarenitas ambas granodecrescentes; cada unidad de conglomerado tiene varios (sic!) metros de espesor, es continua centenas de metros y está formada de guijos medios y gruesos de cuarzo bien seleccionados y empaquetados en matriz de arena piritosa; el oro está más concentrado en la parte superior del horizonte inferior, donde se está abriendo una mina.

– Un quinto conglomerado, ubicado en la base de la Formación Rio do Ouro, es una sucesión de 20 m de espesor formada por capas de metaconglomerado de menos de 2 m de espesor intercaladas con metarenitas; el conglomerado es de guijos pequeños y medios de cuarzo, de metarenitas de cuarzo y de esquistos, bien empaquetados en matriz de arena piritosa; es aurífero.

Tal como afirman otros autores, estos niveles tienen la característica común de que el tamaño máximo de los granos rudíticos se afina hacia arriba.

Según los geólogos de la Compañía Morro Velho:

- a) Todas las capas de metaconglomerado contienen oro aunque sean pocas pintas.
- b) Una capa cualquiera de metaconglomerado tiene más oro en profundidad que en la superficie con lo que se corrobora el "lavado" del oro por las condiciones físico-químicas en superficie.
- c) No hay oro en las capas de metarenitas de cuarzo.

En un tramo del Quartzito inferior y en dos tramos de la espesa y monótona sucesión de capas de metarenitas de cuarzo de la Formación Rio do Ouro ocurre la siguiente secuencia

facial: superficie basal irregular erosiva, capas medias convergentes, cuneiformes y cubēti-formes de metarenitas de cuarzo de grano medio y fino, con estratificación interna en láminas inclinadas reunidas en juegos de escala media, capas medias y gruesas, convergentes a planas y paralelas de metarenitas finas y muy finas de cuarzo con estratificación interna en láminas inclinadas reunidas en juegos de escala media y delgada, superficie irregular erosiva al techo. El patronamiento vertical de las estructuras internas, paralelo con el granodecrecimiento y con la variación de la geometría de las capas hacia arriba indica la existencia de unidades granodecrecientes. Es de anotar que nos fueron mostrados dos tipos de estructuras internas como significativos de influencias marinas; la primera no era una "herringbone structure" sino dos juegos de láminas inclinadas cuyos respectivos sentidos no fue posible medir y cuyo significado ambiental no es en consecuencia demostrable; la segunda era una rizadura sobre la superficie de una capa: no habiendo sido posible ver la disposición interna de los granos, tampoco se pudo comprobar si se trataba de una estructura simétrica de origen en olas marinas. La sucesión está cruzada, tanto paralelamente como normalmente al rumbo, por diques verticales de rocas máficas con espesores entre 50 y 200 m.

En la Plancha 19, a la derecha, está la columna estratigráfica compuesta del Grupo Tunuí obtenida en el área de Naquén; las características geológicas comunes a las dos secuencias y aquellas que las diferencian, son las siguientes:

Ambas secuencias son discordantes sobre migmatitas y diatexitas del Arqueano; han sido depositadas, plegadas y metamorfoseadas en el Proterozoico inferior.

Ambas secuencias son posteriores a otra secuencia sedimentaria que les aportó granos rudíticos de arenitas de cuarzo.

La secuencia de la Jacobina contiene piritita dentro de la matriz de capas auríferas y no auríferas; la secuencia de Naquén contiene metalodolitas negras piritosas, metalodolitas verdes, localmente metarenitas piritosas y en ningún lugar capas rojas; aunque pueda por discutirse el valor probatorio de estas características, éstas por lo menos son acordes con la hipótesis de una atmósfera anóxica durante el tiempo de depósito de los sedimentos.

Las metalodolitas grafitosas halladas en el Grupo Tunuí concuerdan con la actividad algácea reconocida en estos períodos geológicos.

El Grupo Jacobina es una secuencia arenítica con intercalaciones decamétricas de conglomerados; en síntesis, es una pila sedimentaria acumulada por acción de ríos que redistribuían clásticos arenosos en una cuenca intracratónica basculada y alargada paralelamente a fallas de dirección norte-sur (SIMS, 1.975:225); desde la margen oriental llegaban espesas cuñas clásticas gruesas auríferas de abanicos aluviales; de estos, la parte conservada es aquella que se depositó en posición media dentro de los abanicos (COLLINSON, 1.978, fig. 3-30).

El Grupo Tunuí es una secuencia arenítica con importantes intercalaciones lodolíticas y con seis a siete intercalaciones métricas de conglomerado; en síntesis, es una pila sedimentaria acumulada en ambiente deltaico por la interacción entre ríos progradantes que traían clásticos arenosos desde este-noreste y un mar que avanzaba en sentido contrario hospedando clásticos muy finos y vida algácea; desde el **noroeste** le ha llegado en tres ocasiones ("Mamoludo", "Capagrande" y "Mechas") depósitos originados en ríos escurrientes en delgados abanicos aluviales tanto en posición proximal como distal; los demás conglomerados (el "Basal", el "Segundo", el de "caño Loco" y el "Cuarzoso"; pl. 18 y tabla 2) son registros de proyecciones hacia el oeste de facies más gruesas, auríferas,

provenientes del este-noreste. Los abanicos aluviales son respuestas locales a eventos tectónicos activos sobre grandes áreas según lo indican las progradaciones faciales causantes de la removilización de los sedimentos cuarzosos auríferos.

PERSPECTIVAS

La estrecha relación entre granulometría e indicios de oro deja pocas dudas sobre el origen sedimentario de la mayoría de las manifestaciones halladas; sin embargo, la separación y observación al microscopio electrónico de partículas de oro será de valiosa ayuda para aclarar el origen de ocurrencias locales.

Esta conclusión abre nuevas perspectivas sobre la potencialidad aurífera de esta región y permite enfocar objetivos precisos para la exploración futura. En concepto del autor, estos son (tabla 2):

– Metaconglomerado "Basal" (en pEtu 1–2): esta unidad sedimentaria, ahora de metaconglomerado, ahora de metarenita muy gruesa conglomerática, ha dado valores de oro; no sólo ocurre en el área de Maimachí (pl. 18), sino también en el norte de la serranía (en cercanía del H113) y en el sur (caño Raimundo); probablemente está también al oriente de la serranía (al este del H57A). Es un objetivo interesante.

– Metaconglomerado "Segundo" (en pEtu 1–2): esta unidad de metarenita muy gruesa conglomerática ha sido observada cerca del H95 (pls. 8, 18, 11); no se han tomado muestras de este nivel, pero la producción de oro supergénico en el área de Planadas; colocada encima del intervalo estratigráfico entre este conglomerado y el anterior, obliga a su cartografía y muestreo. Es un objetivo interesante.

– Horizonte de metalodolita (en pEtu 1–2): en la metalodolita que ocupa una posición intermedia en el nivel 1–2, ocurre una metarenita que ha dado una respuesta positiva; aunque es difícil apreciar el valor exacto de este dato, se llama la atención sobre esta posibilidad adicional.

– Horizonte metaconglomerático de "caño Loco" (en pEtu 4): esta unidad de metarenita muy gruesa conglomerática de cuarzo se extiende por el área de caño Polvo y en general por el área de caño Loco: no se ha podido establecer con claridad la posición estratigráfica de estas capas, lo cual no les quita importancia en cuanto a su potencial como portadoras de oro; se extienden sobre un área grande y es probable que continúen en el sur de la serranía.

– Horizonte de metalodolita del nivel 5 (en pEtu 5): fragmentos de roca obtenidos en una metarenita intercalada en este nivel, han dado valores de oro que se deben considerar teniendo en cuenta la posibilidad que estas metarenitas registren la miración lateral de ríos: Es una posibilidad adicional.

– Horizonte superior de metarenitas del nivel 5 (en pEtu 5): en este conjunto, ocurren unidades granodecrecientes, valores de oro en fragmentos de roca y granulometrías rudíticas hacia el norte; es conveniente seguirlo en todo su desarrollo a lo largo de la serranía y, donde su granulometría se vuelva rudítica, reconocer unidades granodecrecientes y muestrearlas. Este horizonte es un objetivo adicional interesante.

– Metaconglomerado "Cuarzoso" (en pEtu 6): esta unidad de metaconglomerado medio y de metarenita muy gruesa conglomerática de cuarzo ha dado valores de oro; es un objetivo interesante para la parte de la serranía localizada hasta unos 20 km al norte de caño Solo.

Metaconglomerado "Mamoludo" (en pĒtu 6): esta unidad de metaconglomerado lítico y de metarenita muy gruesa de cuarzo conglomerática por líticos ha dado valores de oro y es un objetivo fundamental en la exploración de la parte septentrional de la serranía.

— Horizonte de metalodolita (en pĒtu 6): en el pozo N7 hay dos valores relativamente altos de oro en roca fresca que es conveniente comprobar para seguir investigando las posibilidades de estas rocas; es un objetivo adicional.

— Metaconglomerado "Capagrande" (en pĒtu 7): esta unidad de metarenita muy gruesa de cuarzo conglomerática por líticos ha dado valores de oro; es un objetivo fundamental para la exploración de la mitad septentrional de la serranía.

— Nivel 7 de metarenitas (en pĒtu 7): son varias las posiciones estratigráficas dentro de este nivel (pl. 18, tabla 2) que han resultado con oro dentro de fragmentos de metarenitas gruesas conglomeráticas de cuarzo; se le considera un buen objetivo, previa cartografía de la unidad en toda la serranía para individualizar tramos rudíticos.

— Nivel 8 de metalodolitas (pĒtu 8): el oro con paladio encontrado en caño Mechas es un indicio que conviene investigar a fondo como objetivo adicional.

— Metaconglomerado del "Mechas" (en pĒtu 9): esta unidad de metarenita muy gruesa de cuarzo y de líticos conglomerática por líticos ha dado valores de oro; es un objetivo fundamental para toda la serranía.

— Nivel 9 de metarenitas (en pĒtu 9): los 100 m inferiores de este nivel han dado numerosos valores de oro; estos resultados aconsejan repetir el muestreo con criterios estratigráficos y en roca fresca; tal actividad deberá ser acompañada por la cartografía de la unidad en toda la serranía para individualizar tamaños rudíticos. Es un objetivo adicional interesante.

En conclusión, esta lista de objetivos es el resultado de la actividad exploratoria efectuada con criterios estratigráficos; la profunda meteorización ha modificado las concentraciones iniciales bloqueando, en último análisis, los conocimientos en un nivel que posterga la evaluación del potencial que no puede ser ignorado en vista de la magnitud superficial registrada o esperada por las solas capas conglomeráticas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La acumulación del oro por mecanismos sedimentarios, su estrecha relación con unidades rudíticas y areníticas granodecrecientes situadas al inicio de progradaciones de facies de origen fluvial, en respuesta a movimientos tectónicos diferenciales de orden regional, es un modelo prometedor de hallazgos económicos de oro en la Serranía de Naquén.

El reconocimiento de objetivos específicos de investigación como son los seis a siete niveles rudíticos y los cuatro niveles areníticos agiliza cualquier proyecto futuro de investigación y garantiza una respuesta al esfuerzo investigativo.

La profunda meteorización enmascara las concentraciones iniciales de oro en la roca.

Se recomienda un programa de exploración a largo plazo para obtener las dimensiones superficiales de los seis a siete niveles rudíticos, reconocer, en detalle, los niveles areníticos gruesos con sus tramos rudíticos y efectuar siempre el muestreo en rocas frescas; igual labor se sugiere ejecutar sobre las lodolitas empezando por las áreas de caño Sólo y caño Mechas.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, J.R.L. — A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments, *Sedimentology* 5:89–191. Oxford — London. 1965.
- , A quantitative model of grain size and sedimentary structures in lateral deposits, *Geol. J.* 7:128–146. Liverpool. 1970a.
- , Studies in fluvial sedimentation: a comparison of fining upward cyclothems with special reference to coarse member composition and interpretation, *J. Sediment. Petrol.* 40:298–323. Tulsa Oklahoma. 1970b.
- BLUCK, B., Deposition of some Upper Old Red Sandstone conglomerates in the Clyde area: a study in the significance of bedding, *Scott. J. Geol.* 3(2), 139–167, Glasgow, 1967.
- COLLINSON, J.D., Alluvial sediments, in: Reading H.G. (Editor) *Sedimentary environments and facies*, Elsevier Publishers, New York. 1978.
- COLLINSON, J.D., ELLIOT, T. READING. H.G., Facies models of fluvial deltaic and submarine fan environments, *Sediment. Research Associates* 1.1–5.6 1977.
- CAMPBELL, C.V., Lamina, laminaset, bed and bedset, *Sedimentology*. 8:7–26, 1967.
- DORJES J.; HOWARD, J.D., Estuaries of the Georgia coast, U.S.A.: sedimentology and biology. IV. Fluvial-marine transition indicators in an estuarine environment, Ogeechee River-Ossabaw sound. *Senkembergiana marit.* 7, 137-179. 1975.**
- GALVIS, J., Informe sobre la visita a la Serranía de Naquén (Guainía), Informe inédito presentado a ECOPEPETROL—Proyecto Minero Guainía, Octubre de 1988.
- GALVIS, J., HUGUETT A., RUGE, P., Geología de la Amazonía colombiana, *Bol. Geol., Inst. Nal. Inv. Geol. Min.* 22, 3: 3–86, Bogotá 1979.
- GONZALEZ — IREGUI, H., Descripción petrográfica de las unidades litológicas de la Serranía de Naquén y posibles correlaciones estratigráficas, 1989. Anexo 2, Informe Final, Bogotá, 1989.
- FOLK, R.L., The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature, *J. Geol.*, 62: 344-359, 1954.
- HARMS, J.C., FAHNESTOCK, R.K., Stratification, bed forms, and flow phenomena (with an example from the Río Grande), *Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Publ.* 12:84–115, Tulsa, Oklahoma, 1977.
- HARMS, J.C., SOUTHARD, J.B., SPEARING, D.R., WALKER, R.G., Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. Lecture notes for short course No. 2 sponsored by the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists and given in Dallas: 1–161, 1975.

- HATCHER, P.G., SPIKER, E.C. OREM, W.H. Oxidative origin of sedimentary humic acids, important carriers of metals, in: Walter, E.D. (ed.) *Organics and ore deposits, Denver region exploration geologists Society, Denver, Colorado, 1985.*
- HUGUETT; A., GALVIS, J., RUGE, P., *Geología*, in: *La Amazonia colombiana y sus recursos, Proradam, Bogotá, 1979.*
- KESLER, S. E. KETTLER, R.M., MEYERS, P.A., DUNHAM, K.W., RUSSE, N., SEAWARD, M., McCURDY, K., Relation between organic material and precious metal mineralization in the Moore ore body, Pueblo Viejo, Dominican Republic, in: Walter, E.D. (ed.) *Organics and ore deposits, Denver region exploration geologists Society, Denver, Colorado, 1985.*
- KROONENBERG, S.B., El borde occidental del Escudo de Guayana en Colombia, in: *Mem. I Simposio Amazónico, Bol. Geol. Publ. Esp. 10:51–63, Caracas, 1985.*
- MOSSMAN, D.J., DYER, B.D., The Geochemistry of Witwaterstand-type gold deposits and the possible influence of ancient prokaryotic communities on gold dissolution and precipitation, *Precambrian Research 30: 303–319, Amsterdam, 1985.*
- PINHEIRO, S. da S. et alii, *Geología*, in: *Brasil, Proyecto Radambrasil. Folha NA. 19 Pico da Nieblina, Río de Janeiro, DNPM. 1976.*
- PRETORIUS, D.A., Gold in proterozoic sediments of South Africa: Systems, paradigms, and models, in: Wolf (editor) *Handbook of strata bound and stratiform ore deposits, Elsevier, Amsterdam, Oxford, York; 1977a.*
- The nature of the Witwatersrand gold-uranium deposits, in: Wolf (ed.) *Handbook of stratabound and stratiform ore deposits, Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, 1977b.*
- REINECK, H.E., SINGH, I.B., *Depositional sedimentary environments, Berlin, Heidelberg, New York, Springer, Verlag. 439 p. 1975.*
- RENZONI, G., Comparación entre las secuencias metasedimentarias de la Serranía de Naquén y de la Serra de Jacobina, (**Bol. Geol. 30 (2) 1990**).
- RUST, B.R., Structure and process in a braided river, *Sedimentology 18:221–245, Oxford, London, 1972.*
- SANTOS, J.O.S., A parte setentrional do cráton amazónico (Escudo das Guianas) e bacia amazónica. in: *Geología do Brasil, Brasilia, 1984.*
- Exploração de ouro na Serra Naquén, Informe Inédito presentado a ECO-PETROL—Proyecto Minero Guainía, Octubre de 1988
- SEVERSON, R.C., CROCK, J.G., McCONNEL, B.M., Processes in the formation of crystalline gold in placers, in: Waler, E.D. (ed.) *Organics and ore deposits. Denver region exploration geologists Society, Denver, Colorado, 1985.*
- SIMS, J.F., A *Geología da série Jacobina aurifera nas vizinhanças de Jacobina; Bahía, Brasil, 1975.*

SZCZERBAN, E., Cavernas y simas en areniscas precámbricas del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolívar, in: Memoria del Segundo Congreso Latinoamericano de Geología, Publ. Esp. 7, t. II, Caracas, 1976.

VISHER, G.S., Use of vertical profile in environmental reconstruction, Am. Assoc. Pet. Geol. Bull. 49: 41–61, Tulsa, 1965.

WALKER, R.G., Generalized facies models for resedimented conglomerates of turbidite association, Geol. Soc. Am. Bull. 86: 737–748, Boulder, Colorado, 1975.



ANEXO No. 1
REGISTRO DE INFORMACION ESTRATIGRAFICA SOBRE
LA COLUMNA DE CAÑO SOLO

(Se muestran como ejemplo 2 hojas de un total de 15)

LEYENDA UNIDADES DESCRITAS EN LA SECCION

PE tu5 → nivel 5 del Grupo Tunuí

FECHA LEVANTAMIENTO GEOLOGICO: del 1o. al 11 de Febrero de 1989

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO (Método cinta y brújula)

SECCION COLUMNAR No. 6 o de caño Solo

LOCALIZACION EN MAPA GEOLOGICO: A-11

LOCALIZACION EN MAPA TOPOGRAFICO: Sadec, plancha 32--A7

COORDENADAS PLANAS DE LA SECCION:

X 104.540 m. Y 103.320 m. Z 270 m.

X 104.500 m. Y 103.600 m. Z 320 m.

LA SECCION EMPIEZA: en la confluencia entre caño Solo y otra quebrada de derecha, a pocos metros al NW del punto S-30; sigue por caño Solo hasta S-28, luego al S-78-FR, al S-80-FR.

LA SECCION TERMINA: en la estación S-150.

ACCESO: en helicóptero hasta el helipuerto H101-C y de allí por trocha en 5 minutos hasta S-30

SECCION LEVANTADA POR: Giancarlo Renzoni

INTERPRETADA POR: Giancarlo Renzoni

LA SECCION EMPIEZA: en la confluencia entre caño Solo y otra quebrada de derecha, a pocos metros al NW del punto S-30; sigue por caño Solo hasta S-28, luego al S-78-FR, al S-80-FR.

LA SECCION TERMINA: en la estación S-150.

Convenciones:

Ecode Código Estructural

(1) Rumbo y buzamiento de las capas

(2) Rumbo y buzamiento de las diaclasas

(3) Rumbo y buzamiento de ejes anticlinales, sinclinales y de fallas

(4) Rumbo y buzamiento de indicadores de corriente

Tial Tipo de alteración hidrotermal

Color Definición según la "rock-color chart" distribuida por la "Geological Society of America".

ANEXO No. 2
REGISTRO DE INFORMACION ESTRATIGRAFICA SOBRE
LA COLUMNA DE CAÑO MECHAS
 (Se muestran como ejemplo 2 hojas de un total de 19)

LEYENDA UNIDADES DESCRITAS EN LA SECCION

PEtu9 → nivel 9 del Grupo Tunuí

PEtu8 → nivel 8 del Grupo Tunuí

FECHA LEVANTAMIENTO GEOLOGICO: del 16 al 20 de Febrero de 1989

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO (Método cinta y brújula)

SECCION COLUMNAR No. 7 o de caño Mechás

LOCALIZACION EN MAPA GEOLOGICO: G — 8

LOCALIZACION EN MAPA TOPOGRAFICO: Saded, plancha 28—B4

COORDENADAS PLANAS DE LA SECCION.

X 98.350 m.	Y 100.750 m.	Z 325 m.
X 98.160 m.	Y 100.800 m.	Z 370 m.

LA SECCION EMPIEZA: desde la desembocadura de caño Mechás en caño Rico.

LA SECCION TERMINA: en el CM-112—FR a los 5 m del camino que va sobre el filo de caño Mechás y conduce al helipuerto 18 alaterno (H18a).

ACCESO: en helicóptero hasta el helipuerto H18a, luego por la trocha durante 15' hasta la desembocadura de caño Mechás en caño Rico.

SECCION LEVANTADA POR: Giancarlo Renzoni

INTERPRETADA POR: Giancarlo Renzoni

Convenciones:

Ecode Código Estructural

(1) Rumbo y buzamiento de las capas

(2) Rumbo y buzamiento de las diaclasas

(3) Rumbo y buzamiento de ejes anticlinales, sinclinales y de fallas

(4) Rumbo y buzamiento de indicadores de corriente

Tial Tipo de alteración hidrotermal

Color Definición según la "rock—color chart" distribuida por la "Geological Society of America".

ANEXO No. 3

ANALISIS DE PARTICULAS DE ORO AL MICROSCOPIO ELECTRONICO

April 27, 1989

Dr. Mario Yory,
Technical Manager,
ECOPEPETROL,
Cra. 12 No. 26-45, Piso 14,
BOGOTA, COLOMBIA

Dear Dr. Yory

Enclosed are some data on gold grains that I got from the miners on Cano Mechas. There are basically 2 gold shapes - spheres and dendrites. I have enclosed Xerox copies of the scanning electron microscope photos and copies of the reports I received from the GSC. The high purity of the gold suggests that it is secondary in origin (Kerogene type?). The presence of Pd in the gold is rather interesting but its significance is not yet understood.

You might want to show these data to your geologist for discussion. When I get more information I shall send it to you, best wishes.

Yours sincerely, show discussion.

Christopher F. Gleeson PhD, P. Eng.

CFG/mg
ENCL:

601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8

13 April 1989

Dr. C.F. Gleeson
C.F. Gleeson and Associates
Lakeshore Drive
R.R. 1, Iroquois, Ontario
K0E 1 K0

Dear Chris,

Enclosed are prints of SEM photos of the gold grains from Cano Mechas, Guainía, Colombia, for you to keep. Two shapes are represented, spheres and dendrites. The largest grain in the sample (not used) is clearly a dendrite, showing branching clusters of elongated skeletal segments. Each segment looks like a grain of grass seed (creeping red fescue?) having raised ribs along the long axis, separated by elongated troughs. These segments are present in the sample as individual grains (photos 1602-5,6,8,12), presumably broken off larger dendrites. Photos 1602-9,10,11 show small intact dendritic grains. The spheres in the sample (photos 1602-1,2,3,4,7) are fairly smooth, having a slightly dimpled surface and no sign of "melt" textures. Smooth flat spots on the top of some grains were made by

the steel needle. I used to press the grains onto the grain mount. Assuming that the spheres were not mechanically rounded by natural (or human) processes at the site, they should have formed in the same way as the dendrites. A full study of the site and its surroundings is needed.

I haven't done the probe work yet, but the colour of the grains suggests a high fineness and similar compositions for both shapes. Any internal structures in the spheres will also be useful.

Yours sincerely,

R N W. DiLabio
Terrain Sciences Division

RNWD: ms
Encl.

THE GEOCHEMISTRY OF GOLD AND ITS DEPOSITS

Medium depths and for Sb, Sn, Zn and Mn during the passage from medium to surface depths. This regularity was thought to be caused mainly by diffusion upwards of isomorphous and mechanical admixtures from gold during the process of recrystallization at high temperature.

Research based on polished sections and spectrographic, chemical and electron-probe analyses of native gold from primary deposits and placers carried out by the writer indicates that most of the metallic and semimetallic elements may be lattice constituents of native gold. However, many of the metals and other elements are often contaminants, being present in minute inclusions of the minerals commonly associated with native gold, particularly quartz, carbonates, sericite, sulphides, arsenides, tellurides, selenides, etc. In my experience the following elements exhibit a frequency which suggests that they are predominantly lattice constituents when they are present in pure samples of native gold: Ag, Cu, Fe, Ni, Hg, As, Sb, Bi, Te, Pd, and Pt.

Several varieties of native gold are known which contain significant amounts of other metals. These have been given specific mineral names in some cases. But more generally they are referred to by a prefix indicating the contained element, e.g. argentian gold, palladian gold etc.

Argentian Gold: Normally all native gold contains some silver generally in the range 5-15 per cent Ag. Most of this silver is a lattice constituent, and there is a complete (?) substitutional series from gold through argentian gold to aurian silver (Kustelite) to native silver. Electrum has been applied to gold containing 20 per cent or more silver. The name is an ancient one and has been used for centuries. Apparently being first applied to the gold won from the famous placers of the Pactolus a small river of ancient Lydia which joined the Hermus (modern Gediz) after flowing through Sardis. Pliny, in his *Historia Naturalis*, said "when the proportion of silver in gold is one-fifth, it is called electrum and possesses a pale yellow colour".

The range and significance of the Au/Ag ratio in native gold and in gold deposits is discussed in chapter III.

Cuprian Gold. Most samples of native gold contain only traces to minor amounts of copper probably substituting in the lattice in most cases. Cases are known, however, where the copper is apparently plated on the gold (Ferguson, 1950). Some samples of gold mentioned in the literature contain from 0.10 to 20 per cent Cu. One of the copper varieties has been named cuproauride and given the formula AuCu. According to Ramdohr (1.960) it is rare and requires further investigation. The compound AuCu containing some 40 per cent gold, named auricupride is reported by Ramdohr to occur frequently. It has a high metallic lustre and a yellow colour with a reddish tint. Den and Kieft (1.974) describe a new copper-gold alloy with a formula approximating CuAu₂. The alloy occurs in the chromitenicolite are from Beni-Boussera. Morocco, as irregular grains mostly along grain boundaries of niccolite and loellingite. In the auriferous areas of the Karabashsk deposit Novgorodova and Tsepina (1976) observed the following phases among the auricuprides, Cu₂ Au, CuAu and CuAu₂. The artificial isomorphous series Cu-Au is complete, but in nature the copper end members with high contents of gold (>3% Au) have not been recognized.

Palladian gold termed porpezite in the gold literature is said to contain 5 to 10 per cent Pd in solid solution but samples of this type of gold require restudy to ensure their homogeneity. It has been reported from Porpez, Taguariil and other localities in Minas Geraes and Goyaz Brazil. Recently, palladium gold (Au, Pd) has been described from the Stillwater Complex in Montana by Cabri and Laflamme (1.974). The mineral is face-centered cubic ($a = 4.047$ (1) a) and is cream-coloured with a metallic pinkish cast under reflected light in air. It is associated with a number of other rhodium and platinum alloys and minerals including platinian rhodium, rhodian, platinum, platinum-iron, and braggite/vysotskite.

Rhodian gold, also referred to as rhodite, is said to contain 34 to 43 per cent Rh. It requires restudy to determine its homogeneity. Rhodian gold is reported from Colombia and Mexico.

Iridic Gold, is reported in the old literature to contain up to 10 per cent Ir. It requires reexamination. Some of the reported occurrences may be intergrowths of gold and osmium-iridium and platinum as described by Syrovatskii et al, (1969).

Gold amalgam is reported by Palache et al, (1944) to occur in grains and lumps of white to yellowish colour with metallic lustre in the Mariposa region, California, with platinum in Colombia and in the vicinity of Pleiari, Borneo. The composition of some of the samples analyzed corresponds well with the composition Au, Hg, suggesting a compound homologous with the silver mineral, moschellandsbergite, Ag, Hg.

Maldonite or bismuthic gold. Some samples of native gold contain traces to minor amounts of bismuth (up to 3% Bi) possibly in solid solution. The mineral maldonite was early reported to be an intermetallic compound with the formula Au, Bi. However, microscopic examination of the maldonite from Maldon, Victoria, the type locality, shows a fine myrmekitic intergrowth of gold and bismuth, derived apparently from the breakdown of Au, Bi, which is said to be stable only at high temperatures (Ramdohr, 1953a, 1960).

The maldonite from Salsigne (Aude) in France described by Boyer and Picot (1963) averages 64.58 per cent Au and 35.72 per cent Bi, approximating the formula Au, Bi. The sample in this case appears to have been homogenous. Boyer and Picot confirm Ramdohr's opinion that the mineral is formed within a relatively narrow temperature interval and think the mineral is a reliable geothermometer. From the Au-Bi phase diagram they suggest a temperature of deposition below or equal to 373°C.

According to Razin et al, (1971) there is some doubt about the existence of auricupride, AuCu₂. These same authors describe a new mineral, palladium cuproauride, in the ores of the Talnakh copper-nickel deposit, U.S.S.R. The mineral is an intermetallic compound with formula (Cu,Pd), Au. It contains traces and minor amounts of Th, Ag, Bi and Ni.

The physical properties of native gold, the morphology of gold crystals and particles in deposits and the relationship of these parameters to the depositional conditions in gold deposits have been extensively studied by many investigators.

601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8

21 April 1989

Dr. C.F. Gleeson
C.F. Gleeson and Associates
R R 1
Iroquois, Ontario
KOE 1K0

Dear Chris:

Don Harris has completed analysis of the grains from Caño Mechas, Colombia. A couple of grains were lost and the photo numbers do not correspond with his numbers for the dendritic grains any more, because the grains were rearranged during mounting.

The table of data (attached) is quite interesting. First, there is essentially no difference between the dendritic and spherical grains. Second, the gold is very pure (secondary?); finenesses are mostly over 995. Third, the gold contains significant amounts of palladium. On page 18 of his gold volume, Boyle describes gold that contains PGE. It is noteworthy that one area known to have PGE-bearing gold is Colombia, I also have a sample of Au-Pt spheres from Ecuador. Note that Boyle says palladian gold is Pd in solid solution in the gold, and detailed examination of the gold is required to ensure that it is homogeneous. Don Harris says that these grains are not homogeneous. We found the same thing in the grains from Ecuador. They were a eutectic mixture of separate phases (Au-Ag and Pt-Fe). When I get back on the SEM, I will be looking at the grains from both places to see their internal structure in detail.

R.N.W. DiLabio
Terrain Sciences Division

RNWD: jb
Encl.

Average Composition of Gold Grains from Caño Mechas, Guainía, Colombia

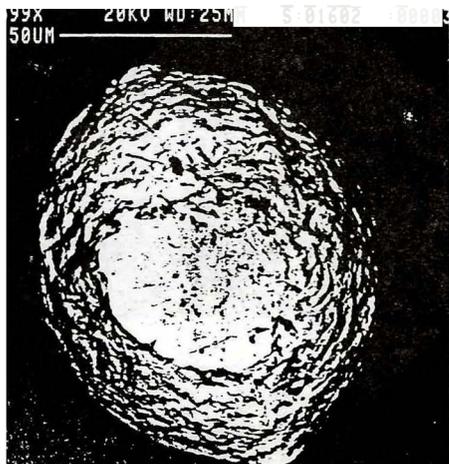
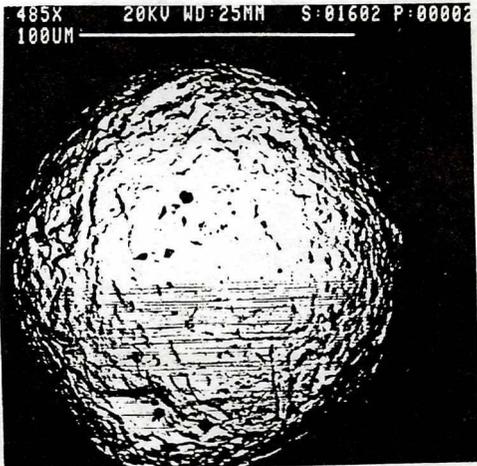
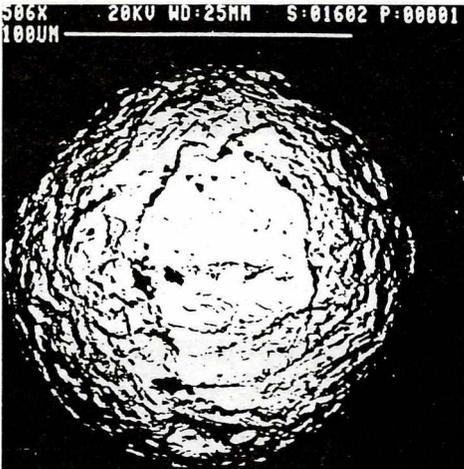
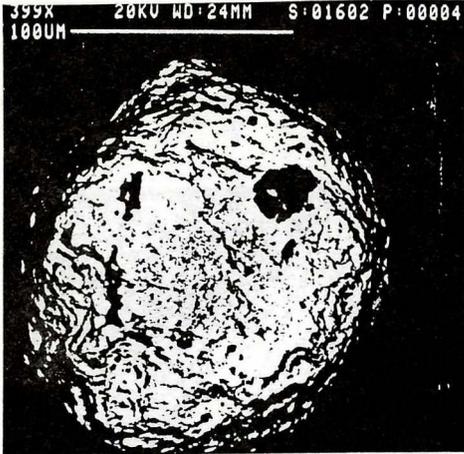
Dendritic Grains

Grain	No. of Analyses	Au	Ag	Pd	Total	Photo
1	4	97.32	0.36	2.92	100.73	
	3	100.34	0.11	0.37	101.01	
3	4	99.95	0.11	0.63	100.83	
4	6	97.19	0.40	3.26	100.98	

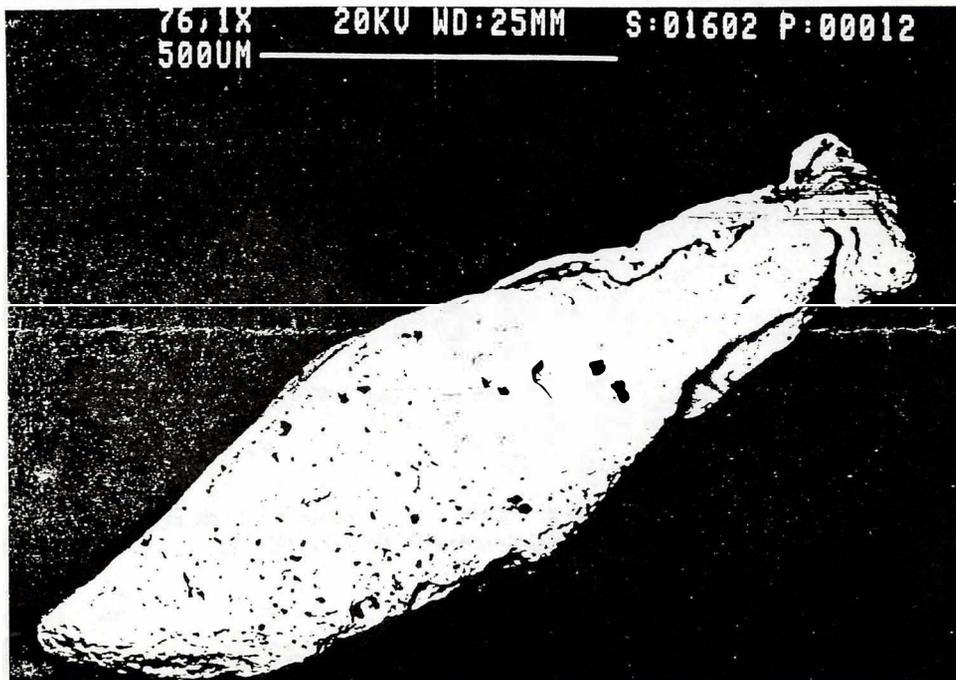
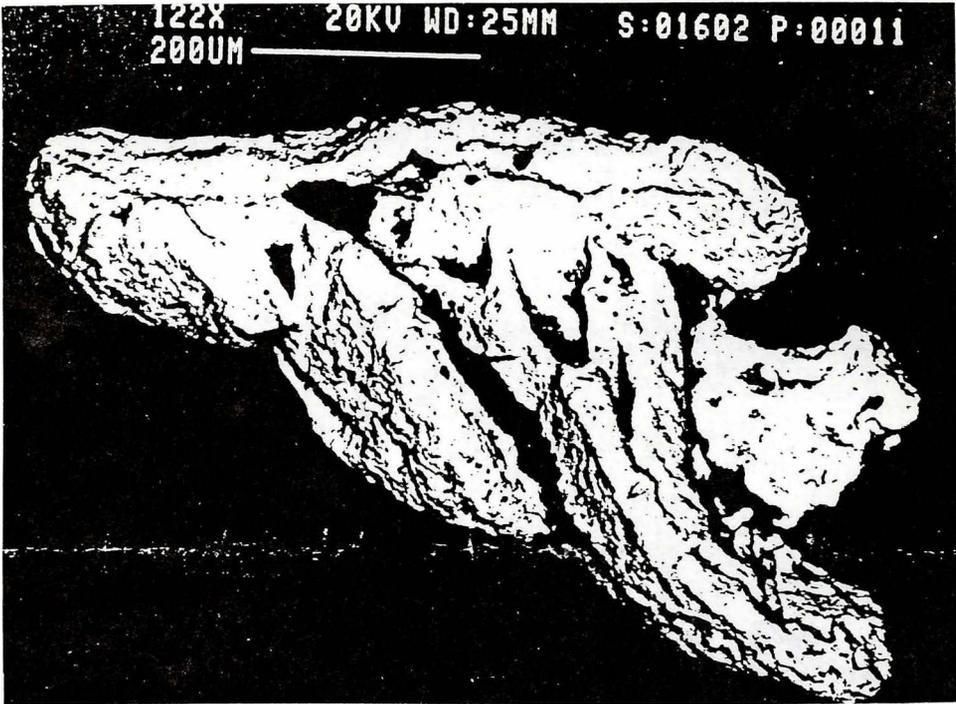
Spherical Grains

Grain	No. of Analyses	Au	Ag	Pd	Total	Photo
1	3	98.73	0.14	1.35	100.35	1602-1
	2	97.96	0.21	1.34	99.57	1602-2
3	2	93.83	0.82	7.16	101.82	1602-3

Analyses by Dr. D.C. Harris
GSC Mineralogy Laboratory
(Sample 1602)



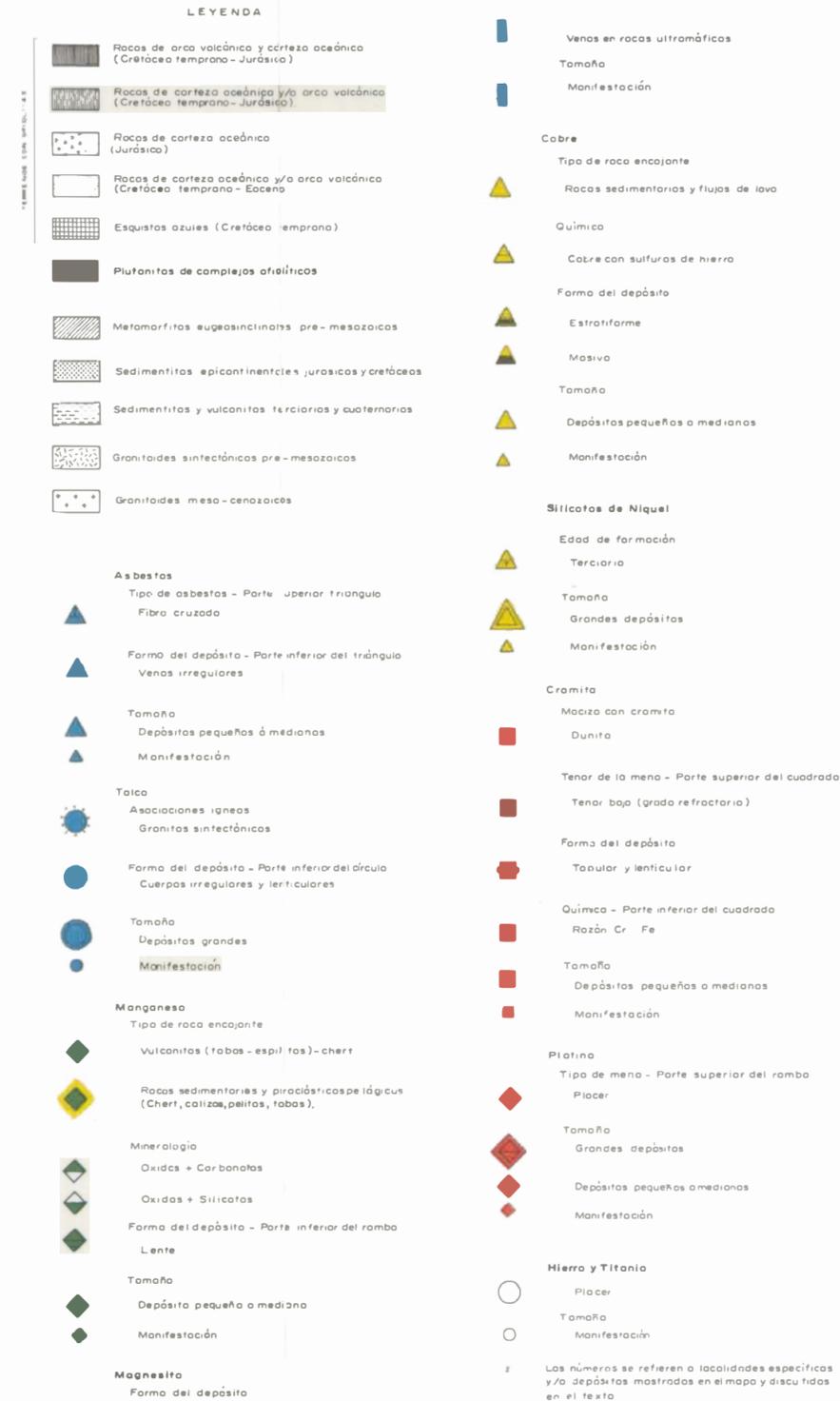
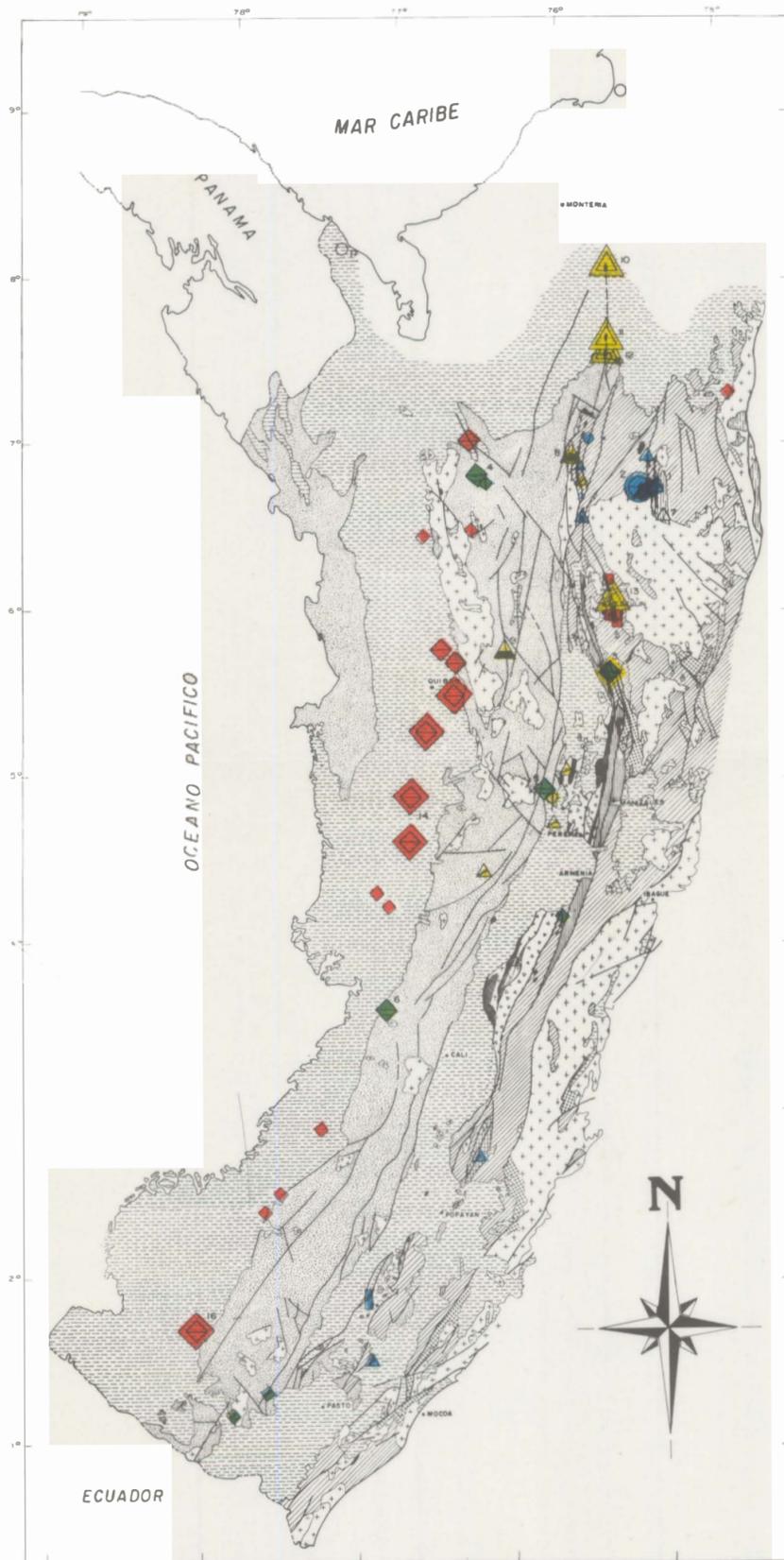




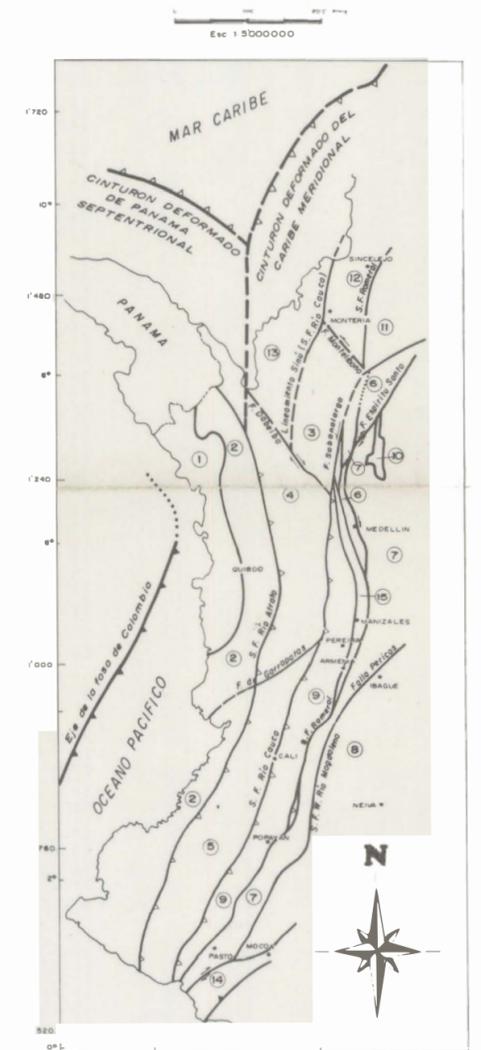
*Esta publicación se terminó de imprimir en el mes de marzo de 1991
en la Sección de Publicaciones del INGEOMINAS*

MAPA METALOGENICO DE LAS FAJAS OFIOLITICAS DE LA ZONA OCCIDENTAL DE COLOMBIA

Por
JAIRO ALVAREZ A.
1986



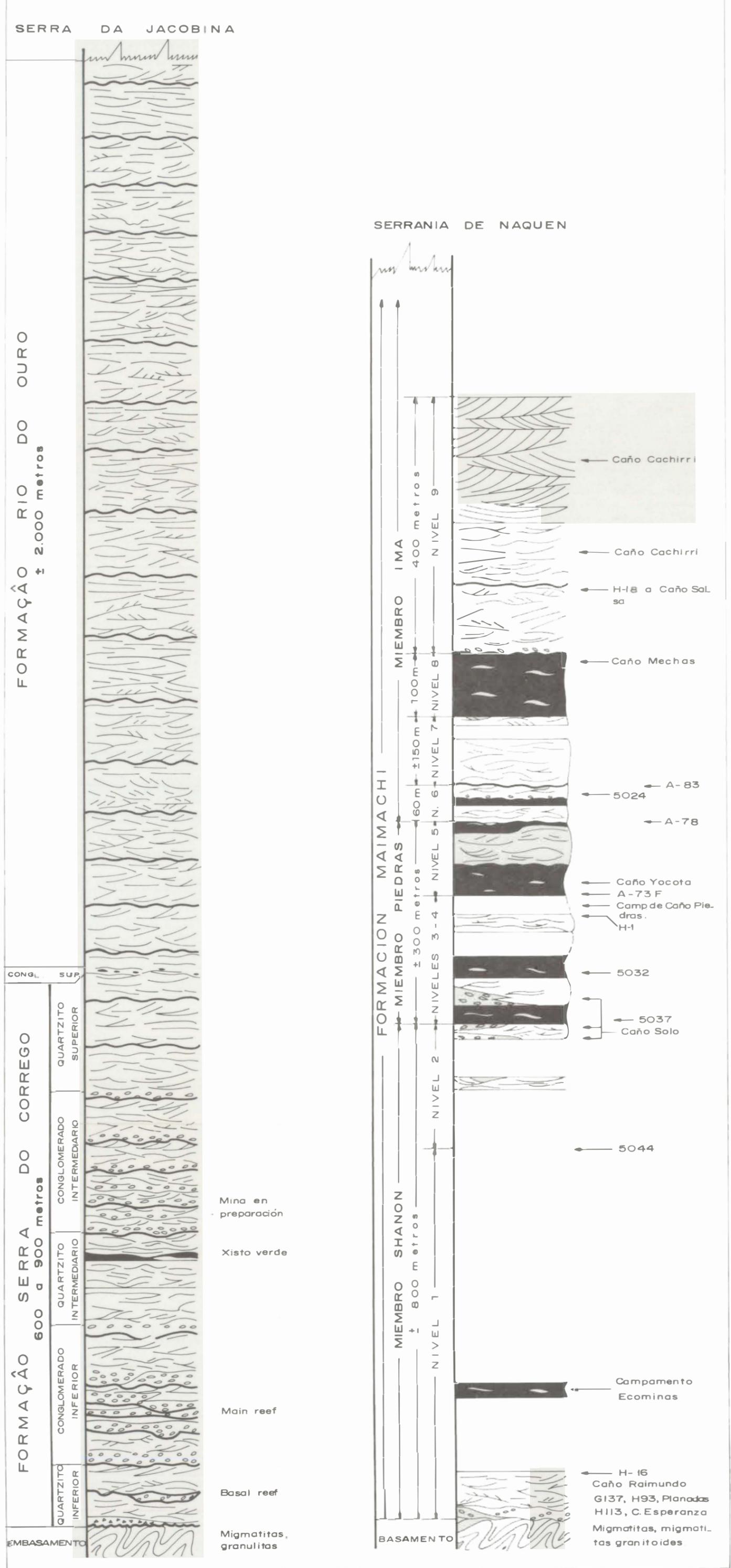
MAPA PRELIMINAR DE
TERRENOS GEOLOGICOS DE COLOMBIA



- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| 1 Terreno Baudó | 8 Terreno Anapo-San Juan-Tumaco |
| 2 Terreno Buriticá | 9 Terreno Cañasgordas |
| 3 Terreno Dogua | 10 Terreno Páramo |
| 4 Terreno Guano | 11 Terreno Payandé |
| 5 Terreno Cajamarca | 12 Terreno Campesina |
| 6 Terreno Cauca-Romeral | 13 Terreno San Jorge Plato |
| 7 Terreno San Jorge Plato | 14 Terreno Sinú |
| 8 Terreno Páramo | 15 Terreno Garzón |
| 9 Terreno Páramo | 16 Terreno Páramo |

Tamayo de Eloy et al.; 1983 INGEOMINAS, con modificaciones del autor

FUENTES DE INFORMACION 1. Geología Cuadrángulo H-8, y parte de H-7, planchas 130, 146, 166, 167, 187, 243, 261, 262 y 280, Alvarez, (1984, 1985), Alvarez, y Burgath, 1986 2. Mapa Minero de los Departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío INGEOMINAS, 1972 3. Mapa Geológico de Colombia, INGEOMINAS, 1976 4. Mapas Geológicos Generalizados de los Departamentos de Cauca y Nariño, INGEOMINAS, 1979, 1982 5. Mapa de Recursos Minerales del Departamento de Antioquia, INGEOMINAS, 1980 6. Ocurrencias Minerales en el Departamento del Chocó, Inesomina, 1972



ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS GENERALIZADAS

D E S C R I P C I O N



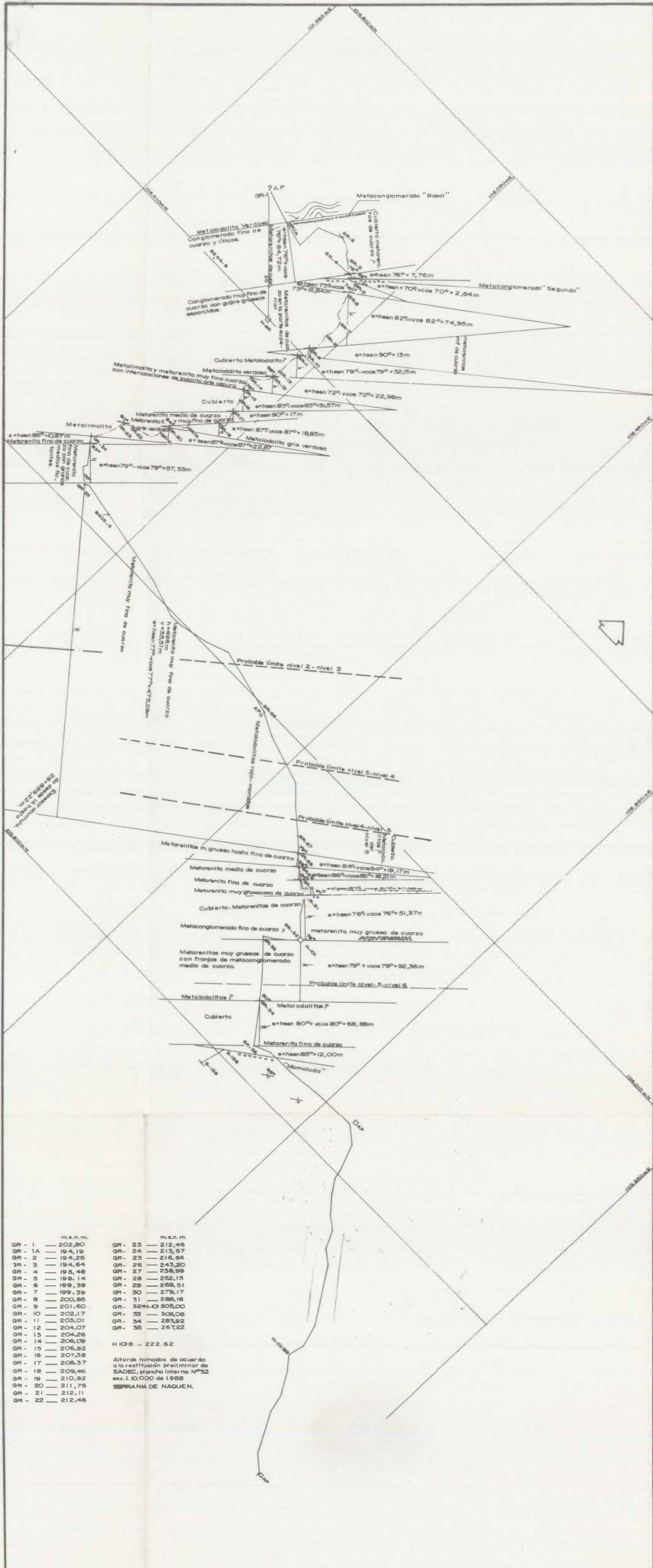
LEYENDA

D-72-5-C (60 ppb) Muestra de fragmentos de roca con resultados de Au en ppb por AA.

ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA 10
DEL D-51 A MAIMACHI (PLANCHA 24-B1.C1)



PL-10



GR	m.s.n.m.
GR - 1	202,80
GR - 1A	194,19
GR - 2	194,25
GR - 3	194,64
GR - 4	195,48
GR - 5	198,14
GR - 6	199,39
GR - 7	199,39
GR - 8	200,85
GR - 9	201,60
GR - 10	202,17
GR - 11	203,01
GR - 12	204,07
GR - 13	204,25
GR - 14	205,09
GR - 15	205,82
GR - 16	207,38
GR - 17	208,37
GR - 18	209,46
GR - 19	210,82
GR - 20	211,76
GR - 21	212,11
GR - 22	212,46

GR	m.s.n.m.
GR - 23	212,46
GR - 24	213,57
GR - 25	215,64
GR - 26	243,20
GR - 27	238,99
GR - 28	252,15
GR - 29	255,51
GR - 30	273,17
GR - 31	288,16
GR - 32	305,00
GR - 33	308,06
GR - 34	283,92
GR - 35	267,22

H 101B - 222.62
 Alturas tomadas de acuerdo a la restitución preliminar de SADEC, plancha interna Nº32 esc. 1:10.000 de 1988.
 SERANIA DE NAQUEN.

**ECOPETROL - INGEOMINAS
 POLIGONAL H 95, H 101 Y
 TRINCHERA S-159, CON CALCULOS
 DE ESPESORES**



EDAD	FORMACION	MIEMBRO	ESPESOR MUESTREADO (m)	LITOLOGIA	N° DE MUESTRA	RESULTADO ANALISIS		DESCRIPCION	LITOLOGICA
						ORO (ppb)			
						AA	Copeloc		
					N-7	*	*	Arena suelta, color café oscura, con raíces	
					1	*	*	Cuarcita blanca, grano medio, muy deleznable	
					N-7	*	*	Cuarcita parda, grano medio algunos gruesos, muy deleznable, presenta cuarzos azules	
					2	*	*		
					N-7	*	*	Cuarcita gris parda, muy deleznable, grano medio a grueso, con abundantes cuarzos grises oscuros; venillas de cuarzo de 2mm; en sectores agujas de turmalina (?)	
					3	*	*		
					N-7	*	*		
					4	*	*		
					N-7	*	*		
					5	*	*		
					N-7	*	*		
					6	*	*		
					N-7	*	*		
					7	*	*		
					N-7	*	*		
					8	*	*		
					N-7	*	*		
					9	*	*		
					N-7	*	*		
					10	*	*		
					N-7	30	*		
					11	*	*		
					N-7	*	*		
					12	*	*		
					N-7	30	*		
					13	*	*		
					N-7	*	*		
					14	*	*		
					N-7	*	*		
					15	*	*		
					N-7	*	*		
					16	*	*		
					N-7	*	*		
					17	*	*		
					N-7	*	*		
					18	*	*		
					N-7	*	*		
					19	*	*		
					N-7	20	*		
					20	*	*		
					N-7	*	*		
					21	*	*		
					N-7	*	*		
					22	*	*		
					N-7	20	*		
					23	*	*		
					N-7	*	*		
					24	*	*		
					N-7	*	*		
					25	*	*		
					N-7	*	*		
					26	*	*		
					N-7	*	*		
					27	*	*		
					N-7	20	*		
					28	*	*		
					N-7	40	*		
					29	*	*		
					N-7	*	*		
					30	*	*		
					N-7	*	*		
					31	*	*		
					N-7	*	*		
					32	*	*		
					N-7	*	*		
					33	*	*		
					N-7	*	*		
					34	*	*		
					N-7	*	*		
					35	*	*		
					N-7	*	600		
					36	*	*		
					N-7	*	*		
					37	*	*		
					N-7	20	*		
					38	*	*		
					N-7	*	*		
					39	*	*		
					N-7	*	*		
					40	*	*		
					N-7	*	800		
					41	*	*		
					N-7	*	*		
					42	*	*		
					N-7	*	*		
					43	*	*		
					N-7	*	*		
					44	*	*		
					N-7	*	*		
					45	*	*		
					N-7	*	*		
					46	*	*		

* Au inferior al límite de detección (AA=10 ppb; copelación = 100ppb)

ECOPE TROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA
SECTOR CAÑO SOLO POZO N 7

Altura 297 m s n m
X= 104 154
Y 103 367
Azimut 316°
Inclinación 84°
Profundidad 36.60m



Autor: Aifonso Arias T.

PL-12

EDAD	FORMACION	MIEMBRO	ESPESOR MUESTREADO (m)	LITOLOGIA	Nº DE MUESTRA	ANALISIS				DESCRIPCION	LITOLOGICA				
						ORO		PLATA							
						AA	Copelac	AA	Copelac						
P A M B R A C I C O H I	M	A	0.8	[Diagrama]	N-8	*	*	+	-	Suelo areno-arcilloso, color negro a café oscuro, con abundantes raíces					
					N-8	50	**	+	-	Suelo areno-arcilloso, color negro a café oscuro, con raíces, algunos fragmentos de filita grafitosa de color gris claro.					
					N-8	*	**	+	-						
					M	A	0.85	[Diagrama]	N-8	*	**	+	-	Filita color gris claro, talcosa y grafitosa, con buena foliación, contiene sericita. Vena de cuarzo de 1mm, paralela a la foliación se encuentra a 55m. Hacia la base se presentan lentículos arenosos y aumenta la cantidad de venas de cuarzo de 1mm de espesor	
									N-8	20	**	+	-		
									N-8	*	**	+	-		
									N-8	*	100	+	20	Cuarcita de color blanco, grano fino, muy meteorizada y deleznable, contiene algunas raíces; presenta sericita.	
									N-8	20	40	+	-		
									N-8	50	**	+	-	Cuarcita totalmente meteorizada, deleznable, color blanco grano fino, contiene sericita	
									N-8	80	**	+	-		
									N-8	40	**	+	-	Filita talcosa de color gris claro y gris plomo, muy meteorizada; presenta hematización.	
									N-8	*	**	+	-		
									N-8	*	**	+	-		
					M	A	1	[Diagrama]	N-8	*	**	+	-		
									N-8	*	**	+	-		
									N-8	*	**	+	-		
									N-8	*	**	+	-		
									N-8	20	**	+	-		
									N-8	*	**	+	+		
									N-8	*	50	+	20	Filita grafitosa, muy meteorizada en el tope y meteorización moderada en la base, contiene sericita y tonalidades rojizas por hematización. Localmente presenta bandas de cuarcita hasta de 1cm de espesor y se observan estructuras sedimentarias. Se encuentran venas de cuarzo ocasionales; en 23m existen pequeñas drusas, hasta de 5cms de diámetro, con cristales euhedrales de cuarzo. La foliación es bien definida y el color de la filita va de gris claro en el tope y gris oscuro en la base acentuado, en esta última parte, por la presencia de grafito abundante. La hematización está en bandas	
									N-8	*	*	+	20		
									N-8	*	50	+	20		
									N-8	*	50	+	80		
					M	A	1	[Diagrama]	N-8	*	40	+	20		
									N-8	*	50	+	20		
									N-8	*	50	+	20		
									N-8	50	40	+	200		
									N-8	*	**	+	-		
									N-8	*	80	+	20		
									N-8	20	50	+	20		
									N-8	20	**	+	-		
N-8	20	40	+	200											
N-8	40	**	+	-											
M	A	0.4	[Diagrama]	N-8	40	**	+	-							
				N-8	*	40	+	-							
				N-8	*	**	+	20							
				N-8	*	**	+	-							
				N-8	*	**	+	20							
				N-8	*	**	+	-							
				N-8	30	**	+	-	Metaconglomerado con guijas escasas y pequeñas, flotantes en matriz de cuarcita de grano fino, color blanco muy fracturado. La roca moderadamente meteorizada, está recristalizada y con abundantes venas de cuarzo; presenta manchas de limonita.						
				N-8	30	40	+	200							
				N-8	*	40	+	60							
				N-8	30	40	+	80							
M	A	0.3	[Diagrama]	N-8	*	40	+	60							
				N-8	30	**	+	60							
				N-8	*	50	+	60							
				N-8	*	**	+	60							
				N-8	*	**	+	60							
				N-8	*	**	+	60							
				N-8	*	**	+	60							
				N-8	*	**	+	-	Cuarcita fresca, masiva, fracturada, de grano fino, color blanco rosado por la hematización, presenta abundantes venas de cuarzo con sericita asociado. La hematización ocurre a través de las fracturas, turmalina se presenta en venas muy discretas; trazas de pirita en pedregal se ve en las venas de cuarzo y sericita; en sección delgada se identifica andalucita.						
				N-8	*	**	+	-	En 41m. se encuentran venas de cuarzo hasta de 4cms de espesor con drusas de cuarzo euhedral. A partir de 50,15m. hacia la base la cuarcita está intensamente fracturada continuando la alteración hematítica, sericitización, silicificación e intenso venamiento						
				N-8	20	**	+	-							
N-8	*	**	+	-											
N-8	*	**	+	-											
N-8	*	**	+	-											
N-8	*	**	+	-											
N-8	*	**	+	-											
N-8	*	**	+	-											
N-8	*	**	+	200											
N-8	20	50	+	-											
N-8	20	**	+	-											
N-8	*	200	+	20											

* , ** Au, inferior al límite de detección 10ppb por AA y copelación
 - Ag, inferior al límite de detección 10ppb
 + No analizado.

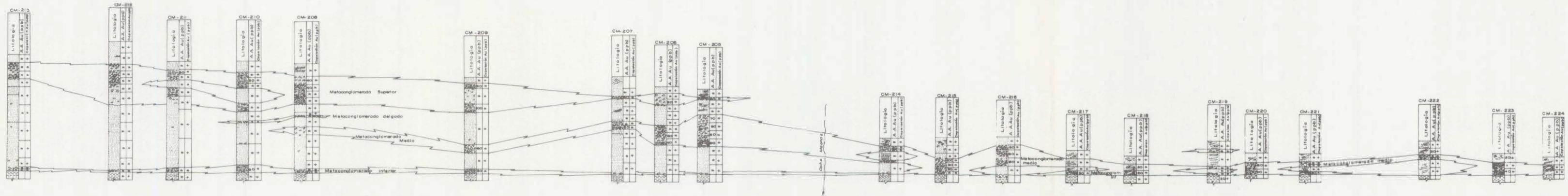
ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA
SECTOR CAÑO SOLO POZO N 8

Altura: 286 m.s.n.m.
 X= 104.180
 Y= 103.292
 Azimut 330°
 Inclinación 70°
 Profundidad 53.35m



Autor: Alfonso Arias T.

PL-13



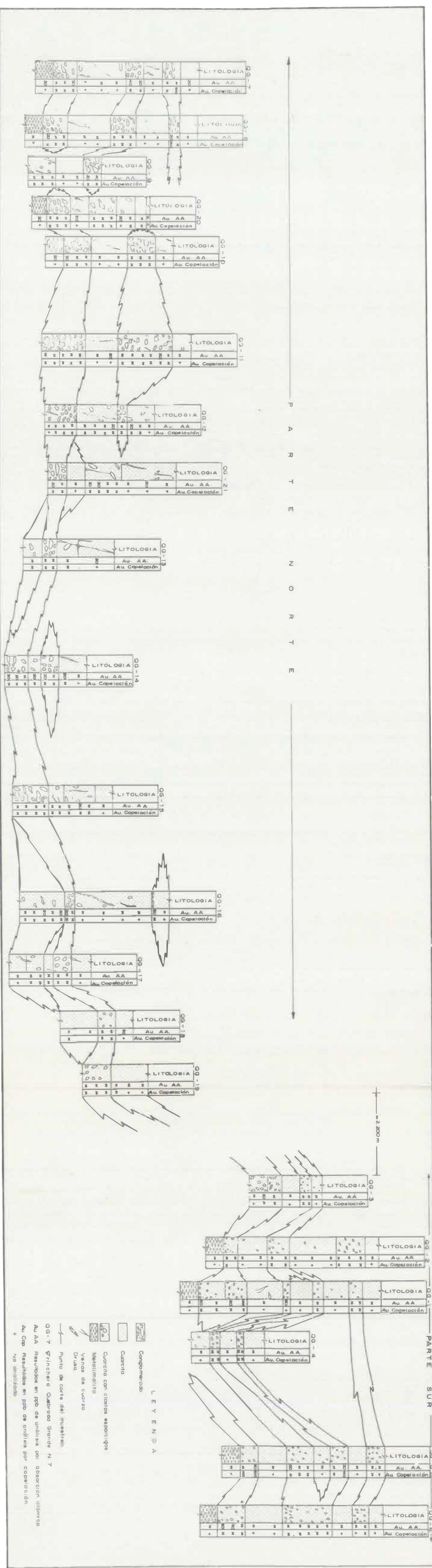
NOTA LAS COLUMNAS TEMATICAS DE CADA SITIO DE MUESTREO CORRESPONDEN SOLAMENTE A UNA PARTE DE LAS AQUÍ MOSTRADAS



- LEYENDA**
- Cubierta con niveles arenosos
 - Metaconglomerados
 - Metaconglomerados
 - Cambio de fase

- CONVENCIONES**
- Límite de detección
 - Captación + 100 ppb
 - AA = Absorción atómica + 10 ppb
 - interior al límite de detección
 - + No Analizado

ECOPETROL - INGEOMINAS
 CORRELACION NIVELES
 METACONGLOMERATICOS
 AREA DE INTERES
 CAÑO MECHAS
 Autor: Timoteón Gorzón

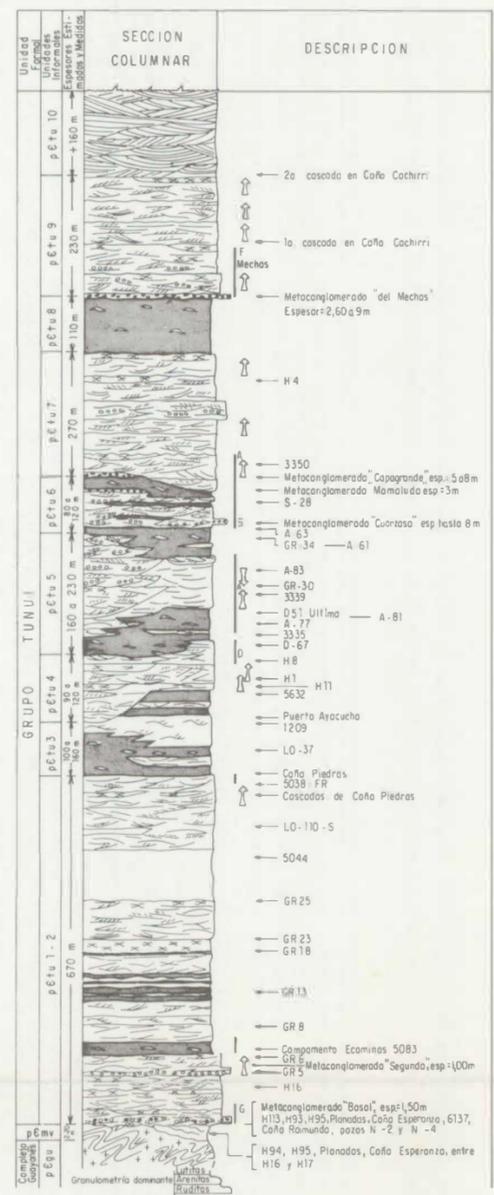
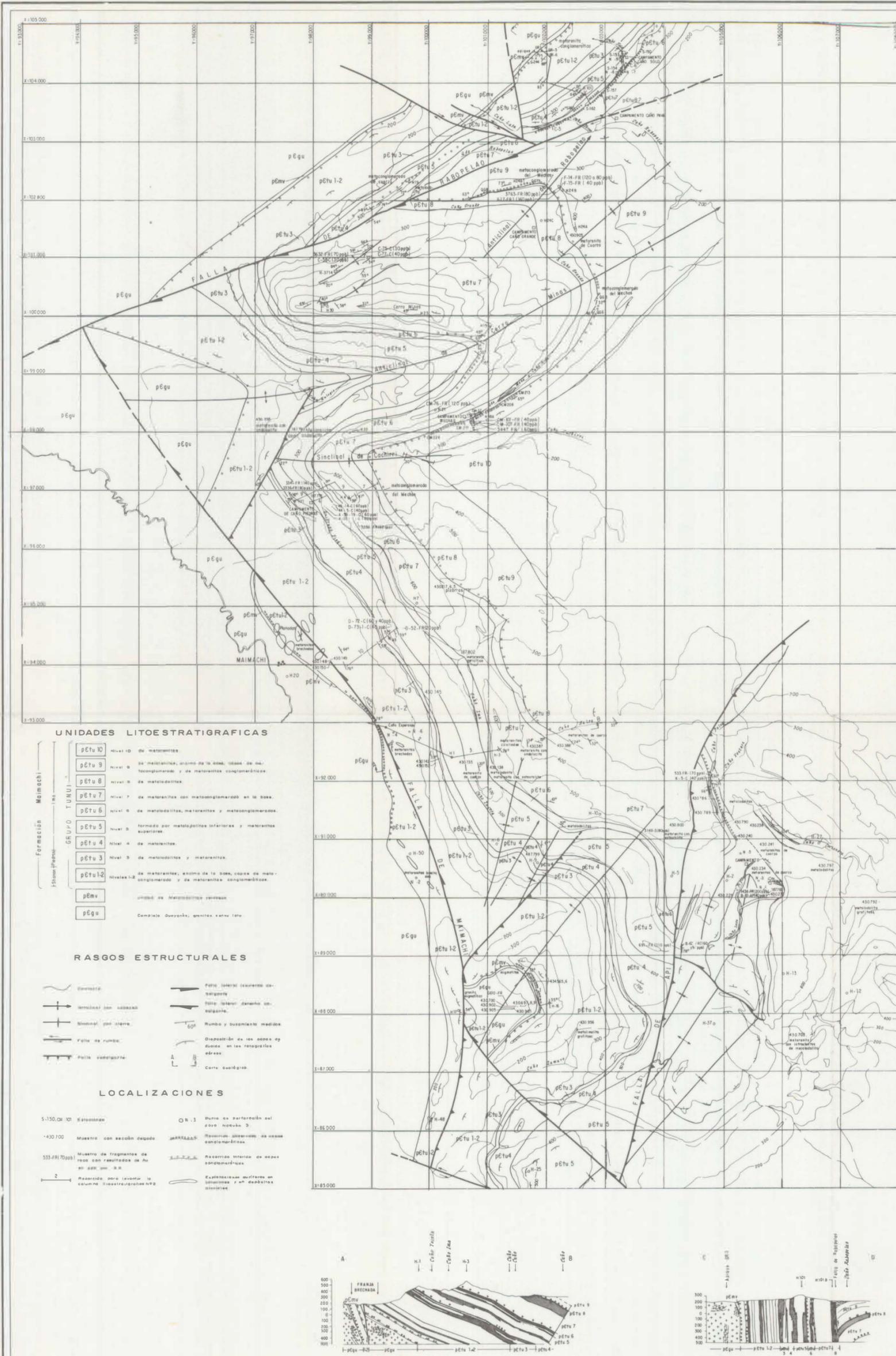


LEYENDA

- Conglomerado
- Cuarzo
- Granita con cristales esparcidos
- Metaconglomerado
- Venas de cuarzo
- Punto de corte del río
- Finchero
- Quebrada
- Resultado en ppb de análisis por absorción láser
- Resultado en ppb de análisis por copelación
- No analizado

ECOPETROL - INGEOMINAS
CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE
LOS NIVELES DE METACONGLOMERADO EN EL
SECTOR DE CAÑO GRANDE

Autor: Luis Bernal
 Myriam Mora



UNIDADES LITESTRATIGRAFICAS

Formación Meimochi	150m (piedra)	GRUPO TUNUI	pEtu 10	Nivel 10 de metarolitas
			pEtu 9	Nivel 9 de metarolitas, encima de la base, capas de metaconglomerado y de metarolitas conglomeráticas de metadolitas
			pEtu 8	Nivel 8 de metadolitas
			pEtu 7	Nivel 7 de metarolitas con metaconglomerado en la base
			pEtu 6	Nivel 6 de metadolitas, metarolitas y metaconglomerados
			pEtu 5	Nivel 5 formado por metadolitas inferiores y metarolitas superiores
			pEtu 4	Nivel 4 de metadolitas
			pEtu 3	Nivel 3 de metadolitas y metarolitas
			pEtu 1-2	Niveles 1-2 de metarolitas, encima de la base, capas de metaconglomerado y de metarolitas conglomeráticas
			pEmv	Unidad de metadolitas con cuarzo
pEgu	Complejo Guayán, arenitas entre lito			

RASGOS ESTRUCTURALES



LOCALIZACIONES



**ECOPETROL-INGEOMINAS
MAPA GEOLOGICO DE MAIMACHI**



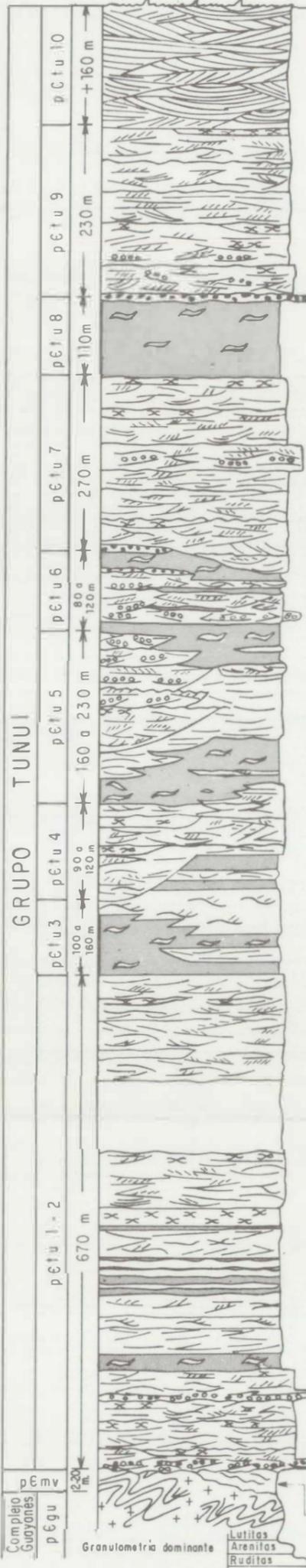
FORMAÇÃO RIO DO OURO ± 2.000 metros

FORMAÇÃO SERRA DO CORREGO 600 a 900 metros

CONGL. SUP.
 QUARTZITO SUPERIOR
 CONGLOMERADO INTERMEDIÁRIO
 QUARTZITO INTERMEDIÁRIO
 CONGLOMERADO INFERIOR
 QUARTZITO INFERIOR
 EMBASAMENTO



GRUPO TUNUI



- ← 2a cascada en caño Cochirri
- ← 1a cascada en caño Cochirri
- F Mechos
- ← Metaconglomerado "del Mechos" Espesor = 2,60 a 9m
- ← H 4
- ← 3350
- ← Metaconglomerado "Capagrande" esp: 5 a 8m
- ← Metaconglomerado "Mamoludo" esp: 3m
- ← S-28
- S ← Metaconglomerado "Cuarzo" esp. hasta 8m
- ← A-63
- ← GR-34 — A-61
- ← A-83
- ← GR-30
- ← 3339
- ← D-51 Última — A-81
- ← A-77
- ← 3335
- ← D-67
- D ← H-8
- ← H-1
- ← H-11
- ← 5632
- ← Puerto Ayacucho 1209
- ← LO-37
- I ← caño Piedras
- ← 5038 FR
- ← Cascadas de caño Piedras
- ← LO-110 S
- ← 5044
- ← GR-25
- ← GR-23
- ← GR-18
- ← GR-13
- ← GR-8
- ← Campamento Ecominas 5083
- ← GR-6
- ← GR-5
- ← H-16
- G [Metaconglomerado "Basal", esp: 1,50m
- ← H-13, H-93, H-95, Planadas, caño Esperanza, 6137,
- ← caño Raimundo, pozos N-2 y N-4
- ← H-94, H-95, Planadas, caño Esperanza, entre
- ← H-16 y H-17

Mina en preparación

Xisto verde

Main reef

Basal reef

Migmatitas, granulitas

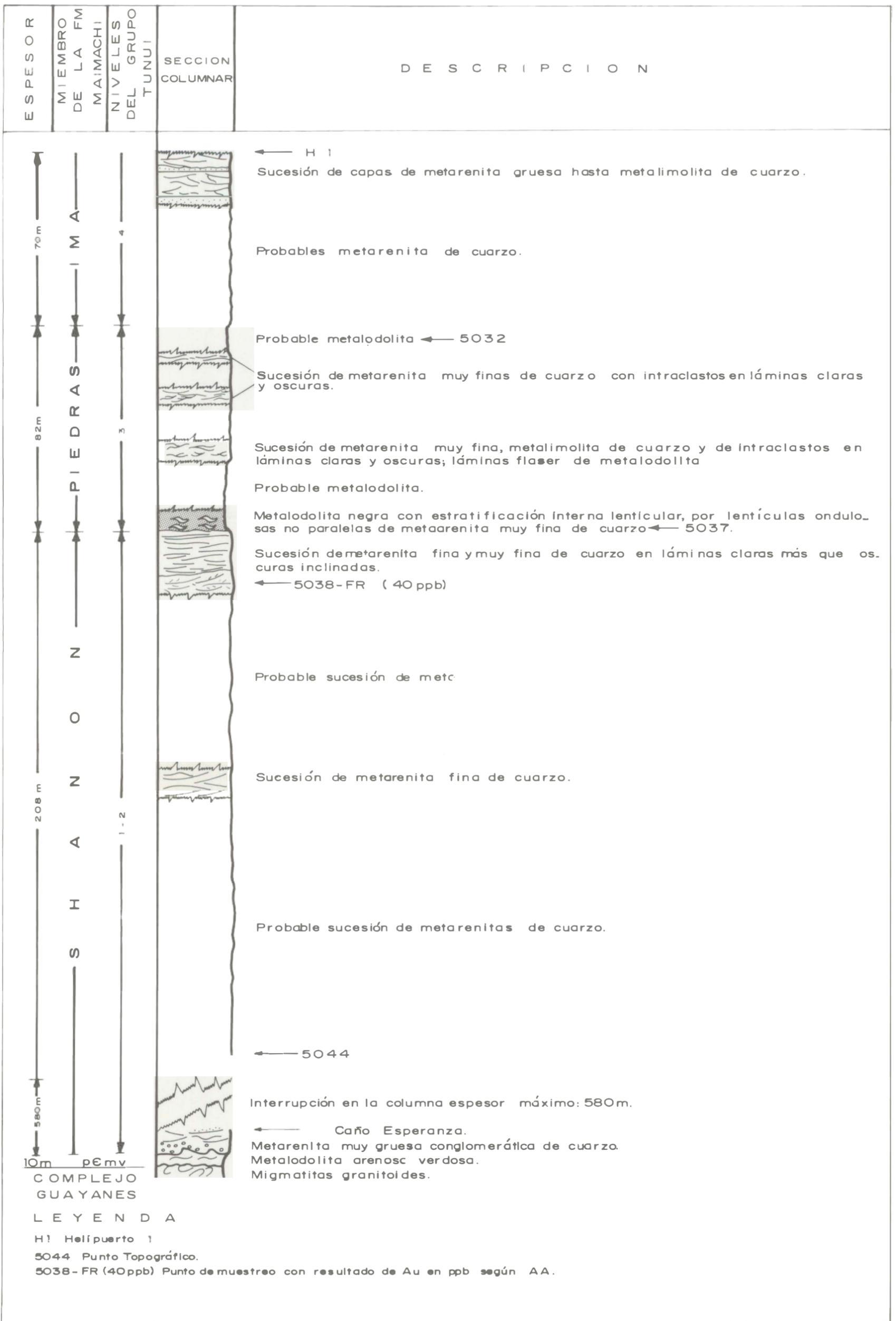
- Metadolita y metadolita grafitosa sin estructuras internas visibles.
- Metadolita con lenticulas de metarenita fina y muy fina de cuarzo.
- Metarenita fina y muy fina y metalimolita de cuarzo con láminas finas de metadolita.
- Metarenita fina y muy fina en láminas claras y oscuras.
- Metarenita muy fina y metalimolita de cuarzo con estratificación interna ondulosa no paralela.
- Metarenita media y fina de cuarzo en capas muy gruesas (hasta 5 metros de espesor) cuneliformes y cubetiformes con estratificación interna en láminas cóncavas e inclinadas angulares y tangenciales.
- Capas gruesas medias y delgadas cuneliformes y cubetiformes de metarenita de cuarzo con estratificación interna en láminas inclinadas y cóncavas.
- Metaconglomerado y metarenita conglomerática de líticos y de cuarzo.
- Metaconglomerado y metarenita conglomerática de cuarzo.
- Granitos sensu lato, migmatitas.
- Intervalo con unidades granodecrecientes hacia arriba
- Intervalo con unidades granacrecientes hacia arriba

GR5, H93 } Localidad, punto topográfico o punto de muestreo donde se observa el fenómeno geológico señalado.
 A-61, D-67 }
 Planadas 6244-S }
 A S } Dispersión estratigráfica de los fragmentos de roca (FR) auríferos, véanse anomalías A y S

ECOPETROL - INGEOMINAS

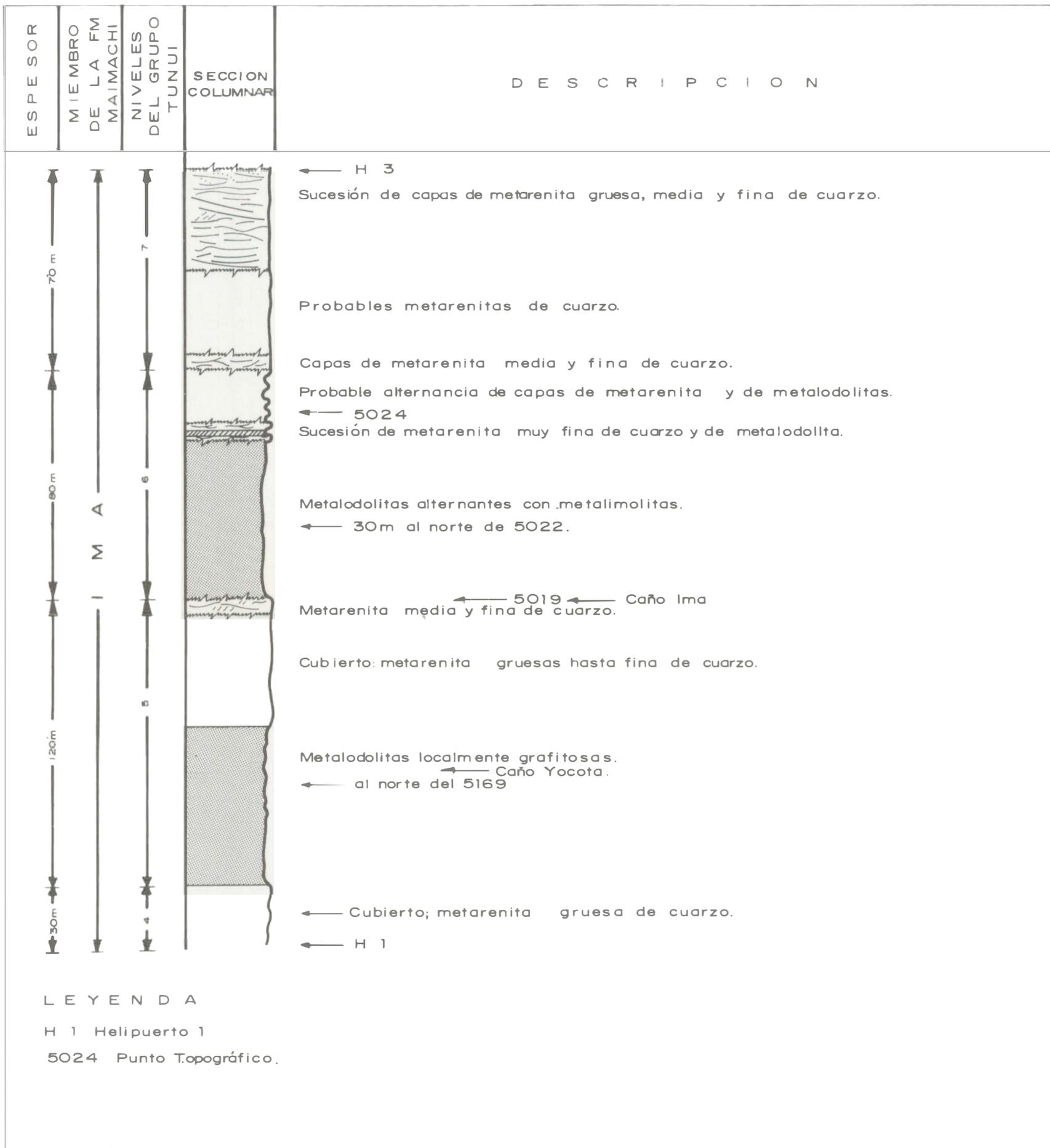
COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS DE LAS SERRANIAS DE NAQUEN Y DE LA JACOBINA

JUNIO 1989



ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA 2
 DEL H 1 A CAÑO ESPERANZA (PLANCHA 24-C3)





L E Y E N D A

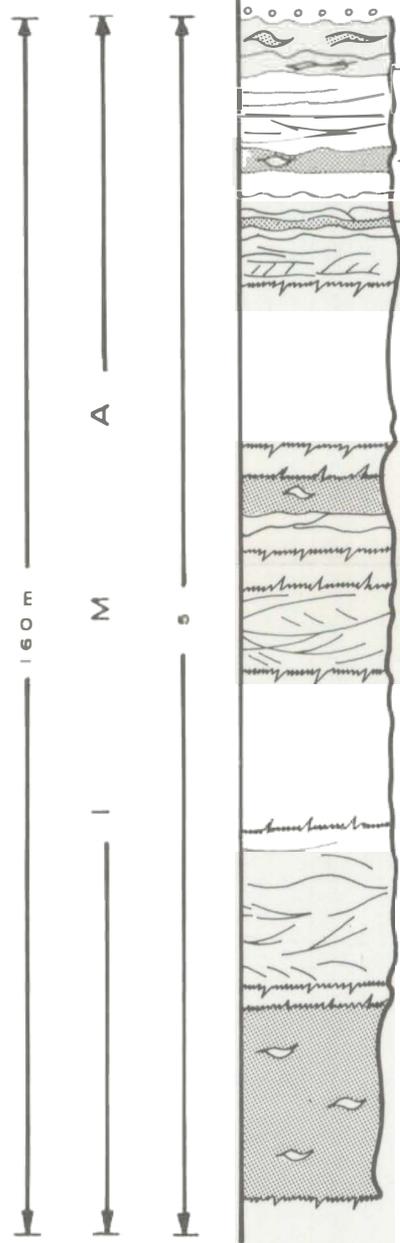
H 1 Helipuerto 1

5024 Punto Topográfico.

ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA 3
 DEL H 3 AL H 1 (PLANCHA 24-B4)



ESPESOR	MIEMBRO DE LA FM MAMACHI	NIVELES DEL GRUPO TUNUI	SECCION COLUMNAR	DESCRIPCION
---------	--------------------------	-------------------------	------------------	-------------



Metaconglomerado fino de cuarzo.
 Abajo: arena gruesa de cuarzo; arriba: metarenita fina de cuarzo con láminas flaser. ← A-83

Arena fina de cuarzo con láminas flaser de metalodolita.
 Capas de metarenita media y gruesa de cuarzo.
 Metalodolita con lenticulas de arenas muy finas de cuarzo.
 Dos unidades granodecipientes: arena gruesa-arena fina de cuarzo. ← A-81

Capas de metalodolita y de metarenita fina de cuarzo, alternantes.
 Capas de metarenita gruesa y de metarenita media, alternantes.

Probable metarenita.

Probable metalodolita. ← A-78-3
 Capas de metarenita fina de cuarzo en la parte inferior; arriba metalodolita con lenticulas de metarenita fina de cuarzo.
 Probable metarenita.
 Sucesión de capas de metarenita fina de cuarzo. ← A-78

Probable metarenita fina de cuarzo.
 ← A-77

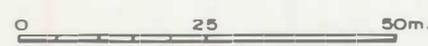
Sucesión de capas de metarenita fina de cuarzo.
 ← A-76-1-C (40 ppb)
 ← A-75

Metalodolita con estratificación interna lenticular por lenticitas onduladas no paralelas de metarenita muy fina de cuarzo.
 ← A-73-12-C (40 ppb)
 ← Campamento de Caño Piedra.

LEYENDA

- A-83 Punto de muestreo
- A-76-1-C (40 ppb) Punto de muestreo con resultados de Au en ppb según AA.

**ECOPETROL - INGEOMINAS
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA 4
 DEL H 11 A-83 (PLANCHA 28 - B4)**

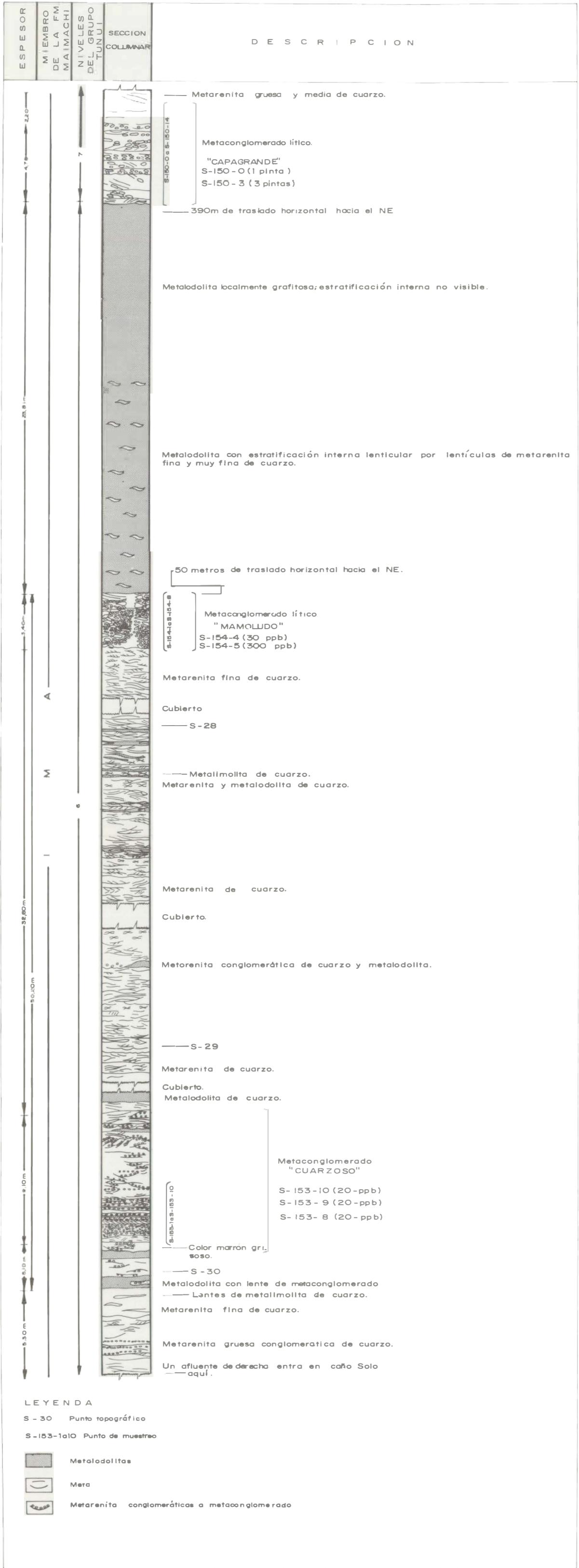


PL-4

ESPE SOR	MIE MBRO DE LA FM MAIMACHI	NIVELES DEL GRUPO TUNUI	SECCION COLUMNAR	DESCRIPCION
88 m	I	6		<p>Capas de metarenita gruesa de cuarzo, conglomerática en la base por guijos gruesos líticos "Capagrande"</p> <p>Probable metalodolita.</p> <p>Metalodolita con lentículas de metarenita muy fina de cuarzo.</p> <p>Metarenita muy fina de cuarzo en láminas claras y oscuras onduladas no paralelas.</p> <p>Metalodolita: lentículas de arenita muy fina de cuarzo; venillas de cuarzo.</p> <p>Probable metalodolita.</p> <p>Metalodolita grafitosa con esporádicas lentículas de arenita muy fina de cuarzo.</p> <p>Capas de metarenita muy fina de cuarzo con láminas claras y oscuras planas no paralelas y onduladas no paralelas.</p> <p>Metalodolita grafitosa con lentículas de arenita muy fina de cuarzo.</p> <p>Capas de metarenita muy fina de cuarzo con láminas onduladas no paralelas. Venillas de cuarzo.</p> <p>Metalodolita con lentículas de metarenita fina de cuarzo.</p> <p>Capas de metarenita media y fina de cuarzo en láminas inclinadas.</p>
	A	7		

ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA 5
 DESDE 101A HASTA CAÑO LATA
 PLANCHA 32 - B5

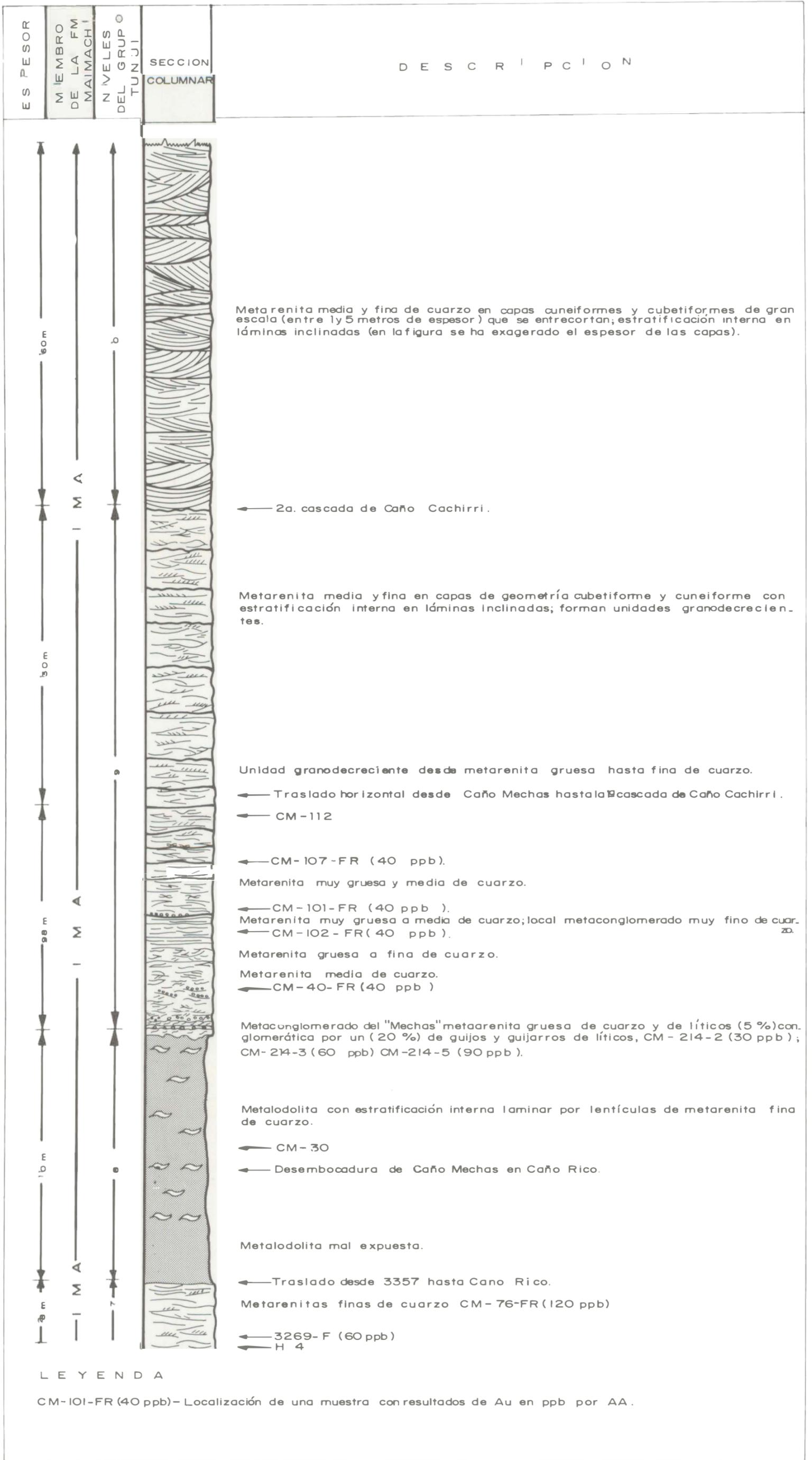
0 25 50m



- LEYENDA
- S-30 Punto topográfico
 - S-153-1a10 Punto de muestreo
 - Metalodolitas
 - Meta
 - Metarenita conglomeráticas a metaconglomerado

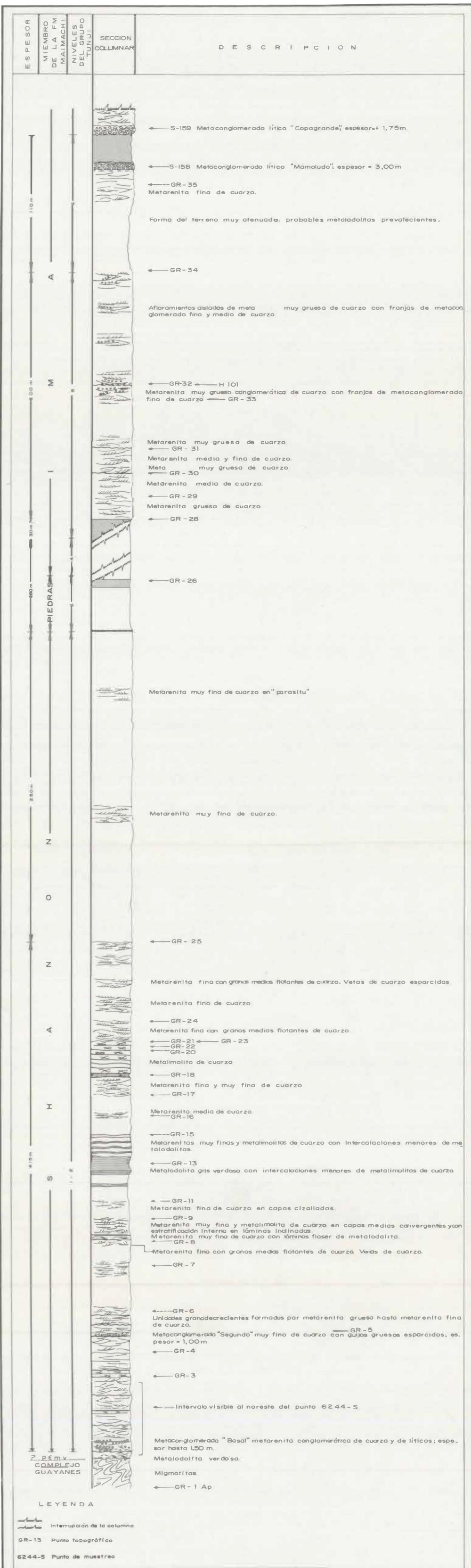
ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA 6
 DESDE S-30 a S-154 Y DE ALLI a S-150 (PLANCHA 32 - A7)





ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA 7
 DESDE H 4 A 3357, LUEGO POR CAÑO
 MECHAS Y POR ULTIMO CAÑO CACHIRRI

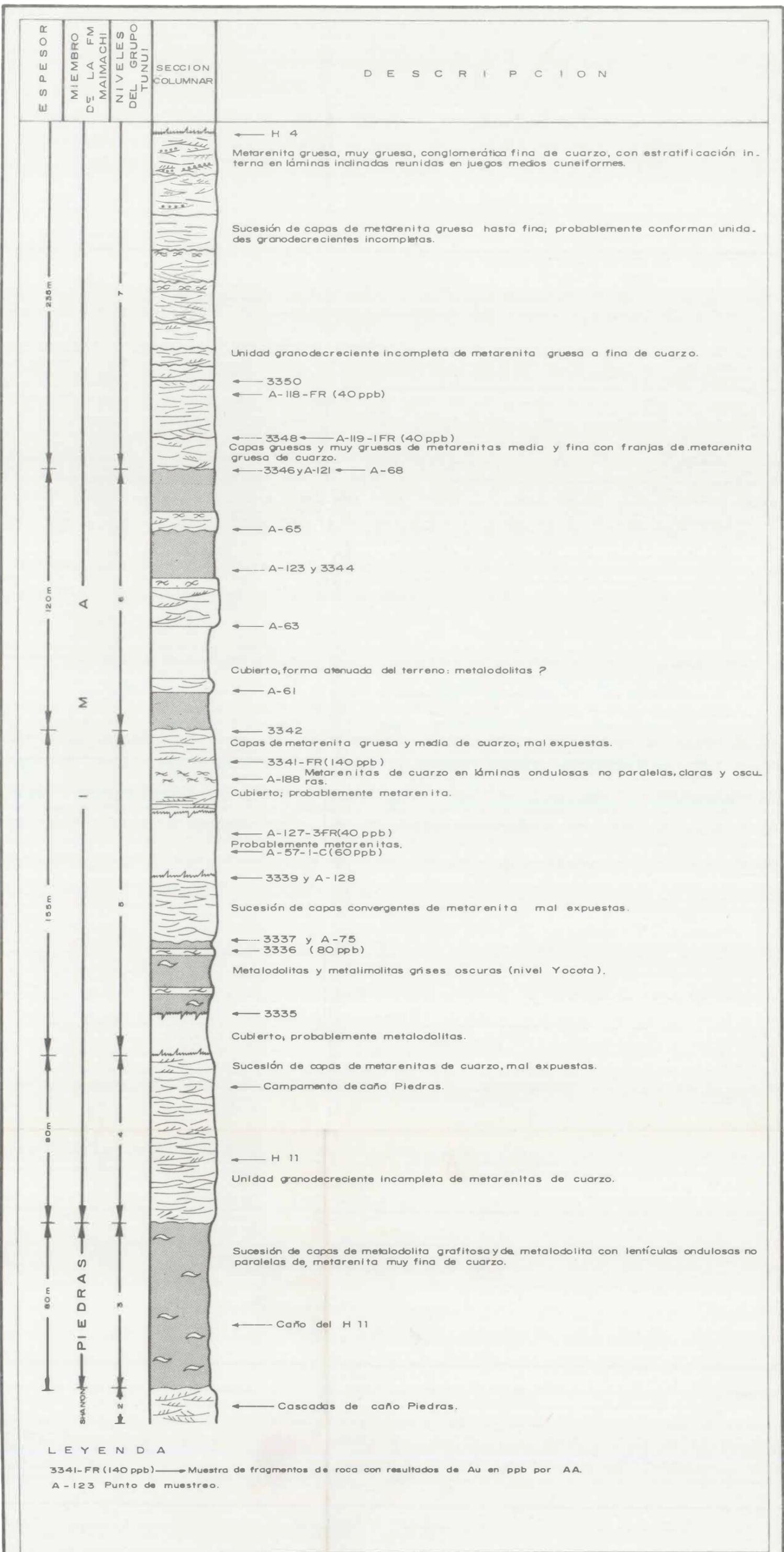




LEYENDA

- Interrupción de la columna
- GR-13 Punto topográfico
- 6244-S Punto de muestreo

ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA 8
 DEL H 95 AL H 101 Y DE ALLI AL S-159



ECOPETROL - INGEOMINAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA 9
 DEL H 4 (28-D2) AL H-11 (28-D1) Y
 LUEGO A CAÑO PIEDRAS (27-C8)

