

REVISTA  
DE LA  
SOCIEDAD GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo III

Enero de 1948

Nº 1

LOS ALUVIONES AURIFEROS

DE LA ZONA «LA CAROLINA - RIO DE LA CARPA»<sup>1</sup>

(PROVINCIA DE SAN LUIS)

POR H. G. L. BASSI

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es un resumen del estudio efectuado con el fin de optar al título de doctor en Ciencias Naturales, constituyéndose al mismo tiempo en informe de la Dirección de Minas y Geología de la Nación.

Dicho estudio se refiere al estado de la minería en la zona «La Carolina-Río de La Carpa», provincia de San Luis, constando de: PARTE I, *Rasgos Fisiográficos, Geomorfológicos y Geológicos*; PARTE II, *Generalidades de los Yacimientos Antiguos*, incluyendo una descripción expeditiva de los distintos depósitos que los componen y *Generalidades de los Yacimientos Terciarios*, con descripción de sus depósitos; PARTE III, *Yacimientos Detríticos*. Se han resumido en pocas páginas las partes I y II, dejando casi completa la parte III.

Es mi deseo agradecer aquí, a la Dirección de Minas y Geología de la Nación por los medios facilitados durante la ejecución de este trabajo; así como también al doctor Enrique Fossa-Mancini por las directivas impartidas como profesor asesor del mismo.

RASGOS GEOGRÁFICOS

La zona aurífera «La Carolina-Río de la Carpa» ocupa la parte central de la serranía de San Luis. Su posición geográfica (fig. 1) la aísla

<sup>1</sup> Resumen de informe inédito: *Contribución al Conocimiento de los Aluviones Auríferos de la Provincia de San Luis*, D. M. G., y tesis presentada en E. S. C. N. — La Plata, 1946.



totalmente de los centros poblados de la provincia; ello ha motivado la construcción de rutas camineras especiales que la unan con dichos centros. Un camino de 76 km que parte de La Toma (F. C. P., ramal Villa Mercedes-Villa Dolores) llevando un rumbo general noroeste y otro que une el pueblo de La Carolina con la ciudad de San Luis, capital de la provincia, con un recorrido de 86 km.

Físicamente se distingue en ella una divisoria de aguas (1700 m s.n.m.) que separa dos regiones distintas. Una norte, llana, formada de «pampas», y donde las mayores elevaciones las constituyen los cerros Canutal (1.895 m), La Virgen (1.960 m) y la falda este del C° Los Mellizos (1.900 m). La otra, región sur, de mayor pendiente y surcada de cañadones de rumbo general N-S, profundos y paralelos, en donde se distribuyen las acumulaciones aluvionales; las elevaciones que aquí se destacan son: C° Tomolasta (2.018 m), C° Potrerillos (1.970 m), C° del Valle (1.890 m), C° Sololosta y otros.

Su clima discrepa con cualquiera de la provincia, siendo su razón la gran altura media sobre el nivel del mar (1.600 m) y la relativa con respecto a las regiones circundantes. El invierno es crudo y nieva a menudo durante los meses de junio, julio y agosto. Las lluvias en esa época son escasas y los ríos traen poca agua, aunque continuamente. El verano es húmedo y lluvioso; a veces grandes lluvias provocan crecientes desproporcionadas que arrasan con todo lo que hallan a su paso.

Los recursos naturales son escasos; falta madera, no solamente para trabajos mineros sino también como leña. La agricultura, a pesar de la fertilidad del suelo (en las reducidas extensiones que rellenan los valles) y de la abundancia de agua, es restringida; se encuentran pequeños y escasos huertos. La ganadería está representada por majadas compuestas por 200 a 300 ovejas, del tipo pequeño, con gran resistencia a las regiones de clima serrano.

Pero, en realidad, el verdadero recurso natural de la zona es la minería. Por ella fueron pobladas estas sierras, y todos los actuales habitantes son mineros o descendientes de ellos. El fomento en la producción de materia prima argentina en todas sus variedades, dará lógico impulso a las zonas serranas mineras del país y en especial a la de San Luis, caracterizadas por la calidad de los minerales explotables. Es de notar que representa la mayor producción de wolframio en todo el territorio de la república y que sus mármoles verdes («mármol ónix») han extendido su nombre a todo el mundo.

GEOMORFOLOGÍA. — Se evidencia, como resultado de un ciclo morfológico inmediato anterior al actual, una *penillanura*, cuya edad es terciaria. Su paisaje se conserva aún, con caracteres definidos, en la parte oriental del bloque que forma la sierra de San Luis. En efecto, dirigién-

dose por el camino que parte de La Toma hacia La Carolina, los primeros kilómetros se hacen sobre la cubierta sedimentaria, para pasar luego insensiblemente a las estribaciones de la sierra; el todo constituye un paisaje maduro, de colinas bajas y de valles poco profundos y amplios. Las formas redondeadas del relieve lo delatan como perteneciente a dicha penillanura, la que allí pudo conservarse hasta la actualidad gracias a la escasa actividad de los factores introducidos por el nuevo ciclo de erosión.

Pero, más hacia el oeste, estas condiciones se modifican paulatinamente ante el aumento progresivo del gradiente de la sierra. La mayor competencia de las corrientes profundizaron los amplios valles E-W del sistema antiguo y originaron nuevos valles, siguiendo las líneas de drenaje creadas por el movimiento diferencial de bloques de edad terciaria.

Las actuaciones de los movimientos correspondientes a la segunda y tercera fase andina, han producido la fracturación del bloque primitivo (penillanura) con complicación de movimientos diferenciales de gran magnitud, como lo expresan las numerosas escarpas de falla presentes en todas las sierras pampeanas.

Por otra parte, es necesario considerar las fracturas N-S motivadas por los mismos movimientos y la *gran fractura* NW-SE (divisoria de aguas) que dió lugar al paso de las efusiones andesíticas y traquiandesíticas y que permitió el hundimiento del bloque sur (fig. 2) originando de esta manera una moderna red de drenaje con rumbo N-S (que aprovechó a menudo las fallas de igual rumbo) la que captó, parcial y a veces totalmente, las aguas del drenaje E-W de la antigua penillanura.

En suma, en las áreas prominentes del relieve se asocian todas las formas creadas por los dos ciclos, proporcionando un TÍPICO PAISAJE COMPUESTO. Así, los *islotos de penillanura*, relictos de su destrucción provocada por el *ascenso*, contrastan con las formas juveniles labradas por éste, y aportadas también por las *efusiones terciarias*.

Un ejemplo, que se puede generalizar para toda la región, es la cuenca de cabecera del Río de La Carpa (Lám. III); los relictos de la penillanura están representados por los límites este, norte y oeste del plano citado (en la fig. 2 señalados por la letra P), relieve maduro que contrasta notablemente con las efusiones representadas por los Cerritos del Aguila y el C° del Valle, los que proporcionan la pincelada juvenil al paisaje general. La erosión del centro de la cuenca (formada por rocas de menor competencia que la de los bordes) y los valle-en-valle (*valley-in-valley*) como el que se puede observar en el arroyo Lucero (fig. 3) nos hablan de los factores introducidos por el ascenso respecto del nivel de base de la penillanura. Este ascenso debe considerarse geomorfológicamente como una verdadera *interrupción del ciclo erosivo anterior*.

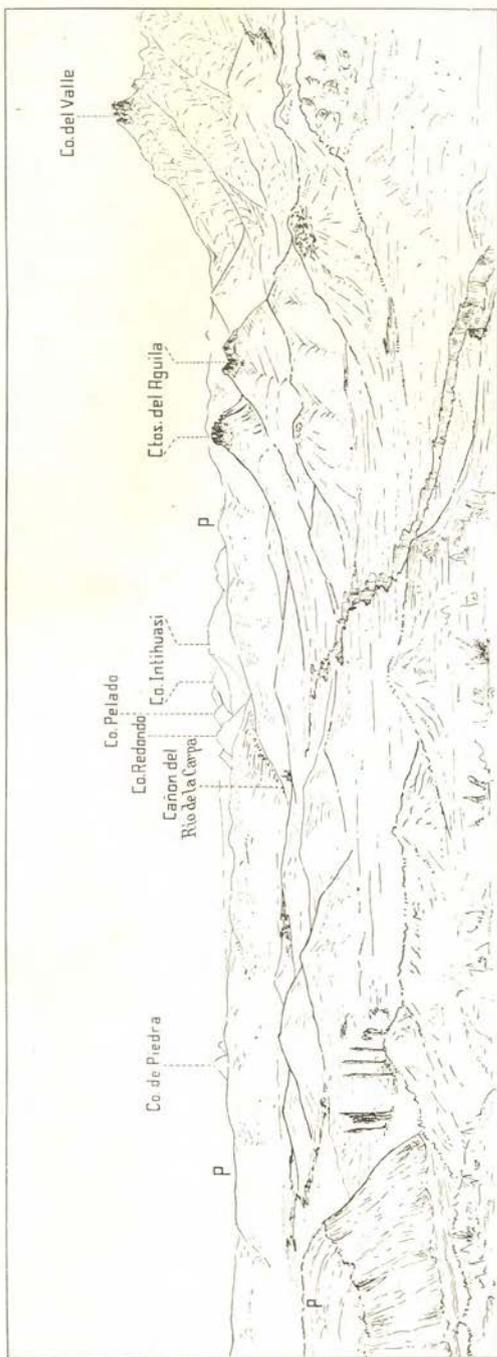


Fig. 2. — Cuenca de Cabeceera del Rio de la Carpa

GEOLOGIA

En el área de los yacimientos estudiados aflora la base cristalina compuesta de esquistos cristalinos, esquistos cristalinos inyectados, granitos y pegmatitas de edad Precámbrica-Paleozoica; rocas efusivas terciarias, especialmente andesitas y traquiandesitas; sedimentos psefiticos rellenando cuencas intermontáneas (manto inferior o « llampo » de los aluviones auríferos) de edad propuesta como Plioceno superior y por último cubierta cuaternaria, eólica y palustre.

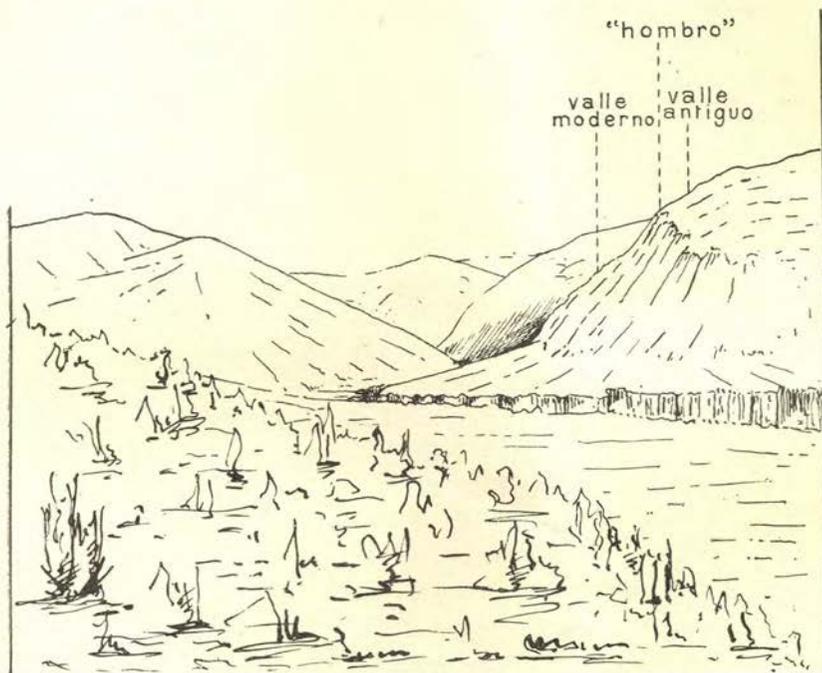


Fig. 3. — Valle rejuvenecido del arroyo Lucero

**BASE CRISTALINA.** — *Esquistos cristalinos*: Ocupan la mayor parte de la zona, distribuyéndose en ellos los demás componentes geológicos. Las rocas que los componen son las siguientes (terminología Pastore 15): micacitas finas, cuarcitas, micacitas gnéisicas y anfibolitas. Las micacitas finas así como las micacitas gnéisicas son las dominantes, constituyendo amplias zonas de rumbo N-S perfectamente definidas y dentro de las cuales se encuentran las otras rocas citadas: cuarcitas y anfibolitas.

*Micacitas Finas*: ocupan toda la porción occidental de la zona y se continúan fuera de los límites del plano hacia el oeste (Lám. I). El límite

este lo forma el grupo de las efusiones traquiandesíticas del Tomolasta y su continuación al sur por el batolito granítico; ambos originan una línea de rumbo general N-S. Al este del batolito citado, aflora todavía una faja de esquistos micacíticos de 500 m de espesor, que se continúa acompañándolo hasta muy al sur del Alto de la Leña.

Las efusiones terciarias se han abierto paso por entre ellas obligando, a menudo, a un volcamiento de capas ante el empuje intrusivo.

Las rocas que constituyen el ambiente micacítico son: micacitas de grano fino, de coloraciones gris azuladas, a menudo con intercalaciones de esquistos cuarcíticos o arcillosos. El rumbo general es casi N-S, buzando hacia el este de 60° a 85° y a veces prácticamente verticales. Concordantemente con ellas se encuentran filones pegmatíticos, anfibolitas, etc.

*Micacitas Gnéisicas*: El límite este, anteriormente citado para las micacitas finas, se constituye en el límite oeste del ambiente micacítico gnéisico. Su desarrollo hacia el naciente sobrepasa los límites de la región aurífera.

Las principales rocas que forman este ambiente son: micacitas biotíticas, micacitas granatíferas y micacitas inyectadas. Estas últimas, citadas ya por Lallemant (12) al hablar de «transformación de gneis en granito», fueron estudiadas por Pastore (15) quien las denominó «roca de mezcla» (mezclas de granito y sus derivaciones — pegmatitas y aplitas — con micacitas y filitas).

Los rumbos y buzamientos de las rocas de este ambiente son semejantes al de las micacitas finas.

*Granitos y Pegmatitas*: El único afloramiento granítico de la zona representa la caperuza de un batolito que se extiende desde los 32°45' hasta los 33°10' de latitud con anchos no mayores de dos kilómetros y desarrollándose dentro del ambiente de micacitas finas. Su rumbo general es N-S. Su importancia minera radica en la relación genética con los yacimientos de wolframio (wolframita y scheelita) los que están distribuidos de norte a sur paralelamente, y cercanos al batolito.

Las pegmatitas son más abundantes y se distribuyen profusamente en los ambientes de «micacitas finas» y «micacitas gnéisicas».

**EFUSIONES TERCIARIAS.** — Los modernos conos de rocas andesíticas y traquiandesíticas que representan a las efusiones terciarias, se distribuyen en esta zona constituyendo la mayor superficie aflorante en toda la provincia.

Siguen dos líneas generales de efusión. Una, la más importante, se extiende desde el C° del Morro (70 km al sureste de la zona aurífera) hasta el C° Tomolasta y con la intercalación de sureste a noroeste de los siguientes cerros: del Rosario y Tiporco; Cerros Largos; C° Pelado;

C° Intihuasi ; C° Redondo y C° de Piedra ; C° del Valle y C° Sololosta. La segunda línea formada por el grupo del Tomolasta (de norte a sur los cerros : Canutal ; La Virgen ; Potrerillos ; Los Mellizos y Tomolasta).

Sobre el tipo y características de todos estos conos efusivos Kittl (11) ha efectuado un estudio detallado.

La efusión del C° del Valle entra en el levantamiento geológico-minero efectuado (Lám. II). Su tipo es «aparentemente una cúpula» y «la composición de la roca corresponde a una horblendeandesita» según Tannhäuser (Kittl, 11). Forma el límite sur de la cuenca y presenta en su pie norte, separado por una faja de 400 m de andesita alterada, dos cúpulas pequeñas constituídas de su misma roca que se elevan 70 m sobre los esquistos cristalinos de la base de la cuenca. El ancho que presenta de este a oeste es casi el mismo que tiene la faja de micacita alterada que se extiende desde su pie hacia el norte. Es precisamente en esa faja donde se distribuyen con mayor frecuencia las manifestaciones terciarias mineralizadas que se han originado en el magma efusivo.

La importancia de las rocas andesíticas y traquiandesíticas desde el punto de vista minero, radica en su relación con la génesis de los yacimientos terciarios.

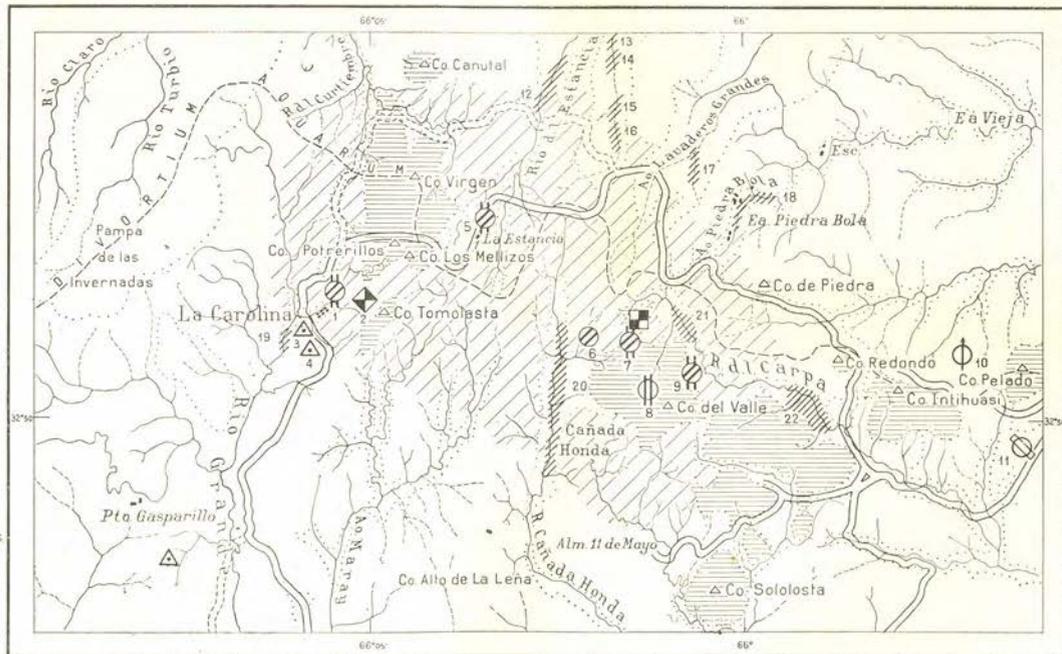
**TECTÓNICA.** — En la región de la zona aurífera que nos ocupa se observan los efectos de, por lo menos con seguridad, dos movimientos tectónicos de distinta edad. El primero, anterior o contemporáneo a la intrusión de filones pegmatíticos (derivaciones filónicas de las intrusiones graníticas) : *Tectónica Antigua* ; el segundo ligado a las efusiones traquiandesíticas : *Tectónica Terciaria*.

**TECTÓNICA ANTIGUA :** Como representaciones de esta tectónica se observa en la región un sistema de fracturas con rumbo invariable E-W, cortando perpendicularmente a los componentes de la base cristalina : esquistos y pegmatitas. Se deben considerar dichas fracturas, de acuerdo a los efectos observados en las rocas citadas, como fallas con rechazo horizontal a lo largo del plano de corrimiento (es difícil distinguirlo en sentido vertical) de amplitud variable. En general el desplazamiento de los labios no es muy grande, puesto que los efectos en las rocas se traducen en simples flexuras.

Como he dicho, afectan a los esquistos cristalinos (ambiente micacítico y micacítico gnésico) y a las pegmatitas. Al norte de los Cerritos del Aguila y en la margen izquierda del A° del Manantial se ha observado una fractura de este tipo que en ese punto corta a un dique pegmatítico y a micacitas inyectadas ; dentro de la pegmatita y en las micacitas, el plano de la fractura está relleno con una guía de 0,10 m de potencia, compuesta de cuarzo y mica, de aspecto y carácter semejante

## ALUVIONES

12. Peñón Colorado.
13. Alto de los Aventaderos.
14. Alto de Los Dados.
15. Mundo Nuevo.
16. Cerritos Blancos.
17. Aventaderos Grandes.
18. Piedra Bola.
19. La Carolina.
20. Cañada Honda.
21. Barranquitas Negras.
22. La Carpa.



## VETAS

1. La Carolina.
2. La Paloma.
3. San Román.
4. La Puntana.
5. La Estancia.
6. La Rica.
7. El Manantial.
8. Mina de Plomo.
9. La Carpa.
10. La Soledad.
11. San Isidro.

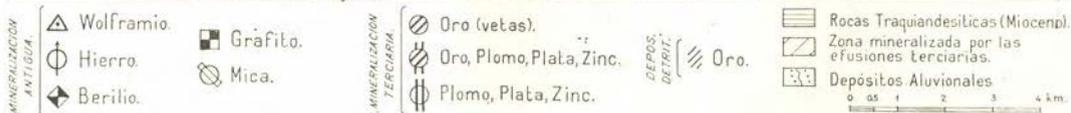
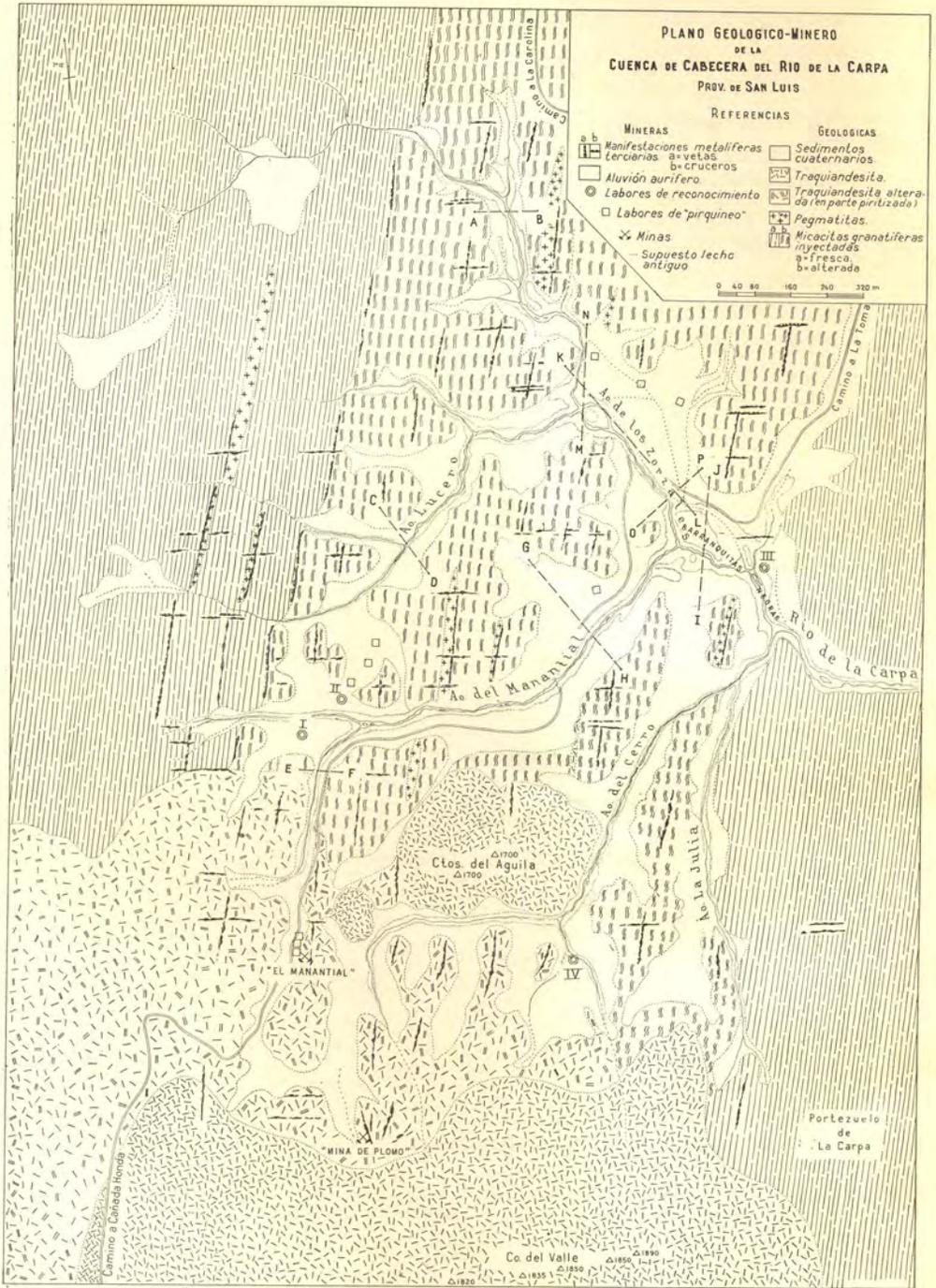


Lámina I. — Plano minero de la zona de la Carolina-Río de La Carpa (provincia de San Luis)



al de la pegmatita que cruza. Este simple detalle, y pudiéndoselo generalizar con otras observaciones similares, permitiría afirmar una contemporaneidad de los movimientos con la intrusión pegmatítica o con manifestaciones póstumas de ella. Por otra parte, los ríos pertenecientes a la antigua red de drenaje (citada en Geomorfología como parte de la penillanura) se han dispuesto preferentemente donde existe una de estas fracturas E-W.

Los dos argumentos, geomorfológico y geológico, permiten afirmar que estas fracturas pertenecen a una tectónica de *mayor edad que la terciaria y probablemente contemporánea a las intrusiones graníticas*. Queda entonces por resolver la edad de tales intrusiones.

Por otra parte, aunque ya fuera de la zona estudiada, la mina de wolframio « Los Cóndores » (Angelelli, 1) ofrece otro argumento más en apoyo de esta opinión; las vetas de dicho yacimiento tienen un rumbo general E-W, estando relacionadas genéticamente, como afirma el autor citado, con un cuerpo de granito.

**TECTÓNICA TERCIARIA** : Está representada por : 1° *fallas longitudinales* que provocaron el fracturamiento en bloques de la sierra y que fueron reflejo de la actividad tectónica andina; 2° *reactivación de las fracturas E-W* (cruceiros) de la Tectónica antigua; 3° *fractura NW-SE* que determinó una línea de efusiones terciarias y el hundimiento de las estribaciones meridionales de la sierra de San Luis.

La *reactivación de las fracturas E-W* está puesta en evidencia, en primer lugar, por las rocas traquiandesíticas (C<sup>c</sup> del Valle) las que han sido afectadas por cruceiros (fallas E-W) que llegan desde el ambiente cristallino adyacente, donde fueron determinadas como pertenecientes a la Tectónica Antigua. Además, en dicho ambiente los cruceiros han sido rellenados por las manifestaciones metalíferas terciarias. La edad de la reactivación es por lo tanto coetánea a tales manifestaciones, es decir, ocurridas durante la actividad póstuma del magma traquiandesítico (« Mioceno final »; Pastore, 15).

En cuanto a la *fractura NW-SE*, que delineó las efusiones traquiandesíticas, hasta ahora no se puede demostrar su existencia por cuanto la traza correspondiente no aparece en afloramiento; no obstante, a grandes rasgos se la puede afirmar, en base a dos argumentos: primero por la *alineación casi perfecta de las efusiones citadas* (obsérvese la fig. 1) y segundo por la *posición relativa de los bloques de la sierra* que se extienden al norte y sur de la fractura. En la figura 4 hemos esquematizado en un estereograma la sierra de San Luis con sus fallas longitudinales y una transversal por donde ascendieron las efusiones. La proyección *x-y* muestra la inclinación discrepante de los bloques norte y sur. Esto, interpretado en el estereograma, se puede observar en el plano topográfico de la región central de la sierra (Hoja San Francisco, 23 g,

D. M. G.), lo cual apoya con un argumento morfológico la suposición de la existencia de tal fractura.

Gerth (8) ha observado fallas con rumbo NW-SE en el dique del Potrero, el Bajo del Portezuelo y el Bajo de los Chorrillos, las que determinaron el hundimiento de tales cuencas. Le asigna a estas fracturas una edad terciaria.

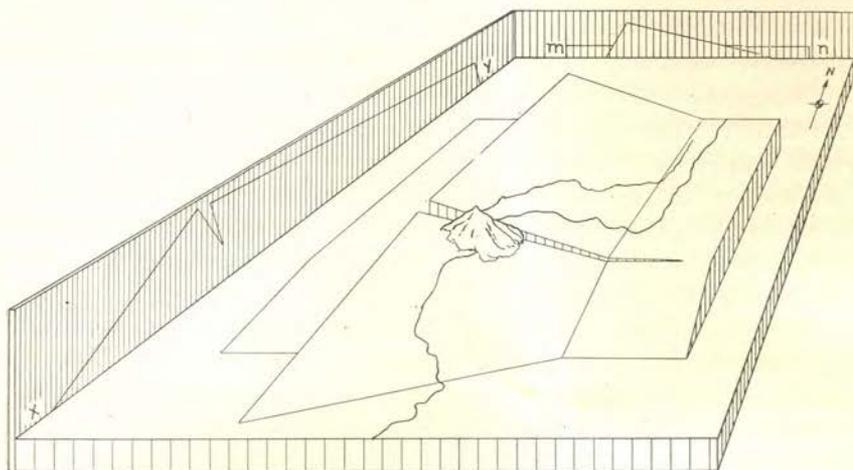


Fig. 4. — Estereograma de la Sierra de San Luis

**ÉPOCAS METALOGENÉTICAS.** — En la provincia de San Luis, como en gran parte de la sierra pampeana, se observan dos épocas metalogenéticas. *Época Metalogenética Antigua*<sup>1</sup>: su edad es Precámbrica-Paleozoica; es posible separar en ella dos grupos de minerales. Aquellos de origen metamórfico, diseminados en los esquistos cristalinos y con reducido valor económicos y los asociados con granitos y sus derivaciones filónicas.

En el primer grupo cabe citar: *grafito*, *granate* y *cianita*. En el segundo: *berilo*, en pegmatitas ácidas con cuarzo, mica y feldespato rosado (mina «Quebrada de la Paloma»); *mica* (mina «San Isidro»); *granate*, en ganga de cuarzo y con acumulaciones reducidas. Por último los *minerales de wolframio* (wolframita y scheelita) en filones preferentemente cuarzosos, a veces con algo de mica y turmalina (minas «La Puntana», «San Román», «San Ramón» y «La Argentina»).

En lo que respecta a los minerales aportados por inyección pegmatítica (micacitas inyectadas), el principal de ellos y con carácter económico es la *magnetita* (mina «La Soledad»).

Los minerales correspondientes a esta época metalogenética se distri-

<sup>1</sup> Ver lámina I.

buyen, además, en toda la sierra de San Luis; aunque con el agregado de otros, también importantes, tales como: columbitas y tantalitas, casiterita y oro (San Francisco y Santo Domingo), todos ellos relacionados con magma granítico.

*Epoca Metalogenética Terciaria*: Las manifestaciones mineralizadas de esta época se distribuyen profusamente en el ambiente cristalino con rumbos generales N-S y E-W. Por otra parte, en la falda norte del C° del Valle (Lám. II) se las observan, además, dentro de traquiandesita, lo cual nos permite afirmar que la edad de tales manifestaciones es menor que la de las efusiones de esa roca, es decir, por lo menos *terciario superior*.

Estos yacimientos están ubicados en la porción occidental de la línea de efusiones El Morro-Tomolasta y rodeando el grupo del Tomolasta, C° del Valle, C° de Piedra, C° Intihuasi y hasta el C° Sololosta, (ver fig. 1). Los minerales que los componen son: PIRITA AURÍFERA, calcopirita, galena y blenda, además de diversos minerales supergénicos.

En las estribaciones orientales de la serranía y próximo a la efusión del C° Tiporco se encuentran los depósitos de « mármol ónix ». Son evidentes las relaciones genéticas entre este yacimiento y las manifestaciones volcánicas terciarias, las que se tradujeron, como ya se ha dicho, en efusiones andesíticas y traquiandesíticas. Estas efusiones, según Pastore (15) tienen edad « Miocena final »; pero según Bordas (3) el yacimiento sería del Plioceno superior (Araucaniano). En consecuencia deberíamos admitir una *actividad volcánica del Tiporco durante el Plioceno superior*.

#### YACIMIENTOS DETRÍTICOS

La zona que he denominado « La Carolina-Río de la Carpa », comprende una extensión aproximada de 200 km<sup>2</sup> y está ubicada en las mayores alturas de la sierra de San Luis. La estrecha relación con las manifestaciones metalogenéticas terciarias, ha obligado a que estos depósitos detríticos se distribuyan circunscribiendo a las efusiones traquiandesíticas, las que se disponen en la región de noroeste a sudeste y que originan al mismo tiempo la divisoria de aguas. Tal divisoria separa a la zona en dos vertientes: una Norte y otra Sur. En base a estas condiciones fisiográficas, he separado a los depósitos en dos grupos que corresponden respectivamente a dichas vertientes.

Tales vertientes presentan características morfológicas distintas en razón a la pendiente general de los bloques de la sierra que las forman. Estas diferencias de pendiente han influido sobre las acumulaciones aluviales en lo que respecta a las características estructurales de las mismas. En efecto, los de la vertiente norte son amplios, de poco espe-

sor y a menudo confundidos en un solo ente los aluviones y eluviones; un ejemplo típico lo constituye el aluvión «Cerritos Blancos» y su continuación al norte «Mundo Nuevo». Ambos están surcados por un pequeño arroyo homónimo al primer depósito que corre sobre el «plan» y que al cortar el aluvión deja una barranca de apenas tres metros de espesor; los sedimentos se han acumulado en cuencas amplias hasta de 200 m de ancho y donde el «plan» a menudo aflora por entre el depósito aluvial. En razón a la escasa pendiente, los minerales pesados se han acumulado cerca de las nacientes del arroyo, como «corridos» en los antiguos cauces o como eluviones producto de la desintegración *in situ* del plan aflorante.

Los otros depósitos de esta vertiente presentan caracteres semejantes y se separan unos de otros por interfluvios de escasa altura que emergen de los sedimentos actuales como lomadas amplias y chatas. Es notable en cambio las diferencias morfológicas que presentan los aluviones al sur de la divisoria de aguas; el desarrollo en longitud así como los espesores de los depósitos son mayores mientras que el ancho es reducido, ajustándose de esta manera al tipo de valle que determinó el mayor gradiente de esta vertiente. Un típico ejemplo de ellos lo constituye el de «Cañada Honda» que se describirá más adelante.

A continuación se enumerarán los aluviones de ambas vertientes proporcionando breves datos particulares de cada uno y ampliando algunos conceptos estructurales de los mismos en el capítulo de generalidades.

VERTIENTE NORTE. — *Río de la Estancia*: Nace en la falda sudeste del C° Los Mellizos, cruzando diversas vetas auríferas que afloran al este de dicho cerro. El río corre en su mayor parte sobre el plan, paralelo y oblicuamente a los esquistos cristalinos que lo forman; el aluvión que corta es de ancho reducido y de espesores que varían de 4 a 5 m, conteniendo un llampo de 0,50 a 0,60 m. Aguas abajo el aluvión toma el nombre de «Peñón Colorado» (Lám. I).

*Aluvión de los Cerritos Blancos*: El arroyo que lo forma nace al sur de unas elevaciones de escasa altura llamadas también Cerritos Blancos. El aluvión cuyas características generales han sido ya descriptas, fué asiento de un antiguo pueblo ya desaparecido, y cuyo desarrollo se debió exclusivamente a la explotación del oro del mismo depósito. Así lo atestiguan las numerosas labores representadas, en su mayor parte, por pozos a través del estéril hasta llegar al llampo y luego en él numerosos trabajos subterráneos en forma de galerías que lo recorren en todas direcciones.

Más al norte y como continuación del anterior se observa el *Aluvión de Mundo Nuevo*, también totalmente trabajado.

Aguas abajo del arroyo de los Cerritos Blancos, y a tres kilómetros

de los lugares anteriormente citados, se llega al *Alto de los Dados* y *Alto de los Arentaderos*, ambos aluviones auríferos.

*Arroyo Lacaderos Grandes*: Forma conjuntamente con el A° Piedra de Bola, que nace al oeste del cerro de Piedra, una red de aluviones en parte explotados, situados sobre una planicie denominada Pampa de los Zabala. Estos dos arroyos se unen para formar con otros afluentes el A° Luluara que vierte sus aguas en el Río Conlara.

VERTIENTE SUR. — *Aluvión La Carolina*: Es el aluvión más occidental de la zona; se desarrolla en el Río Grande, inmediatamente después de la confluencia del Río de Las Invernadas con el A° Carolina y Santa Rosa (ver fig. 8). Todas estas corrientes aportan material de la base cristalina y de las efusiones terciarias y atraviesan en su curso numerosas manifestaciones auríferas.

Las condiciones de deposición de minerales pesados son óptimas; las tres corrientes citadas, al confluír a ese punto, reducen la velocidad por el choque de sus aguas facilitando la sedimentación de su carga e imprimiendo a la nueva corriente originada oscilaciones meándricas en todo el amplio cauce. De esta manera todo el aluvión es portador de llampo aurífero y, aunque no se han efectuado labores de reconocimiento, los numerosos trabajos de pirquineo practicados en el depósito lo atestiguan.

*Aluviones al sur del Tomolasta*: Yendo de La Carolina a Cañada Honda por la senda que los une, se atraviesa una serie de aluviones surcados por arroyos que nacen en la falda sur del Tomolasta y que se encauzan en el arroyo de La Ciénaga, A° del Alumbre, A° de las Lajas, etc., los que se unen al A° Maray para afluir al Río Grande.

Los depósitos son, en las nacientes de los arroyos, amplios pero de poco espesor, de 3 a 4 m con «llamos» de 0,50 a 0,60 m; a medida que se alejan hacia el sur aumentan rápidamente en espesor y se enangostan. En general son de poca importancia y motivan continuos trabajos de pirquineo.

*Aluvión de Cañada Honda*: Este es el depósito más importante y caracterizado de toda la zona. El río homónimo que lo surca nace en las estribaciones sur de los Cerritos Blancos, se dirige hacia el sur en un cauce recto y recibe una nutrida cuenca imbrífera que perteneció al sistema antiguo de drenaje, la que aporta material de la región más intensamente aurífera (ver lám. I). El aluvión, a la altura del caserío, adquiere espesores hasta de 15 m y anchos efectivos de 200 a 300 m. La existencia de un lecho antiguo debajo del aluvión, permitió el desarrollo de una importante explotación, como se explicará más adelante.

*Aluvión del Río de la Carpa*: En la falda este del C° del Valle y del C° Federico, nacen diversos arroyos que se unen en el aluvión de Barran-

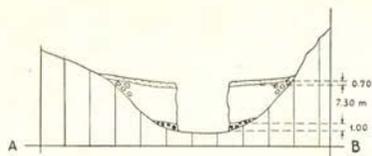


Fig. 1

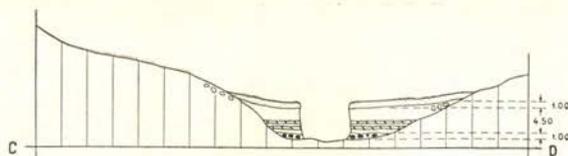


Fig. 2

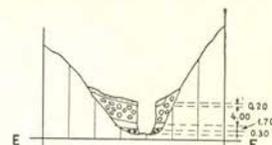


Fig. 3

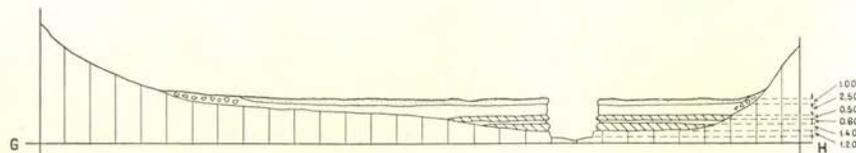


Fig. 4

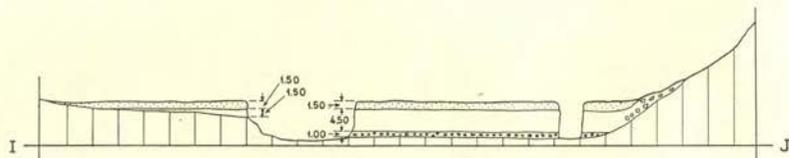


Fig. 5

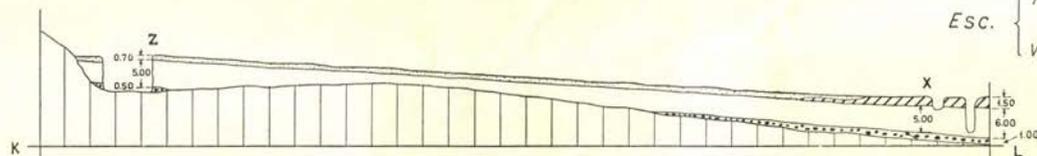


Fig. 6

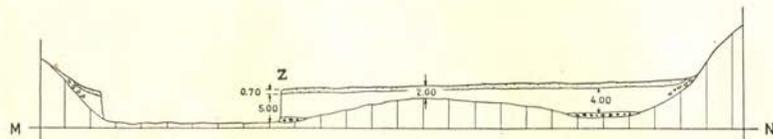


Fig. 7

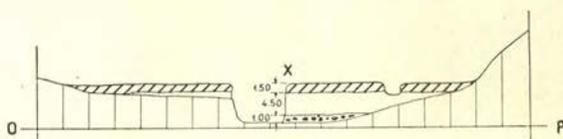


Fig. 8

-  *Suelo fósil.*
-  *Suelo humoso.*
-  *Sedimento eólico (loesóide).*
-  *Sedimento eluvial.*
-  *"Llampo"*
-  *Falso "plan" (false bed-rock).*
-  *"plan" (bed-rock).*

Esc. { Horizontal 0 20 40 m  
Vertical 0 10 20 m

quitas Negras para formar el verdadero río de la Carpa. Esta cubeta constituye la que denomino «cuenca de cabecera del Río de la Carpa» (Lám. II) y donde se han efectuado en detalle, los distintos trabajos de reconocimiento.

Este mismo río, a la altura del cerro Intihuasi, presenta un aluvión extenso, muy probablemente apto para trabajos serios de explotación. No se observan trabajos externos y aunque se han practicado algunas galerías dentro del «llampo», no son lo suficiente como para modificar de una manera notable sus condiciones de explotabilidad.

El depósito tiene espesores de 6 a 7 m con llampo de 1 m; en la parte superior se distingue el «suelo fósil» como el que se encuentra en Cañada Honda y en Barranquitas Negras.

#### GENERALIDADES

Los productos de desintegración y descomposición de rocas compactas preexistentes, constituyen nuevas clases de rocas del tipo sedimentario. La simple acumulación de los materiales extraídos se disponen en depósitos que, o bien permanecen *in situ*, o son transportados por los diversos agentes erosivos y acumulados en depresiones del terreno. En el primer caso tales depósitos toman el nombre de *eluviones* y en el segundo *aluviones*.

ELUVIONES. — Se caracterizan por la falta total de clasificación del material, por la angulosidad de los componentes y por las deficiencias en la concentración (minerales pesados). Estrictamente comprenden los detritus de rocas y minerales que solamente se han alejado de su lugar de origen, deslizándose por la acción de las aguas de lluvia, por la gravedad y por los cambios de temperatura.

En la zona aurífera estudiada existen numerosos ejemplos de este tipo de acumulación; son llamados por los nativos «aventaderos», aunque este mismo término lo utilizan también para depósitos superficiales pero muy arrastrados de su lugar de origen (aluviales).

Su importancia como acumulación de oro es, sin duda, reducida; y solamente la tiene para los pequeños trabajos, de beneficio individual. En ellos se lava la tierra de las laderas y en especial la que se acumula alrededor de la escasa vegetación, por cuanto las partículas de oro suelen adherirse a las raíces y hojas de ella, llegándose a encontrar a menudo de tamaños considerables.

Los eluviones auríferos de mayor importancia se encuentran en Cerritos Blancos y Mundo Nuevo, y en general en todas las altas quebradas de la sierra donde son trabajados después de grandes lluvias.

Pero debemos distinguir otra acumulación eluvional de mayor categoría, esto es, los depósitos de minerales de wolframio; *wolframita* y *scheelita* que han sido explotados con gran beneficio. Considerando la condición de inestables a metaestables de la wolframita y scheelita, especialmente esta última, es explicable la importancia exclusivamente eluvial de ellos vistos como sedimento; la descomposición y en especial la desintegración hacen que no se encuentren como minerales aluviales, debiéndoselos buscar siempre en su fuente de origen.

Importantes acumulaciones de wolframita fueron explotadas en los arroyos que descienden de la falda oeste del batolito granítico, a la altura de las minas « San Román » y « La Puntana », y que desembocan en el Río Grande; cruzan perpendicularmente en su recorrido a un sinnúmero de vetas con wolframita, las más importantes de las cuales se explotan en la primer mina citada.

En el lugar denominado El Valle, a unos 15 km del pueblo de La Carolina, aguas abajo del Río Grande, se encuentran eluviones con scheelita, observados especialmente en los alrededores de la mina « La Argentina ».

**ALUVIONES.** — Los depósitos sedimentarios de este tipo, están supeditados a una serie de factores que deben ser considerados para su interpretación y clasificación. Estos factores son:

- 1) actividades físicas y químicas que determinan la extracción del mineral de su roca madre (formación de eluviones);
- 2) competencia de las corrientes para el acarreo de tal material;
- 3) deposición del material por falta de competencia de las corrientes, y
- 4) lugares y forma de deposición.

El primer factor, está relacionado estrechamente con las condiciones climáticas de la región durante la formación de los aluviones; estas condiciones controlan los efectos de la desintegración y descomposición de las rocas que constituirán los depósitos eluviales influyendo, al mismo tiempo, sobre el segundo factor: *competencia de las corrientes*. A este respecto y considerando la composición del llampo en lo que se refiere a tamaños de constituyentes, es posible inferir que las corrientes que produjeron el arrastre de tal material debieron ser de gran competencia y de efectos constantes. No se observa en él una clasificación de tamaño en su perfil de abajo hacia arriba, ni tampoco la existencia de capas de material fino, arena o arcilla, intercalado en el depósito guijoso, las que implican una detención en el acarreo de material pesado y por lo tanto una disminución en el volumen de las corrientes. El material fino que acusa los análisis granulométricos no excede nunca a un 2%, siendo un componente que debido a su tamaño (menor de 74 $\mu$ ) puede ser aportado fácilmente por las corrientes aéreas.

Se concluye entonces, que las corrientes que originaron los depósitos se caracterizaron por su *competencia grande y constante*.

La disminución rápida de esa competencia determinó la deposición del material. Su causa fué un cambio climático total en el sentido de una falta completa de precipitaciones; en efecto, ninguno de los aluviones visitados presentan modificaciones en el curso de sus corrientes, es decir, no varía el rumbo de los mismos de una manera tal que haya podido detener de golpe el arrastre y sedimentación de los guijarros que constituyen el llampo. Nótese que el límite superior del mismo es una línea recta y bien definida, lo que evidencia una cesación total de acarreo (ver fig. 5).

En cuanto al factor 4) que se refiere al aspecto de los valles y del aluvión, es de valor real para intentar una clasificación del depósito. Sobre este punto Milner (14) propone una clasificación que permite incluir todos los depósitos aluvionales de acuerdo al tipo del medio sedimentario: fluvial, lacustre y marino (litoral). Y en el primer caso, fluvial, la edad de las corrientes: *antigua* o *actual*. Las primeras originaron depósitos actualmente ocultos debajo de otros sedimentos (deep lead) o cubiertos por mantos de lava; las corrientes actuales, los depósitos en terrazas a distintos niveles. Estos diferentes niveles en la posición actual de las terrazas le permite una nueva clasificación: *terrazas altas*, cuyo plan se halla a varios metros por sobre la corriente actual; *terrazas bajas*, con el plan suavemente elevado por sobre la corriente actual y *valles chatos* cuyos depósitos poseen su plan por debajo de la corriente actual, la cual corre generalmente sobre el estéril del depósito.

Todos los aluviones dentro de la zona aurífera «La Carolina-Río de la Carpa», pertenecen al grupo de los relacionados con ríos actuales y con depósitos en terrazas bajas. Observando los cortes en el aluvión de Carolina (fig. 8) vemos tales características; el plan de la acumulación a la misma altura que el cauce del río o levemente por sobre el nivel del mismo; y en el caso del segundo corte, donde el plan de la izquierda está casi dos metros por sobre la corriente, no se encuentra en el llampo y solamente está cubierto por estéril; es probable que ese llampo exista pero ya más cerca de la margen derecha del río, al pie de la falda, en cuyo caso constituiría un cauce antiguo y abandonado. Para afirmar tal existencia deberían practicarse algunas labores de reconocimiento.

En los cortes aluvionales (Lám. III), los tres primeros corresponden a este tipo de terrazas bajas, aunque no bien definidas por cuanto se hallan a poca distancia de las nacientes de las corrientes y afectan, en líneas generales, un tipo de aluvión. La figura 4 (en la lámina citada) representa un corte normal dentro de las terrazas bajas; en cambio la figura 5 presenta normal la parte central, elevando el plan a la izquierda

de la corriente principal, pero como se observa, la acumulación es solamente estéril (loes y suelo fósil), lo que nos indica que no formó parte de la antigua llanura de inundación.

Todos los aluviones, tanto de la vertiente norte como de la sur, presentan secciones idénticas salvo modificaciones locales en la superficie del plan, elevaciones o canales en el mismo, pero que no altera el tipo general. Por lo tanto se deben incluir todos ellos dentro del grupo de *depósitos aluvionales en terrazas bajas y relacionados con un sistema de ríos actuales*.

*Cauces antiguos* : Este tema es de alto interés para la minería aluvional, por cuanto pueden transformar a un depósito aparentemente pobre en uno digno de explotación.

Se entiende por cauces antiguos aquellas zonas, generalmente fajas de anchos variados aunque no mayores que el ancho de una corriente común, que se encuentran debajo de las acumulaciones aluvionales y en donde la corriente actual corre por otro punto del depósito. Sus orígenes deben buscarse en el cauce primitivo, el que fué luego abandonado por accidentes locales como ser : acumulaciones de grandes rodados o deslizamientos de laderas que obligaron a cambiar el curso de las aguas o también en derivaciones meándricas. En dicho caso, el río, al aumentar la incisión de los meandros corta las estribaciones que separan el cuello de los mismos, volviéndose a formar una corriente recta que deja de lado un cauce circular inutilizado. Estos meandros, formados sobre una acumulación anterior, reconcentran los minerales pesados constituyéndose en acumulaciones de gran valor ; a veces ocurre todo lo contrario, pues puede detenerse de golpe la fuente de agua quedando como un cauce seco que, posteriormente, es rellenado con material estéril, generalmente eólico.

En la zona que nos ocupa existen varios casos de cauce antiguo ; uno de ellos descubierto en Cañada Honda fué puesto de relieve en el informe de Sabin (16).

Otro ejemplo lo constituye el aluvión ubicado en la margen izquierda del A° de los Zorzales (Lám. II). En la lámina citada vemos en ese depósito marcado con puntos el probable cauce antiguo ; para llegar a esa determinación bastaría observar el rumbo del arroyo que viene del oeste y que golpea contra el aluvión, y además el A° Lucero que también dobla hacia el este de una manera anormal. Y ya, observando el corte de la figura 7 (Lám. III) que es un perfil obtenido contra la misma barranca del río, se nota a la derecha del mismo un notable descenso del plan y por donde entra al aluvión en forma subterránea, una gran parte del agua aportada por el primer arroyo. En el corte de la figura 6, el plan está bajo, frente al A° Lucero, asciende luego y a la derecha de la figura vuelve a descender ; estas evidencias, conjuntamente con la

que presenta el corte O-P (fig. 8) corrobora de una manera indudable la existencia de tal cauce supuesto.

No se han podido efectuar trabajos de reconocimiento por cuanto la cantidad de agua subterránea hubiera impedido profundizar más de 4 m. Los cálculos efectuados en base a los perfiles y especialmente observando la pendiente de la falda norte del valle que contiene el aluvión oscila entre 5 a 6 m en el espesor total. Es probable que en épocas de gran sequía se pueda intentar su reconocimiento. En la lámina II se han ubicado pozos antiguos, efectuados, sin duda, por pirquineros.

#### COMPOSICIÓN DEL ALUVIÓN

Los aluviones estudiados presentan una sucesión normal, para las acumulaciones de este tipo, en los distintos sedimentos que los com-

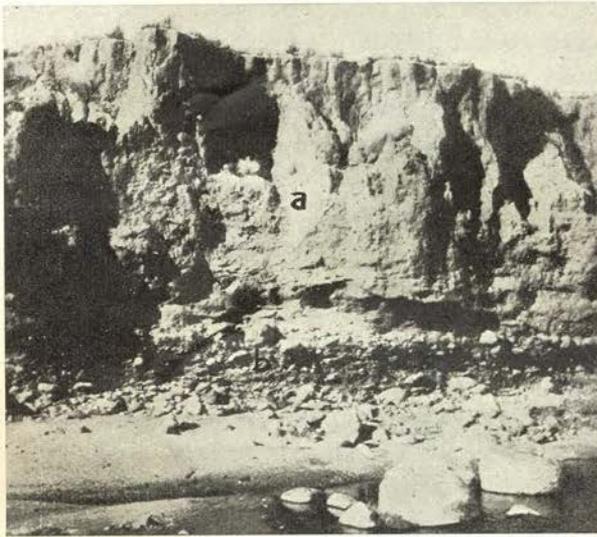


Fig. 5. — Barranca en el aluvión del Río de la Estancia; obsérvese el límite neto entre estéril (a) y llampo (b)

ponen. Esta sucesión es de abajo hacia arriba de: *plan*, *llampo* y *estéril* (ver lám. III y fig. 5). Se tratará cada uno de estos componentes por separado, indicando sus espesores medios, composición petrográfica y mineralógica del material y distintos datos que varían según el componente.

PLAN. — Utilizaremos este término local y que equivale al de «circa» de las provincias del noroeste argentino y al de «bed-rock» de los pueblos de habla inglesa, para designar la superficie de deposición de los

materiales aluviales, cuya composición petrográfica varía según donde dichos materiales se acumulen.

En la zona estudiada, el plan está representado por las rocas de la base cristalina y las efusiones terciarias. Las primeras son: esquistos micacíticos para aquellos aluviones situados al oeste del meridiano que pasa por las efusiones del grupo del Tomolasta; luego micaesquistos (micacitas granatíferas, micacitas inyectadas, etc.) y que constituyen el plan de las acumulaciones ubicadas al este del meridiano citado. En ambos grupos de rocas metamórficas se presentan, sin distinción, las rocas filonianas relacionadas con las intrusiones graníticas. Comprende esta composición del plan (basamento cristalino), la gran mayoría de los aluviones auríferos.

Respecto de la traquiandesita, se encuentra en diversos lugares pero con escaso desarrollo; uno de ellos se observa en la parte sur de la cuenca de cabecera del Río de la Carpa (Lám. II), donde además influye sobre la composición del llampo. En este lugar, el cauce de la corriente se presenta blanquecino debido a la profunda alteración de la roca en material caolínico y atravesado por venas rojizas que representan a las diaclasas rellenas con óxidos de hierro.

En cuanto al plan constituido de rocas metamórficas, su mayor importancia estriba, no solamente en la gran proporción en que se presenta sino también en la influencia sobre la acumulación de minerales pesados los cuales según el estado de alteración de los esquistos, penetran a distinta profundidad en él.

Además del estado de conservación como factor de importancia minera, se debe considerar el rumbo de la corriente, o mejor dicho del aluvión, con respecto al de las rocas metamórficas; a mayor discrepancia en ellos, mayor posibilidad en la retención de minerales pesados. En casi todos los aluviones de la zona, tanto los de la vertiente norte como los de la sur, son paralelos o subparalelos con la esquistosidad; y sólo prácticamente perpendiculares en la red de drenaje antigua, las que son, en cambio, siempre reducidas y de poca importancia.

En cuanto a la alteración del plan varía dentro de un mismo aluvión según la composición de la roca y según la posición con respecto a las corrientes subterráneas; en general, el mismo que se observa liso y pulido en el cauce del río, está alterado hasta 0,30 y 0,40 m debajo del aluvión.

Considerando los factores anteriores y además otro representado por grietas en el plan, podemos clasificar a éste en tres tipos:

1. de poca alteración (firme) y sin grietas,
2. de poca alteración (firme) y con grietas y
3. de alteración intensa.

La experiencia indica que en el primer caso las probabilidades de

retención de minerales pesados es restringida y durante la explotación solamente se extraen 0,15 m para su beneficio; el segundo tipo es el óptimo, extrayendo de 0,30 a 0,40 m del mismo y en algunos aluviones, como en el de Cañada Honda, el 70 % del oro existente se encuentra dentro de este plan. El tercer tipo es intermedio en orden de importancia.

Otro componente de interés observado en el plan de estos aluviones es la existencia de manifestaciones mineralizadas en vetas, especialmente cruceros. Estos, además de haber proporcionado mineral durante su erosión, luego de depositarse el aluvión y en razón de las condiciones favorables para el desarrollo de la zona de oxidación, se encuentra gran cantidad de oro libre que puede ser extraído durante una simple explotación del depósito aluvional.

LLAMPO. — Este término minero es utilizado para indicar los mantos de gravas en depósitos aluvionales y que son portadores de minerales con valor económico. En general este mineral es oro aunque también se llama así a las gravas con oro y casiterita de los yacimientos de Jujuy. Además se denominan con este nombre a los deshechos y colas, productos de la concentración en material de veta (Chile). En habla inglesa se le denomina al «llampo» *pay-dirt*.

En la zona deben distinguirse dos tipos de llampo, de acuerdo al estado de coherencia entre los materiales que lo componen. En el primero y el más generalizado, los rodados están unidos entre sí por una matrix de arena fina y guijarros pequeños, pero su consistencia es friable.

El segundo tipo está caracterizado por un cemento compuesto por óxidos de hierro hidratados que transforman al llampo en un conglomerado de gran consistencia; un ejemplo de este se observó en una de las labores de reconocimiento efectuados en la cuenca de cabecera del Río de la Carpa (Lám. II); allí está constituido por guijarros de andesita alterada cementados por hematita. Este mismo proceso es el responsable de la formación del *falso plan* («false bed-rock»), el cual se deposita intercalado en el estéril y, como su nombre lo indica, puede confundirse en la prospección con pozos con el verdadero plan.

Por este motivo es que se aconseja, en la práctica de perforaciones tendientes al reconocimiento minero de un aluvión, que los primeros pozos se introduzcan en el plan no menos de 1 m de profundidad, con el objeto de reconocerlo como tal y no confundirlo con un falso plan. En el corte de la figura 2 (Lám. III) se observan dos mantos de falso plan compuestos de pequeños rodados cementados por hematita en parte mangánifera. En la figura 4 se distinguen dos mantos de falso plan compuestos de rodados hasta de 0,10 m y no menores de 0,05 m (andesita, micácitas granatíferas, etc.), en una matrix de arena fina y el todo cementado por

hematita de coloraciones rojo sangre; el manto inferior apoyado sobre el plan es muy probablemente portador de oro.

El primer tipo de llampo, donde la grava se presenta sin cemento, es el más común y se encuentra en todos los aluviones reconocidos.

En el aluvión Carolina, el llampo está compuesto de rodados y guijarros de : pegmatita 21 %, rocas traquiandesíticas 37 % y esquistos micacíticos 42 %. Abundan los rodados de 0,60 a 1,00 m de diámetro (en tamaños menores a 3 mm obsérvense los análisis granulométricos correspondientes a la serie de muestras A). El manto de llampo se distribuye todo a lo ancho del cauce primitivo y presenta espesores medios de 0,70 a 1,20 m. No se distingue en él una disminución del tamaño de los componentes de abajo hacia arriba, sino que el total del espesor es de un aspecto semejante, terminando bruscamente en el contacto con el estéril, como se observa en la figura 5.

Este *límite neto* entre llampo y estéril anotado anteriormente, es una disposición que caracteriza a estos aluviones y que se encuentra sin excepción en todos ellos.

La composición petrográfica de los componentes del llampo citados para el aluvión de Carolina, varían en las demás acumulaciones en lo que respecta a las micacitas y traquiandesitas. Las primeras no aparecen al este del meridiano que pasa por el C° Tomolasta y en cambio son reemplazadas por esquistos micáceos gnéisicos en las distintas variedades que afloran en la zona. En cuanto a las rocas traquiandesíticas, a pesar de ser la roca madre de las manifestaciones auríferas, no se encuentran en todos los aluviones y esto es explicable por cuanto las rocas de caja son en la gran mayoría esquistos cristalinos y pegmatitas. Un ejemplo de este llampo se lo observa en las acumulaciones de Cerritos Blancos y Mundo Nuevo.

ESTÉRIL. — Comprenden aquellos sedimentos que cubren el manto productivo (llampo) y que, como su nombre lo indica, tienen escasa cantidad o carecen por completo del mineral buscado. En el habla inglesa se le denomina «overburden». Su sedimentación se produjo durante un largo período de tranquilidad aluvial, provocada por una interrupción total en el arrastre del material guijoso. En efecto, como hemos dicho anteriormente, el límite entre el llampo y el estéril es neto, lo cual implica una modificación en las condiciones sedimentológicas, relacionadas sin duda con cambios climáticos. El aspecto del sedimento *in situ* y el estudio del mismo en el laboratorio, permiten afirmar su origen cólico. Observado en el aluvión, se presenta en barrancas que caen perpendicularmente hasta el plan y se agrieta normalmente al plano de la superficie del terreno; dichas grietas provocan el desprendimiento de bloques, a veces de tamaño considerable. La figura 6 obtenida en el A°

de los Zorzales, representa el tipo de barrancas descriptas; su espesor medio es de 8 m (incluyendo el llampo). Las coloraciones varían dentro del pardo amarillento; a veces, y especialmente cuando se moja, se presentan algo rosadas.

La uniformidad del material que compone este estéril está a menudo interrumpida por pequeños guijarros, generalmente angulosos, que se intercalan en él de una manera desordenada; es raro encontrarlos dispuestos en mantos y, cuando los hay, son de poco espesor (0,01-0,02 m)

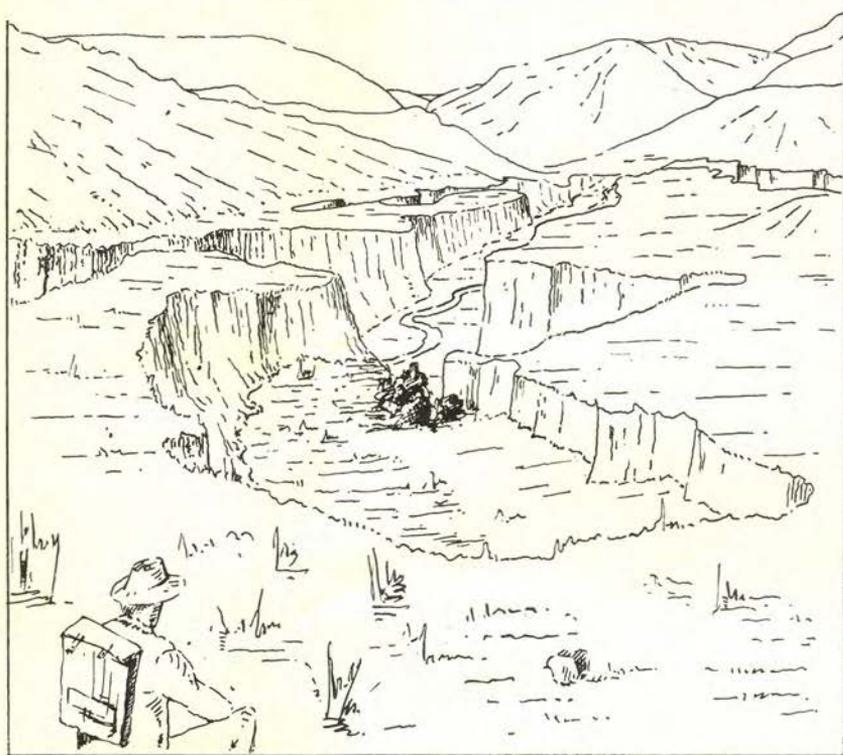


Fig. 6. — Barrancas « en estéril » del arroyo Los Zorzales

debiendo, en tal caso, interpretarse como productos de arrastre por aguas de lluvia esporádicas ocurridas durante la sedimentación eólica.

Se encuentran también trozos de rocas, de tamaños variados, típicamente eluviales, que se disponen sin uniformidad dentro del estéril y que se denomina en Lám. III «material eluvial»; en el corte de la figura 3 el material eluvial ocupa todo el estéril que rellena este valle de torrente.

En general se observa una falta total de estratificación, siendo éste uno de los principales caracteres que permiten considerar al sedimento como de origen eólico.

Una muestra de este estéril extraída en el aluvión de Carolina señalada en figura 8 con la designación A-IX presenta las características siguientes :

*Caracteres Macroscópicos* : La muestra es de un color siena claro, algo amarillento ; cuando está seca es fácilmente deleznable entre los dedos observándose un porcentaje mínimo de granos gruesos. A simple vista se distinguen canaliculos radiciformes y poros diminutos. A menudo la apreciable cantidad de muscovita que posee le proporciona a la muestra « reflejos micáceos » bien visibles.

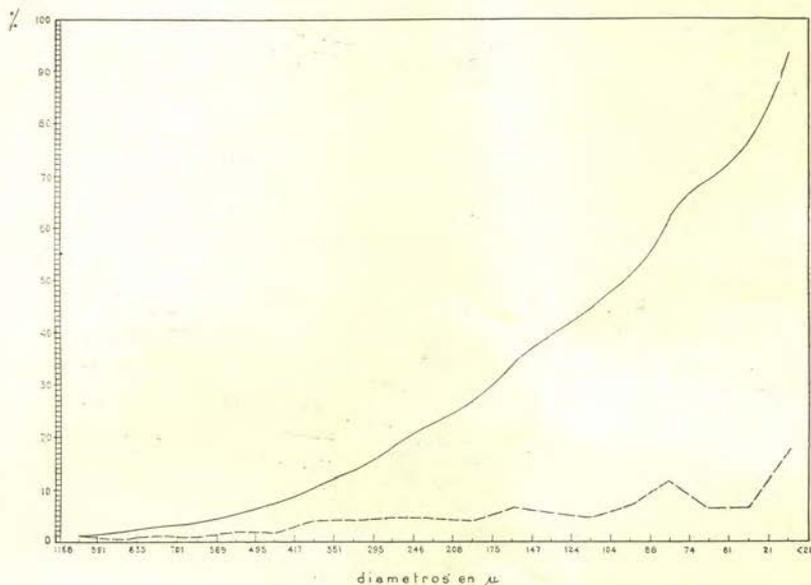


Fig. 7. — Análisis granulométrico de la muestra A IX. Curva de frecuencia (línea cortada) y Curva acumulativa (línea entera).

*Análisis Granulométrico* : El material oscila entre los  $1168\mu$  y menos de  $21\mu$  ; pero recién en los  $417\mu$  hay una frecuencia de 3 % y un 50 % del total es menor que  $104\mu$ . Observando la curva de frecuencia (ver fig. 7) vemos que no hay una perfecta selección, existiendo tres « modos », aparte de algunas oscilaciones menores. Dichos « modos » indican una mayor frecuencia en peso entre los tamices Tyler 80 y 100 ( $175-147\mu$ ), entre 170 y 200 ( $88-74\mu$ ) y entre 270 y  $< 21\mu$ .

El primer « modo » representa un material cuyo tamaño puede ser transportado por el viento, aunque no desde grandes distancias ; el segundo y tercero, que comprende un 29,02 % del total, constituye un material fácilmente transportable por el viento y aún a distancias considerables.

Pero lo que lo caracteriza más como un sedimento eólico (que lo separa del lacustre o palustre), es la falta de una intensidad de fre-

cuencia en los granos de tamaño grande (1168-589 $\mu$ ), intensidad que se observa en el «suelo fósil» que se describirá más adelante.

Los granos entre 150-170 fueron sometidos a una separación densimétrica (con bromoformo D : 2,88) dando como resultado : *liviano* ( $< 2,88$ ) — 90 %; *pesado* ( $> 2,88$ ) — 10 %.

*Composición Petrográfica y Mineralógica* : En el material retenido entre los tamicés Tyler 14-16 se observó al binocular: trozos de cuarzo, micacitas de grano fino y algunos granos de traquiandesita, pero muy escasos. En general pocos rodados. Estos componentes se continúan por los diversos tamicés y apareciendo además hojuelas de ambas micas; la biotita parcialmente desferizada y además adherida a ella costras finas de hematita. En el material entre los tamicés T. 60-65 disminuyen casi totalmente las rocas y casi todo el material está compuesto de minerales sueltos: cuarzo, feldespatos (alterados) y micas. Ya entre los T. 80-100 aparecen algunos minerales pesados; turmalina y hornblenda común, pero desaparecen ante el tamiz 150 quedando casi exclusivamente muscovita.

La composición mineralógica de la muestra descripta se mantiene, sin variaciones de importancia, en los demás estériles de los aluviones de la zona.

En Cañada Honda también se extrajo una muestra cuyo aspecto macroscópico, análisis granulométrico y composición mineralógica es semejante a la anterior; pero en esta última se encuentra además grafito, que es un mineral típico dentro de las micacitas inyectadas aflorantes en ese lugar. De esto se concluye que el material constitutivo del estéril ha sido extraído, por lo menos en gran parte, cerca del lugar de deposición; probablemente de las mismas cumbres que rodean a las cuencas intermontáneas rellenadas.

*Suelo fósil.* — Bajo esta denominación distingo un material característico que se suele presentar en el techo del estéril de algunos aluviones. Entre ellos cabe citar el aluvión de «Cañada Honda», «Barranquitas Negras» y «Río de la Carpa»; no se ha observado en los depósitos de la vertiente norte la presencia de suelo fósil.

Su distribución sobre el aluvión no es continua sino que aparece en mantos de varios centímetros hasta 2 y 3 m de espesor dispuesto en lentes. Su aspecto *in situ* contrasta visiblemente con el material del estéril subyacente. Su color es negro a negro azulado y se presenta agrietado, especialmente en dirección vertical. A simple vista se distinguen trocitos de vegetales carbonizados (Cañada Honda) y restos de raíces, ambos indeterminables.

La descripción de una muestra obtenida en el aluvión de «Barranquitas Negras» es la siguiente :

La muestra presenta una cierta consistencia al presionarse con los dedos ; al tacto es como un material muy fino alternando con gránulos poco más gruesos. Efectuando un corte de la misma (con la ayuda de un simple instrumento cortante) y observada a 32 aumentos se distinguen numerosas hojuelas de biotita parcialmente desferrizada al igual que grafito, aunque éste en menor proporción ; ambos dispuestos en una matrix de material de grano muy fino y uniforme.

En el material, después de calcinado y lavado con HCl, se observan los siguientes minerales : muscovita, biotita parcialmente desferrizada (en gran proporción), algo de cuarzo y feldespato alterado.

En una muestra del mismo material, extraída en «Cañada Honda», se ha practicado un lavado con fuente (challa) con los resultados siguientes : el material es sumamente liviano, flotando con facilidad en el agua ; el residuo pesado (mayor que la densidad del agua) es muy reducido y consta principalmente de turmalina, biotita desferrizada, granate en forma de esquirilas, abundante cuarzo y escasa plagioclasa.

Se efectuó determinación de materia volátil, obteniendo en la primera muestra (Barranquitas Negras) 13,6 % y en la segunda (Cañada Honda) 39,7 %.

Las características *in situ* del «suelo fósil», así como las descripciones de distinto orden de la muestra, permiten clasificar a dicho sedimento como *palustre*.

En conclusión, el estéril que cubre a las gravas auríferas está formado por dos componentes distintos en composición y origen. El primero es la porción inferior, aportado por el viento y sin otro medio de sedimentación que la atmósfera, excepto pequeños aportes de lluvias esporádicas. El segundo, rellenando pequeñas cuencas del primero y sedimentado en un medio palustre.

El material eólico que constituye la casi totalidad del estéril se depositó de acuerdo a las características típicas de estos sedimentos ; es decir, independientemente de la superficie de deposición, rellenando todas las cuencas intermontáneas y adhiriéndose a las laderas de los valles al confundirse con el material eluvial de los mismos. Por lo tanto, la superficie final que presentaban estas cuencas, no se ajustó en nada al aspecto de las corrientes primitivas. *Tal es la causa principal de la existencia actual de lechos antiguos*, puesto que las corrientes posteriores a la formación del estéril (incluyendo «suelo fósil») se ajustaron e incidieron en la nueva superficie, de acuerdo a sus accidentes, sin relacionarse en nada con los antiguos cauces. La profundización continua de los nuevos lechos en el estéril, se finalizó al alcanzar las aguas el nivel del plan, constituyendo de esta manera nuevos cauces los que, a menudó, se encuentran a varias decenas de metros del cauce primitivo.

## HISTORIA ALUVIONAL

Bajo este título desarrollaremos un tema cuya principal finalidad es ubicar los diversos acontecimientos que provocaron la formación de estos aluviones dentro del tiempo geológico. Para ello, fundamentaremos las conclusiones en autores que se han dedicado a problemas paleoclimáticos o a orígenes de sedimentos semejantes y con cuya cooperación, se presenta este ensayo de evolución aluvial.

Dejando atrás los primeros movimientos terciarios que produjeron el ascenso de la Sierra Pampeana, observemos los acontecimientos del final de esta era. Después de las efusiones de rocas traquiandesíticas llevadas a cabo durante el « Mioceno final » (Pastore, 15) se continuó el ascenso del sistema con intensidad hasta el Plioceno, donde culminó. El clima de este período fué de lluvias abundantes al norte y al oeste del país « en razón a la distribución diferente de centros aéreos que permitió a los vientos procedentes del Pacífico una precipitación mayor... » (Groeber, 9), lo cual, asociado con el movimiento de ascenso, motivó una fase de erosión intensa que profundizó los valles de los drenajes antiguos y modernos ya descriptos y transportó, hasta la misma llanura, abundante material psefítico. La intensa erosión, así como el gran volumen de material extraído, está evidenciado por el rejuvenecimiento considerable de los valles del drenaje antiguo.

Las condiciones climáticas del final del Plioceno se manifestaron por un descenso general de la temperatura, preparando el ambiente de la primera fase de la glaciación pleistocena. Disminuyen entonces las precipitaciones, y, como consecuencia, la falta de competencia de las corrientes obliga a un retroceso del área de sedimentación hacia el interior de la sierra. Los materiales, antes arrastrados a grandes distancias, se depositan relativamente cerca de las nacientes de los ríos y forman así esos mantos de grava, de espesor reducido, que constituyen el llampo de los aluviones auríferos. La falta total de acarreo, aun de material fino, es evidente ante el pasaje brusco de las gravas al material pelítico (estéril); estas características nos demuestran que las condiciones climáticas del Pleistoceno, contemporáneas a la gran glaciación que cubrió todo el sur de la Patagonia y cuyo límite al norte fueron los ríos Colorado y Negro, se tradujeron en una disminución total de precipitaciones al punto de cesar toda erosión y, por ende, el acarreo.

Después de la primera fase de la glaciación cuaternaria y con el primer período interglacial se depositaron los primeros sedimentos pampeanos que corresponden al Bonaerense (Groeber, 9) y que alcanzaron una amplia distribución en la República Argentina. El problema que

aquí se presenta es el siguiente : ¿ la distribución de los sedimentos del Bonaerense alcanzó a las altas cuencas intermontáneas, o el material que constituye el estéril de los aluviones es el producto de la erosión de las cumbres cercanas que rodean a las cuencas citadas? De acuerdo a los componentes mineralógicos que hemos descripto para tal sedimento en la zona aluvional y cuya principal característica es la presencia de grafito en el estéril de Barranquitas Negras y la ausencia del mismo en el aluvión de La Carolina, ubicado solamente 10 km al oeste del anterior, denota la localización estricta del lugar de origen de dicho material.

De cualquier manera, aunque no corresponda al mismo sedimento, pueden ser idénticas las condiciones climáticas necesarias para su formación (en especial, intensidad de las corrientes aéreas).

Comienza la segunda fase de la glaciación cuaternaria y se suspende la sedimentación « anaclimatérica » (Frenguelli, 6). Durante la desglaciación que le sucede, y según lo descripto por Guñazú (10) el principio de la fase interglacial se tradujo en un cambio de condiciones climáticas en el noroeste del país, avanzó el régimen de estepa y se formó una capa de sedimento húmico, en condiciones muy semejantes a la formación actual de turbas en las regiones australes. Ese sedimento que el autor citado denomina « tierra fósil », es semejante al que hemos denominado « suelo fósil » y que cubre los aluviones auríferos de la zona « La Carolina-Río de La Carpa ».

Después de la deposición de la tierra negra fósil y durante el actual período anaclimatérico, las condiciones climáticas variaron tendiendo a un acercamiento al clima de tipo húmedo. La nueva formación de corrientes inciden sobre la acumulación aluvional cortándole en cauces típicos con barrancas perpendiculares que llegan hasta el plan.

Tal es, a grandes rasgos, la evolución de los aluviones auríferos que nos ocupa.

#### MINERÍA AURÍFERA ALUVIONAL

HISTORIA. — Su historia precede en razón del carácter de explotación, al desarrollo de la minería de veta, y se remonta, según los historiadores, a las épocas precolombianas. Gez (7) afirma que los trabajos de explotación del oro aluvional fueron ya anteriores a la llegada de los conquistadores españoles; se basa para ello en el hallazgo de utensilios de piedra pulida: poruñas, ruedas de maray, etc. Y en general, en todo el mundo la extracción del oro en la arena de los ríos se pierde en los albores de la historia.

Después del descubrimiento de vetas auríferas en el Cerro Tomolasta a fines del siglo XVIII, se iniciaron pequeñas explotaciones que rápida-

mente se extendieron al aluvión. Los primeros depósitos de este tipo trabajados por los españoles fueron «Cerritos Blancos» y «Cañada Honda»; el primero de ellos fué asiento de una aldea que vivió exclusivamente de la explotación de su mineral y que se encontraba aún a fines del siglo pasado, pero que luego, a causa de las dificultades ocasionadas por el empobrecimiento progresivo del depósito, se fué reduciendo el caserío hasta desaparecer.

El placer de Cañada Honda fué trabajado continuamente con precario recurso hasta el año 1934, en que la Compañía Yacimientos Auríferos Puntanos practicó una explotación integral del aluvión extrayendo más de 1.000 kg de oro.

En la actualidad el citado depósito, compuesto de siete pertenencias, es explotado parcialmente por el señor José Hehn, que es un antiguo minero aluvional de la zona.

No nos extenderemos en la descripción de la historia de los depósitos, por cuanto existe una extensa bibliografía al respecto donde consultar, paso por paso, los diversos acontecimientos de su evolución. Citaré algunos de estos autores: Lallemand (12); Barrié (2); Gerth (8); Gez (7); Burmeister (4); etc. Es de notar que Burmeister fué uno de los que más se ocuparon de este punto.

DESARROLLO DE LA PROSPECCIÓN. — La prospección de los yacimientos aluvionales es un tema que ha sido ampliamente tratado, pero siempre con un fin práctico e inmediato. Lógicamente que, para alcanzar el conocimiento conciso sobre el valor económico de un depósito aluvional, es necesario una serie de trabajos sobre el mismo terreno que permitan asegurar, a su finalización, la capacidad o la incompetencia del mismo para ser explotado. Es decir que basta: el conocimiento estructural, la cubicación y la ley de mineral útil (datos obtenidos por perforaciones de distinta naturaleza), para decidir el valor de la acumulación. Es de notar que la prospección aluvial, comparada con las de otros tipos de depósitos, es la más concluyente en cuanto a los factores económicos se refiere.

Pero, y por los motivos expuestos, son escasos los trabajos en la bibliografía general que se ocupen de proporcionar, además, características especializadas sobre las muestras del material aluvial, tales como: *composición granulométrica, composición mineralógica, asociación de minerales pesados*, etc.

Al encarar este estudio, hemos realizado en el campo las directivas generalizadas para la prospección de aluviones auríferos, las cuales conducen a un conocimiento de:

1º *red de drenaje imperante* que influyó sobre la génesis de los aluviones;

2° *distribución general* de los depósitos originarios (vetas auríferas);  
3° *determinación de los aluviones probablemente auríferos*, en base a los puntos anteriores; y

4° *labores de reconocimiento* tendientes a confirmar la presencia de oro supuesta y comprobar leyes por metro cúbico de grava aurífera.

Conjuntamente con este método, se ha realizado trabajos de laboratorio sobre diversas muestras extraídas en los depósitos, con dos fines: primero, de completar el conocimiento sobre datos de interés para la explotación, tales como frecuencia de tamaño de los componentes del llampo, lo que influye en el método de la misma. En segundo lugar, para *caracterizar el tipo de depósito aluvional*. Esto último en base a: conocimiento de la *selección del material detrítico* desde la naciente del río hasta el aluvión aurífero; *descripción de los componentes petrográficos del llampo y asociación de minerales pesados* que acompañan al oro. Estas solas características, delimitan el tipo de depósito en lo que respecta a su posición a lo largo del curso del río (selección granulométrica) y lo relacionan a una constitución geológica circundante definida (componentes petrográficos y mineralógicos del llampo).

Deben considerarse los métodos de laboratorio propuestos anteriormente como un ensayo tendiente a una *clasificación integral* de los depósitos aluvionales, de tal manera que nos permita efectuar correlaciones en base a caracteres definidos entre diferentes depósitos; a igual manera como se realiza con los yacimientos en vetas. Es indudable que los factores a considerar son más numerosos y de más amplias variaciones que los existentes en las venas metalíferas, los cuales ya de por sí son difíciles de individualizar.

#### TRABAJO EN CAMPAÑA

Hemos dicho anteriormente cuáles son los puntos seguidos. El primero de ellos: « Estudio preliminar de la red de drenaje » fué rápidamente solucionado por la existencia de planos topográficos de escala conveniente (Hojas 23 g. San Francisco-San Luis; Dirección de Minas y Geología 1941; escala 1 : 100.000); tal trabajo en zonas vírgenes requiere un levantamiento por lo menos planimétrico, de los cursos de agua y de los principales accidentes topográficos. El punto anterior relacionado con el « Estudio preliminar sobre la distribución de las vetas » nos permite concretar las recorridas generales para la delimitación de la zona.

Un punto importante en el trabajo de campaña fué el estudio rápido, aunque conciso, de las fuentes primarias del oro, es decir, de los yacimientos en vetas. Las manifestaciones auríferas de esa naturaleza están

relacionadas, sin duda, con las efusiones andesíticas terciarias. De tal manera que fueron observadas en toda la amplia zona que incluye a dichas efusiones. Esta zona se extiende al norte y sur de la divisoria de aguas (ver Lám. I) desarrollándose, en especial, en las cabeceras de los ríos de ambas vertientes. Tal observación nos permite inferir, de hecho, que las acumulaciones aluviales de tales vertientes son necesariamente portadoras de oro.

Por otra parte son escasas las manifestaciones que pueden considerarse verdaderas vetas, ya por no poseer cajas definidas, ya por presentarse con reducidas potencias. Baste decir que la zona mineralizada pasa de las 13.000 h, encontrándose una sola veta de importancia (mina « La Carolina » con potencias de 1,00 a 1,20 m), además de cuatro o cinco minas abiertas sobre manifestaciones con potencias sensiblemente menores. Sin embargo, dicha extensión se puede considerar como un todo mineralizado; pequeñas guías e impregnaciones se suceden indefinidamente.

De lo dicho concluimos lo inadecuado de los yacimientos para la explotación en vetas; no obstante, esta conclusión negativa se torna positiva cuando nos referimos al aluvión. En efecto, una gran difusión de la mineralización presenta gran superficie a los agentes sedimentarios, erosión y arrastre; siendo, sin duda, más favorable, que mineralizaciones concentradas en puntos o líneas definidas, pero conspicuamente separadas entre sí.

Además, el método de distinguir las vetas y de observar los puntos en que son cortadas por las corrientes, es de mayor resultado que remontar el cauce de los ríos guiándose por rodados de determinada constitución. Esto es particularmente válido para la zona citada, puesto que las rocas de caja de las vetas auríferas son variadas y en general son todas las que se presentan en la región.

Durante este reconocimiento general se extrajeron muestras de los distintos aluviones. Los análisis granulométricos, mineralógicos y demás operaciones de laboratorio fueron efectuados sobre el material de un solo río y aluvión: Río Grande y aluvión La Carolina respectivamente.

**LABORES DE RECONOCIMIENTO.** — El motivo de ellos no fué dirigido a la acumulación de mayor importancia, sino a la comprobación de leyes de oro por metro cúbico en los diversos materiales que componen los depósitos. Así las labores n° I y n° II son de carácter subeluvial y la n° III corresponde a una típica acumulación aluvional, producto del acarreo de las distintas corrientes de la cuenca de cabecera del Río de La Carpa.

Las labores fueron pozos practicados con palas, en parte a pico, extrayéndose el material por paleo a mesas superpuestas, separadas entre

sí por no más de 2 m en distancia vertical. La principal dificultad en estas labores es la abundancia de agua subterránea que impide un trabajo continuo, obligando a un desagote intermitente.

El lavado del material es uno de los procesos más importantes en estos reconocimientos, a igual que el perfecto conocimiento del cubicaje respectivo. Dicho lavado fué efectuado con una concentradora mecánica (Denver Mechanical Gold Pan-Standard Simplex Unit.).

*Material a lavar.* — El material extraído de la labor destinado al lavado fué transportado al lecho de la corriente donde se estableció la máquina. Como procedimiento previo, se cubicó el material con ayuda de un recipiente de madera, determinando experimentalmente, en cada caso, la corrección necesaria por la modificación de volumen cuando el material ha sido extraído y cuando está *in situ*. Este factor se determina cubicando el pozo efectuado (material extraído) y relacionándolo con el valor que resulta de la medición con el cajón. Generalmente la corrección es entre 15 y 25 % para arena y hasta 40 % para arena arcillosa. Cuando se explora un aluvión destinado a explotación, este factor adquiere gran importancia, porque una mínima variación en la apreciación del volumen real del material extraído durante la prospección provoca un enorme error en los valores de las leyes de todo un depósito.

RESULTADOS OBTENIDOS (ver ubicación de las labores en lám. II):

LABOR N° I:

*estéril*: 5,60 m — se lavaron 828 dm<sup>3</sup> — *sin oro*  
*llampo*: 0,50 m — se lavaron 1.481 dm<sup>3</sup> — 0,088 g/Au  
0,059 g. Au/M<sup>3</sup>

En esta labor, el oro se presenta casi siempre rodeado de una película de óxidos e hidróxidos de hierro que impide la amalgamación; es así que se obtienen los siguientes resultados: *oro amalgamable* — 0,012 g — 13 %; *oro no amalgamable* — 0,076 g — 87 %.

LABOR N° II:

*estéril*: 3,10 m — se lavaron (en los primeros 0,70 m) 500 dm<sup>3</sup>. Vestigios de Au.  
*llampo*: 3,20 m — se lavaron 2.256 dm<sup>3</sup> — 0,008 g/Au  
0,003 g. Au/M<sup>3</sup>

LABOR N° III:

*estéril*: 6,20 m — no se lavó  
*llampo*: 160 m — se lavaron 4.000 dm<sup>3</sup> — 0,690 g/Au  
0,172 g. Au/M<sup>3</sup>  
*plan*: se picó el plan hasta 0,10 m de profundidad, lavándose  
221 dm<sup>3</sup> — 0,016 g/Au.  
0,072 g. Au/M<sup>3</sup>

Las leyes de oro por metro cúbico, que se desprenden de las labores realizadas, no representan en ningún momento los tenores de los aluviones explotados en la zona o aquellos de mayor acumulación. Tales tenores varían ampliamente, aunque siempre mayores que los observados. No obstante, el resultado de estos trabajos nos da una somera idea del comportamiento del oro (en lo que se refiere a su ley) en la cuenca de cabecera del Río de la Carpa; la mayor concentración del mismo en la confluencia de las corrientes al penetrar en el cañón del río (labor n° II) y la existencia del mismo dentro del plan, como se lo ha comprobado en la labor n° III.

Por otra parte, hemos tenido la oportunidad de verificar el tenor de oro en un punto del aluvión de Cañada Honda que, como se ha dicho anteriormente, constituye la principal acumulación aluvial de la zona. Se ha aprovechado para ello un trabajo de explotación situado en la margen izquierda del río, a unos 200 m al ESE de la casa del señor José Hehn, quien se encargaba del mismo. En ese punto la acumulación se presenta con el siguiente perfil: *estéril*, 14 m de espesor; *llampo* de 0,70 m y un *plan* constituido por esquistos micáceos granatíferos bastante alterados, y con rumbo de la esquistosidad paralelo al rumbo de la corriente.

El trabajo constaba de 500 m<sup>2</sup> de superficie, siendo necesario extraer, por lo tanto, 7.000 m<sup>3</sup> de estéril y 350 m<sup>3</sup> de llampo. Se extrajo además, hasta 0,40 m de plan, es decir 200 m<sup>3</sup>. En resumen, se efectuó un movimiento de 7.550 m<sup>3</sup>, de los cuales se lavó un manto de 0,70 m de espesor (0,30 m de llampo y 0,40 m de plan), o sea 350 m<sup>3</sup> de material. La ley de oro por cada metro cúbico de este último material fué de 6,171 g.

Considerando que fueron lavados 350 m<sup>3</sup> y se extrajeron 7.550 m<sup>3</sup> (aluvión y plan), la ley de esa porción del aluvión es de 0,284 g. Au/M<sup>3</sup>.

#### ENSAYOS DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio efectuados sobre algunas muestras extraídas de los depósitos auríferos aluvionales, constan de los siguientes análisis: *granulométrico* y *mineralógico-petrográfico*. Su desarrollo está supeditado a una cierta técnica que varía sensiblemente de acuerdo al tipo de sedimento y para la cual no existen métodos delimitados y estrictos; aunque sí líneas generales de tratamiento, las que son necesarias contemplar. En las generalidades de este capítulo describiremos el método seguido, el cual a menudo se relaciona estrictamente con el valor de las conclusiones obtenidas.

ANÁLISIS MECÁNICO. — La primera condición en este análisis, para considerar conclusiones de cierto valor, se refiere a la extracción de la muestra en su depósito original. Para ello se toman, o bien puntos equidistantes en el mismo depósito, o, lugares característicos a lo largo de un río, poniéndose en evidencia en los resultados la concomitancia del análisis granulométrico con las características (lisiográficas o estructurales) de la corriente. En el caso de la serie de Muestras A (fig. 8), aquellas extraídas después de la afluencia de una nueva corriente muestra modificaciones en su selección, acusables por las curvas de sus análisis respectivos (figs. 9 y 10).

La segunda condición es el cuarteo de la muestra en el lugar mismo de extracción; se toman para ello de 40 a 50 kg de llampo y se cuarteo hasta 1 kg aproximadamente.

Una vez en el laboratorio, se lava con agua con el objeto de separar las partículas finas de los guijarros mayores, se seca y se separa con el tamiz Tyler n° 8 (2,380 mm). Esto último se efectúa con todas las muestras del llampo, con el objeto de obtener un material uniforme sobre el que se practicará un lavado más estricto. Se procede luego a un cuarteo sobre el material que ha pasado, hasta obtener una muestra que oscile entre los 15 y 35 g. El análisis granulométrico no exige mayor cantidad, siempre que se trabaje con cuidado; además, la preservación de los tamicos aconseja utilizar aún muestras de menor peso.

Luego se procede a la desintegración del sedimento con el objeto de obtener el *grano fundamental*; para ello se utiliza una solución décimo-normal de hidróxido de sodio, dejándola actuar durante 10 ó 15 días. Transcurrido este tiempo, una observación del material al microscopio binocular nos indica si el proceso es completo. Luego se lava hasta extirpar totalmente el hidróxido de sodio y al mismo tiempo se extrae por decantación el material fino (menor de 75  $\mu$ ). En todas las muestras utilizadas, salvo la de estéril, este material es despreciado, puesto que, teniendo en cuenta el acarreo netamente torrencial del llampo, tales tamaños han sido aportados generalmente por corrientes aéreas; tal es la causa por la cual no pueden considerarse para la selección.

En el caso del estéril, debido a su condición de sedimento eólico, el mayor porcentaje de acarreo está precisamente debajo de ese tamaño como lo podemos observar en la muestra A IX (ver fig. 7); en ella entre los tamicos T. 200 a 270 (74  $\mu$  · 21  $\mu$ ) hay un 13,25 %, y del material menor de T. 270, un 17,60 %. Es decir, que entre los dos suman una tercera parte de la muestra. Por lo tanto, el material decantado es necesario considerarlo y controlar el tamaño del grano que se extrae en él.

Para la discusión de los análisis granulométricos en la serie A de muestras, utilizo el esquema de Boswell.

mayor que 2 mm .....	grava
1,00-12,00 » .....	arena muy gruesa
0,50- 1,00 » .....	arena gruesa
0,25- 0,50 » .....	arena media
* 0,10- 0,25 » .....	arena fina
0,05- 0,10 » .....	arena muy fina y «silt» grueso

ANÁLISIS PETROGRÁFICO Y MINERALÓGICO. — Al Microscopio Bino-  
cular : El reconocimiento de los granos, ya sea roca o minerales, en este  
aparato y considerado como proceso previo al estudio con el microscopio  
polarizante, es de óptimos resultados. Permite, después de algo de prác-  
tica, una determinación expeditiva del tipo de roca que constituye el  
grano. En caso de que sea mineral, tal determinación es más dificultosa,  
en especial si no se presenta idiomorfo ; siendo imprescindible su deter-  
minación en base a las constantes ópticas y con ayuda del microscopio  
polarizante.

El procedimiento seguido con este aparato fué el siguiente : en cada  
muestra se observaron todos los parciales obtenidos en el análisis gran-  
ulométrico, de tal manera de ir constatando las variaciones en la con-  
stitución de los granos, a medida que disminuye el tamaño de los mismos.

Como consideraciones generales se puede afirmar que : los granos dis-  
puestos entre los tamaños 2362  $\mu$ -295  $\mu$  son preferentemente de rocas ;  
los de menor tamaño, de minerales. Lógicamente que existe un pase  
gradual, tanto en la desaparición de los granos-rocas como en la apari-  
ción de los granos-minerales. Se ha podido comprobar también una va-  
riación en la constitución de los granos minerales relacionada con el ta-  
maño ; los minerales pesados son más frecuentes en tamaños pequeños,  
especialmente debajo los 104  $\mu$ .

Es de notar en este punto que los granos-rocas denominados en la  
serie de muestras A como *pegmatita* son aquellos granos formados de  
cuarzo ; o cuarzo, mica y a veces turmalina ; como las rocas de la región  
son andesitas y traquiandesitas y micacitas finas, los granos de cuarzo  
de ese tamaño (entre tamiz Tyler N<sup>os</sup> 9, 12 y tamaños menores) perte-  
necen a pegmatitas.

Al Microscopio Polarizante : Para determinar la constitución minera-  
lógica de los granos con este aparato, es necesario una preparación  
previa del material a analizar. Dicha preparación consta de los pasos  
siguientes :

1<sup>o</sup> *Elección del tamaño adecuado* : el tamaño óptimo del grano a anali-  
zar está sujeto a los factores siguientes :

a) que presente secciones sin dificultad para observar sus constantes  
ópticas (especialmente el tipo de elipsoide óptico y su signo); las figuras  
de interferencia son muy difíciles de obtener en los especímenes gran-  
des y en los muy chicos. Como los minerales de estos aluviones son

generalmente poco arrastrados, se presentan con su forma cristalina original y por lo tanto se apoyan siempre en caras determinadas sobre la preparación microscópica. En tal posición, el espesor del grano es una relación constante con las demás medidas cristalográficas, que controlan el paso del cristal por un tamiz determinado; por lo tanto, si se obtiene una cara con superficie suficiente como para obtener una buena figura de interferencia, puede molestar el espesor que presenta el grano en esa posición. Es decir que, si se utiliza material que pasa por tamiz de malla grande, molesta el espesor, y de malla muy chica, falta superficie;

b) que presente la mayor frecuencia de minerales pesados.

Teniendo en cuenta los dos factores citados: a) y b), hemos comprobado que para este sedimento el *tamaño óptimo* es el de los granos retenidos entre los tamices T. 170 y T. 200 (en caso de que sea poco el material obtenido, se le puede agregar el parcial entre los T. 150 y T. 170).

2° *Separación en base al peso específico*: este paso es el de uso universal y por medio del cual se delimitan notablemente los componentes minerales.

Se realiza con la ayuda de líquidos pesados, entendiéndose por tales a los líquidos de densidad mayor de 1. El que se utiliza comúnmente y de más bajo precio es el Bromoformo, con densidad 2,90 (químicamente puro). Existen otros líquidos, como el Tetracloruro de carbono ( $d = 1,57$ ); Ioduro de metileno ( $d = 3,33$ ); Formiato y malonato de Talio ( $d = 4,7$  a  $50^{\circ}$  C), etc., pero todos ellos difíciles de obtener y algunos tóxicos. El bromoformo comercial utilizado es de densidad 2,88.

Esta separación delimita perfectamente el cuarzo, feldespato, biotita, grafito y en parte muscovita, dejándolos en la porción liviana. La muscovita a menudo pasa al pesado; es de notar que su densidad varía de 2,77 a 3,00. En el caso que nos ocupa, casi toda la muscovita que pasa a la porción pesada lleva incluida magnetita, zircón o rutilo.

La marcha seguida para este proceso fué la siguiente: se lava el material a separar por densidad (delimitado entre los tamaños  $88\mu$  y  $74\mu$ ) con ácido clorhídrico diluido (este paso extirpa la hematita y limonita que enmascaran los granos y que hacen pesados a minerales livianos), preferentemente en frío, durante 24 horas. La separación fué efectuada con el « Separador de Clérical ».

3° *Determinación de los componentes mineralógicos con el microscopio polarizante*: cuando las características cristalográficas y las comunes ópticas no fueron suficientes para su determinación, se utilizaron líquidos de distinto índice de refracción.

4° *Fijación del material*: conocida la composición del sedimento, fué fijado con bálsamo de Canadá.

SERIE DE MUESTRAS A (fig. 8).— Son una sucesión de muestras extraídas desde el nacimiento de Arroyo de Juan Bravo, al pie de la Piedra Ga-

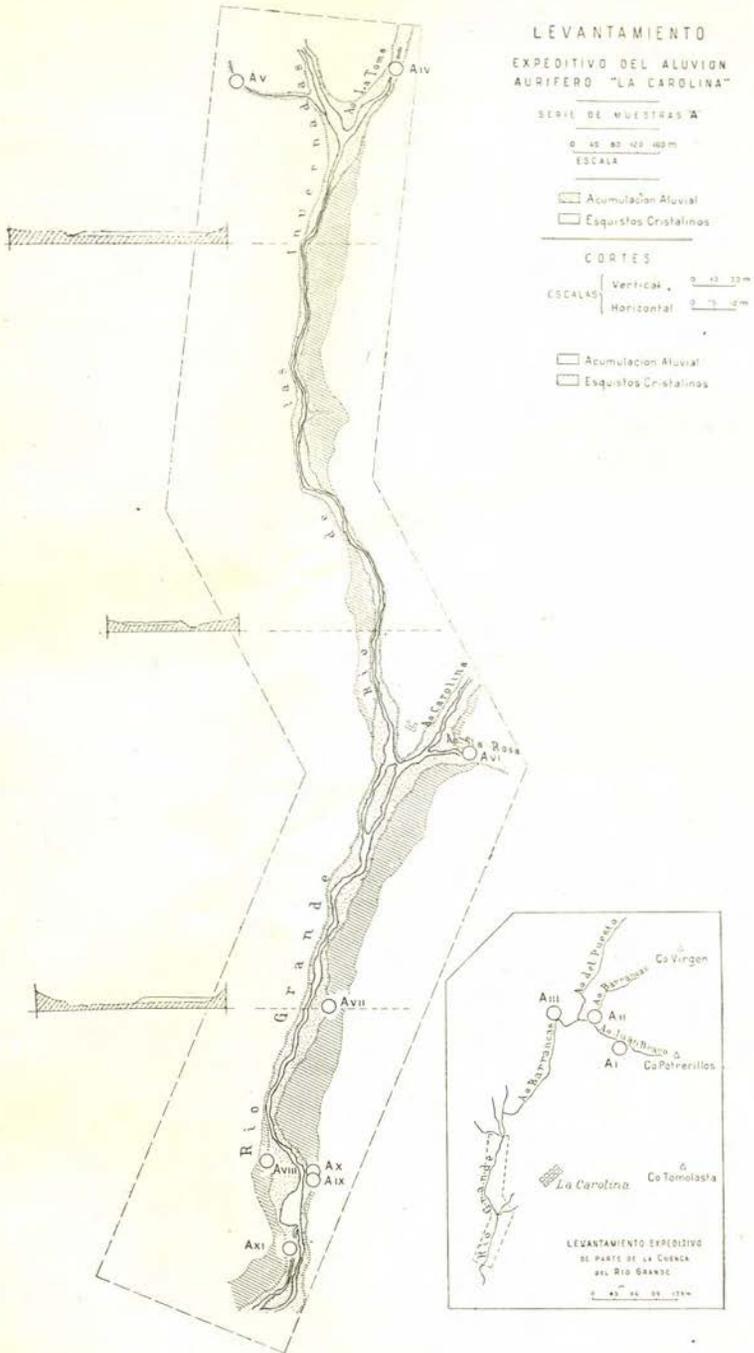


Figura 8

teada (falda oeste del Cerro Potrerillo), hasta su confluencia con el Río de las Invernadas y luego, aguas abajo, hasta el aluvión La Carolina.

La muestra A-I fué extraída en la misma naciente del Arroyo Juan Bravo; la A-II en el lugar donde la corriente disminuye de gradiente y recibe como afluente el Arroyo Barrancas; este arroyo nace en la falda NW del mismo cerro Potrerillo y afluye al anterior con un rumbo N-55° E.

Doscientos metros aguas abajo afluye el Arroyo del Puesto que llega con un rumbo N-5° W y que nace en la falda S del Cerro La Virgen; después de esta confluencia fué extraída la A-III.

Toda esta corriente desemboca con rumbo Sur al Arroyo La Toma y después de 400 m se llega al Río de las Invernadas; antes de esta última confluencia, sobre el Arroyo La Toma fué extraída la muestra A-IV.

Estas cuatro muestras fueron obtenidas en el lecho mismo de la corriente. Es de notar que durante todo el curso hasta este punto no existe ninguna acumulación aluvional.

La muestra A-V (llampo 0,80 m) es de un arroyo que confluye con el Río de las Invernadas y el de La Toma; corresponde estrictamente al ambiente de la base cristalina (ver fig. 11).

La A-VI proviene del Arroyo Santa Rosa, cerca de su confluencia con el Río Grande, extraída de un pozo de pirquinero (llampo 0,90 m) este arroyo nace en la falda Oeste del Cerro Tomolasta.

Las muestras A-VII, A-VIII, A-X y A-XI corresponden al propio aluvión La Carolina; todas fueron extraídas en el llampo, que allí posee espesores de 1 m a 1,20 m. La última fué obtenida en el trabajo de un pirquinero que en esa época lavaba con buenos resultados.

La A-IX es una muestra de estéril y sacada en el mismo pozo de la A-X.

Las descripciones mineralógicas-petrográficas e histogramas granulométricos de cada una de las muestras citadas, han sido resumidas en los cuadros subsiguientes.

*Cuadro final interpretativo de los análisis granulométricos.* — Observemos, en primer lugar, las figuras 9 y 10 donde se han distribuido en dos cuadros las *curvas acumulativas y de frecuencia* correspondientes a los análisis de la Serie A de muestras. Tales curvas tienen, en líneas generales, una semejanza que las identifica como pertenecientes todas a un régimen de corriente determinado. En efecto, corresponde a un tipo de arrastre fluvio-torrencial; en especial las cuatro primeras, donde la selección es poca y supeditada en todo momento a variaciones actuales del torrente. Es de notar que estas muestras fueron extraídas en el mismo lecho actual.

La curva de la muestra A-I, típicamente eluvial y sin selección, es cortada por la de la A-II (fig. 9) la cual, aunque no se extrajo lejos de

la anterior, presenta ya una estabilización en el tamaño de sus componentes gruesos. La muestra A-III vuelve a modificarse en su granulometría, sin duda influenciada por el aporte del Arroyo del Puesto y por la curva que en ese punto afecta el río. En condiciones semejantes fué extraída la A-IV y no varía sensiblemente con respecto a la anterior.

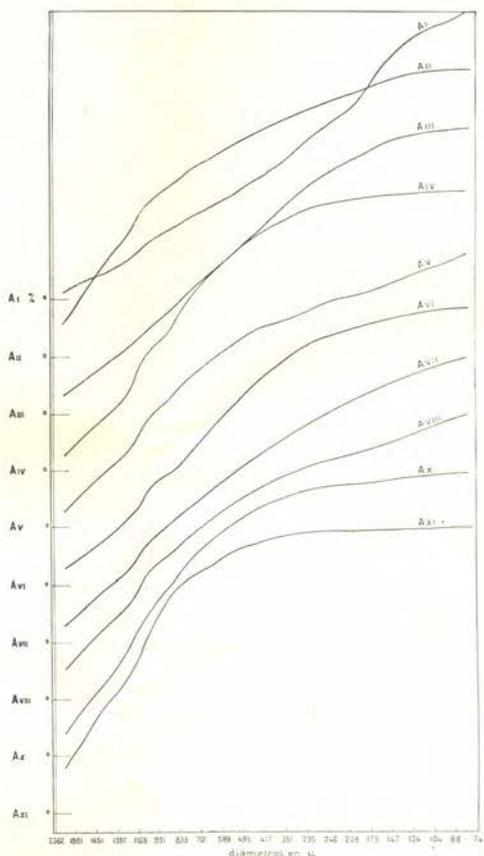


Fig. 9. — Curvas acumulativas de la serie de muestras « A »

Las muestras A-V y A-VI, aunque obtenidas en distintos arroyos que afluyen al sistema, se encuentran ya dentro de acumulaciones aluvionales y sus características son semejantes a las últimas muestras de la serie.

Observando las curvas correspondientes a A-VII, A-VIII, A-X y A-XI las vemos como típicas del aluvión, y las pequeñas modificaciones que se distinguen son solamente motivadas por su posición dentro del depósito. Estas modificaciones corresponden a un aumento paulatino en las selecciones respectivas, desde la muestra A-VII hasta la A-XI.

En las *curvas de frecuencia* la mayor característica lo constituye el modo 1168-991 $\mu$  que se observa en todas las muestras de oro: O-I (Peñón Colorado) y O-II (Río de la Cañada Honda, ver lámina I), situada a considerable distancia del Río Grande y la primera de ellas en la vertiente norte.

Clasificamos entonces a estos sedimentos como: *depósitos de cabecera de ríos* y con una *característica modal* dispuesta entre las aberturas 1168-991 $\mu$  de los tamices Tyler.

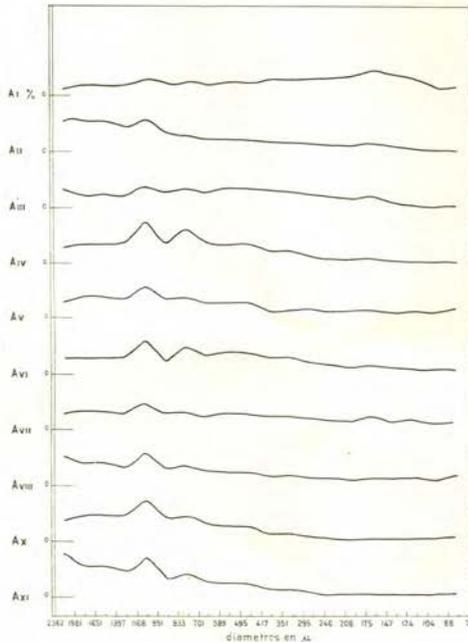


Fig. 10. — Curvas de frecuencia de la serie de muestras « A »

*Cuadro final interpretativo de la composición petrográfica y mineralógica.* — El cuadro comparativo (fig. 11) se refiere a cuatro muestras de la serie, correspondiendo las tres primeras a aportes de distintas unidades de la red imbrífera que originan al Río Grande:

La A-I cruza dos ambientes: el del basamento cristalino (micacitas finas y pegmatitas) y el de las efusiones terciarias (traquiandesitas). Como esta muestra fué extraída muy próximo al límite de ambos, se observa la frecuencia mayor de rocas traquiandesíticas; al mismo tiempo en los minerales se nota un porcentaje elevado de turmalina y de muscovita. El primer mineral debe interpretarse como perteneciente, en gran parte, a las relaciones metasomáticas de la roca efusiva con las micacitas, puesto que en la A-V, donde esta roca no se presenta, encontramos también la menor proporción de turmalina. En cuanto a la mus-

covita, su alta frecuencia es debida al poco arrastre del material y por lo tanto a la mejor conservación de este mineral, especialmente cuando lleva incluido magnetita, que es cuando adquiere la categoría de mineral pesado. También el rutilo disminuye en las otras muestras.

En la A-V la composición petrográfica es exclusivamente de micacitas finas y pegmatitas; esto es explicable si observamos su ubicación en la geología regional (plano de ubicación, ver fig. 11). Su principal influencia en los minerales es: *aumento* de hornblenda común, magnetita y pistacita y notable *disminución* de turmalina y rutilo.

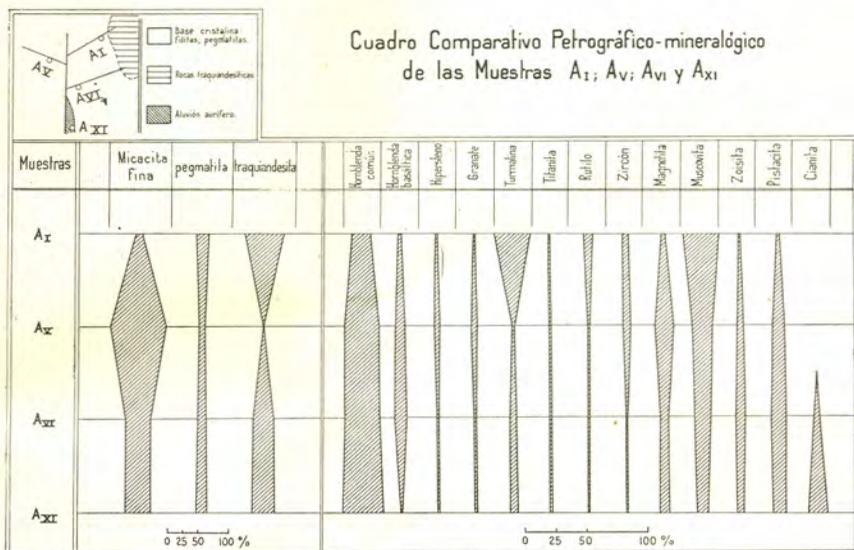


Figura 11

La muestra A-VI aporte del ambiente « cristalino-efusivo », al igual que la muestra A-I no acusa variaciones notables. Es de notar que esta corriente es la portadora de magnetita cristalizada en octaedros perfectos, la que ha sido comprobada como perteneciente a la traquiandesita. Es notable, además, que este río es el único portador de *cianita*.

El aporte de estas tres corrientes: Arroyo Barrancas-La Toma, el arroyo de la muestra A-V y el Arroyo Santa Rosa, se ve reflejado en cierto modo en la composición del aluvión aurífero representado por la muestra A-XI. Su principal característica es el aumento en la proporción de cianita y de hornblenda común; los otros minerales han disminuido en general su proporción, especialmente la hornblenda basáltica.

Se aclara que, aunque hemos unido entre sí los minerales de las distintas muestras en este cuadro comparativo, ello no debe interpretarse como un intento de correlación entre ellas, puesto que pertenecen a distintos aportes. Esta unión fué efectuada solamente con el objeto de mos-

trar más gráficamente las discrepancias de frecuencia. En realidad, las tres primeras muestras deberían afluir juntas a un mismo punto del gráfico y de allí derivar la A-XI; aunque para ello falta el control estricto del cuarto aporte (no estudiado) representado por el Río de Las Invernadas y su cuenca de cabecera.

**ORO ALUVIONAL.** — Desarrollaremos en este punto las diversas características del oro aluvional, principalmente su distribución granulométrica.

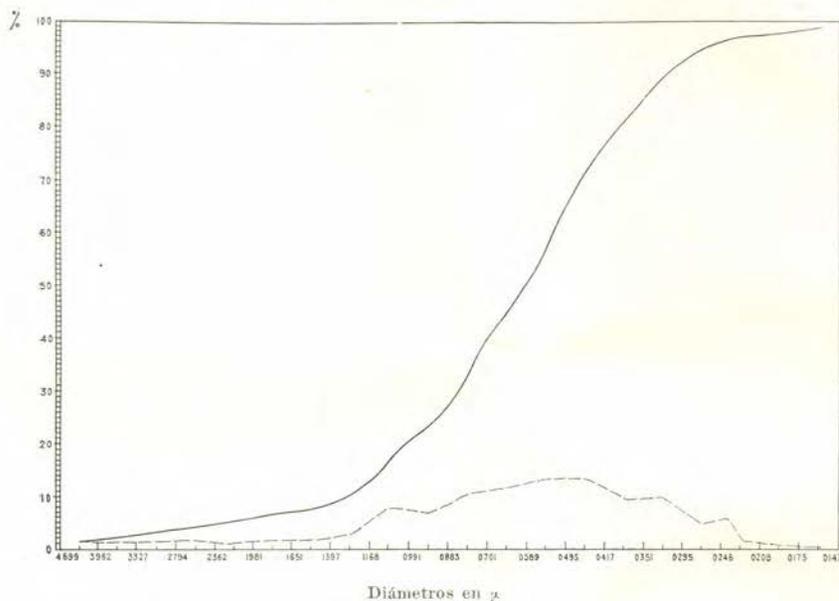


Fig. 12. — Análisis granulométrico de la muestra O-I (oro aluvional). Curva de frecuencia (línea cortada) y curva acumulativa (línea entera)

trica y sus características objetivas. Para tal fin se han utilizado dos muestras: O-I y O-II. La primera extraída en el aluvión «Peñón Colorado» (vertiente norte) y la segunda en el Río de la Cañada Honda (vertiente sur, ver lám. I), en ambos casos el oro fué extraído por mineros de la región y beneficiado con canaletas («Sluice»).

*Muestra O-I. — Análisis granulométrico:* Esta muestra presenta su mayor frecuencia entre los tamaños 1168-246 $\mu$ , sin distinguirse un aumento discrepante entre ellos (ver fig. 12) aunque sí una leve proporción mayor entre los 495-417 $\mu$ . La selección se puede considerar intensa aunque con amplitud más o menos grande en su frecuencia.

La curva acumulativa corresponde siempre a un tipo de arrastre fluvial, pero que no es comparable, en ningún momento, con las curvas correspondientes a las muestras de la serie A; en éstas se observa una proporción mucho mayor de material grueso. Esto es fácilmente expli-

cable si tenemos presente que la muestra O-I corresponde a un río de la vertiente norte, cuyas características las hemos observado en las Generalidades de este capítulo y que discrepan notablemente con las de la vertiente sur. Estas discrepancias están puestas de relieve por la poca pendiente de la vertiente norte y la mayor pendiente de la sur (ver fig. 4).

*Muestra O-II. — Análisis granulométrico :* Compárense los resultados de este análisis (ver fig. 13) con los de la muestra A-XI (figs. 9 y 10) y no se observarán diferencias entre ellos. Se recuerda que dicha muestra es la última extraída en el aluvión La Carolina y la representativa de esa acumulación.

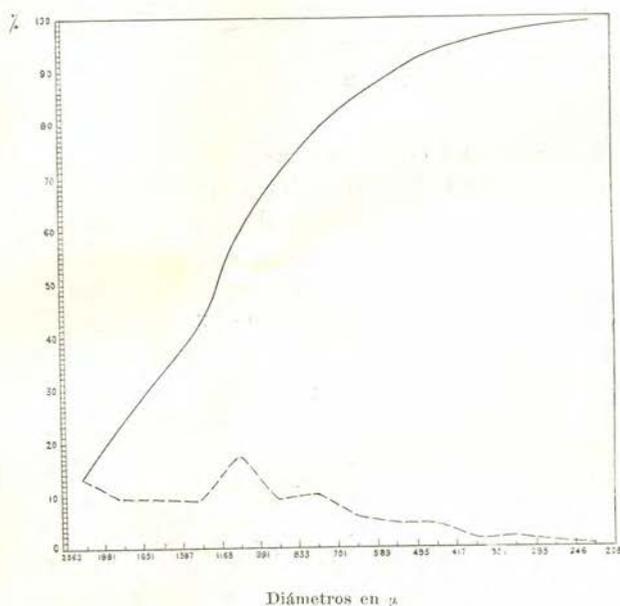


Fig. 13. — Análisis granulométrico de la muestra O-II (oro aluvional).  
Curva de frecuencia (línea cortada) y curva acumulativa (línea entera)

Es de notar también que las dos, tanto la O-II como la A XI, fueron extraídas en corrientes de la vertiente sur. Y aunque la primera es de oro y la segunda de material del llampo (roca y minerales), su semejanza en las curvas (de frecuencia y acumulativa) es notable.

Esto implica que cualquier trabajo de explotación que se encare deberá tener en consideración estas frecuencias granulométricas, tanto de oro como de rocas y minerales.

*Observación al microscopio binocular.* — En general las pepitas se presentan bastante ramificadas y con ramas entrelazadas de dos tipos : 1° ramas grandes, generalmente cilíndricas y largas ; este tipo predomina en el aluvión de Cañada Honda ; 2° ramas chatas y cortas que alter-

nan con ramas finas, de secciones cilíndricas, con ensanchamiento en el mismo recorrido de la rama o al final de ella (Peñón Colorado).

El arrollamiento de las ramas determinan *pepitas compactas*. Esta es una de las características más interesantes en el oro aluvional de esta zona. En la figura 14, el 1 representa una pepita aparentemente compacta y con oquedades rellenas de arcilla hematítica y 2 representa la misma pepita, pero desmembrada bajo el microscopio binocular con ayuda de una aguja. En este caso es una sola rama, pero se observaron pepitas compactas formadas por varias ramas originarias.

#### ENRIQUECIMIENTO SECUNDARIO. CRECIMIENTO MECÁNICO DE LAS PEPITAS

La acción química de las aguas superficiales sobre las vetas metalíferas, es un hecho con efectos bien conocidos. El enriquecimiento secundario de diversos minerales, entre ellos

el oro, en la zona de oxidación de tales manifestaciones mineralizadas, es una prueba de ello. Por tanto es posible que dichas soluciones « may pass from de vein-fissures, which often act as the drainage channels of the region, to the rock surface, and finally, into overlaying soils and gravels » (13). Este es el principio del enriquecimiento secundario, que sale así del campo de las vetas metalíferas, donde es reconocidamente válido, para extender su aplicación al más discutido de las acumulaciones aluvionales. La frase de Maclaren transcripta, es el argumento fundamental de los autores que apoyan la teoría química para el crecimiento de las pepitas de oro en los



Fig. 14. — 1, Pepita compacta ; 2, la misma pepita, desmembrada

placers. Pero ante ella se levanta el sólido escollo interpuesto por todos aquellos que creen que aguas de carácter ácido no pueden recorrer largo camino en la superficie sin tornarse neutras o alcalinas, perdiendo así el oro llevado en solución. Y esta opinión es sustentada por autoridades tan conocidas como Lindgren.

El mismo Maclaren (pág. 81) expone además los hechos manifestados por geólogos australianos sobre este tema, resumiéndolos así : « a) Wilkinson, great masses of solid homogeneous gold comparable in size to

nuggets are rare in veins; b) *Gelwyn*, The purity of alluvial gold is always greater than that of the neighbouring veins; c) *Uhlrich*, gold nuggets are often frosted with fine gold on their surface; d) *Daintree*, pyrites replacing organic matter in alluvial drifts is often auriferous; e) *Skey*, Laboratory experiments have shown that gold is readily soluble in reagents that may well be supposed to exist in nature». Es evidente que tales hechos constituyen un fuerte apoyo a la teoría química.

La existencia común de grandes pepas, observadas en los aluviones de todo el mundo, y la escasez de masas de oro de tamaño semejante en las vetas, es quizá uno de los primeros hechos que sugirieron el crecimiento de las pepitas en su mismo lugar de deposición. Esta simple observación y a partir de la cual sin duda se derivaron los prolijos estudios posteriores, fué puesta muy pocas veces en duda; y en esos casos con argumentos como el siguiente: que en muchas vetas se hallaron masas de oro con abundante cuarzo incluído; una vez extraído este cuarzo se obtuvieron masas de oro cuyo peso resultó semejante al de las mayores pepas encontradas (v. g. vetas de Hilend Golfield, New South Wales). Se concluyó que este procedimiento de extracción de cuarzo, en lo que al oro aluvional se refiere, bien puede efectuarse durante el acarreo del mismo en el proceso sedimentario. El argumento parece razonable, aunque teórico.

Ahora bien, los estudios practicados sobre el oro del aluvión de «Peñón Colorado» descrito en páginas anteriores, ha demostrado la existencia de pepitas formadas por una o varias láminas de oro ramiforme, arrolladas entre sí durante su transporte aluvial. Este hecho nos permite afirmar que el *crecimiento de las pepitas* puede llevarse a cabo por un *medio esencialmente mecánico*. Tal afirmación abre un interrogante sobre la operancia del argumento de Wilkinson, como pilar de la teoría del crecimiento químico.

De cualquier manera, la controversia existente sobre las teorías referidas al crecimiento de las pepitas en el aluvión, es muy antigua y queda todavía en pie. En general, la teoría química fué y es sustentada por los geólogos australianos y británicos, cuyos argumentos han sido puestos de relieve más arriba. Los que sostienen la teoría detrítica (especialmente autores norteamericanos) afirman que el tamaño de las pepas en el aluvión es el mismo que tuvieron cuando fueron depositadas. Emmons, cuyas conclusiones representan, en cierto modo, la opinión norteamericana de los últimos tiempos, dice: «It was once believed that some of the nuggets of placer deposits were formed by deposition of gold...», afirmando más adelante, «Studies of nuggets give little support to this belief» (5).

La última palabra sobre este debatido y complejo problema no ha sido dicha aún.

**Summary.** — This paper deals with the prospecting of alluvial gold deposits in the central part of the Sierras of the province of San Luis; they are spread over an area of about 80 square miles.

The zone is made up of three geological units : *a)* « crystalline basement » of uncertain age, which may range from pre-Cambrian to early Paleozoic, composed crystalline schists and granitic intrusives with their corresponding dike-rocks; deposits of rich tungsten ores, beryl and mica are related to them; *b)* Miocene volcanic rocks (trachy-andesites) to which gold veins, usually carrying also lead, silver and zinc, are related; *c)* alluvial gold deposits whose age is thought to be late Pliocene.

Alluvial deposits are found within two different basins separated by a divide along which tertiary volcanics are distributed. Deposits of the northern basin are wide but rather thin, whereas those of the southern basin are relatively narrow and thick. The latter are the most important from an economic viewpoint.

Following Milner's classification they all are considered as alluvial deposits related to present river systems and having low terraces with bed-rock approximately on level of stream bed. In vertical sections they generally show : *a)* bed-rock (crystalline schists, pegmatites or tertiary volcanics); *b)* pay-dirt (gravel and sand); *c)* overburden (aeolian sediments, in places with interbedded false bed-rock).

Size analyses of pay-dirt sands clearly suggest a torrential deposition. A puzzling feature is the typical « 1168 $\mu$ -991 $\mu$  » mode they always show. Heavy minerals associated with gold are : hornblende (both common and basaltic varieties), muscovite, sphene, zoizite, epidote and kyanite.

Gold occurs in nuggets that have been transported only a short distance. They are apparently massive, but microscopic study shows them to be formed by several fragments (either foliated-dendritic or rod-like) intimately interlacing one another. This fact proves that nuggets can grow by means of an essentially mechanical process.

#### LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. ANGELELLI, V., 1941. *Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la República Argentina*. Bol. n° 50, Dir. Minas y Geología, Bs. As.
2. BARRIE, G., 1910. *Informe sobre el estado de la minería en la provincia de San Luis*. An. Minist. Agric., Sec. Geol. Mineral. y Miner., IV, n° 3, Bs. As.
3. BORDAS, A. F., 1934. *Los fósiles de la Cantera Santa Isabel, Provincia de San Luis*. Rev. Minera, VI, n° 4, Bs. As.
4. BURMEISTER, C., 1934-35. *El oro de la sierra de San Luis*. Rev. Minera, VI, n°s 3-4, VII, n°s 1-2, Bs. As.
5. EMMONS, W. H., 1937. *Gold Deposits of the World with a Section on Prospecting*. N. York.
6. FRENGUELLI, J., 1922. *Edad del Loess Pampeano dentro del Ciclo Glacial-interglacial*. « Prometeo », Rev. Cen. Estud. Univ. Paraná, I, n° 16, Paraná.
7. GEZ, J. W., 1933-39. *Geografía de la Provincia de San Luis*. Bs. As.

8. GERTH, E., 1914. *Constitución Geológica, Hidrogeología y Minerales de Aplicación de la Provincia de San Luis*. An. Minis. Agric. (Sec. Geol. Mineral. y Miner.), X, n° 2, Bs. As.
9. GROEBER, P., 1936. *Oscilaciones de clima en la Argentina desde el Plioceno*. Rev. Centr. Est. C. Naturales, I, Bs. As.
10. GUIÑAZÚ, R., 1938. *Antiguos Hogares de la Provincia de San Luis*. Rev. Geográf. Americ., XXIX, Bs. As.
11. KITTL, L., 1934-36. *Estudios Geológicos de la Provincia de San Luis, especialmente sobre Volcanes Terciarios*. An. Mus. Argent. de Cienc. Naturales « B. Rivadavia », XXXVIII, Bs. As.
12. LALLEMANT, A., 1875. *Apuntes sobre la geognosia de la Sierra de San Luis*. Act. Acad. Nac. de Córdoba, I, Córdoba.
13. MACLAREN, M. J., 1908. *Gold: Its geological occurrence and geographical distribution*. London.
14. MILNER, H. B. and RAEBURN, C. 1927. *Alluvial Prospecting*. London.
15. PASTORE, F., 1945. *Mapa Geológico de la República Argentina, Hoja 23-g, San Francisco (San Luis)*. Dir. Minas y Geol., Bs. As.
16. SABIN, J., 1936. *Mining of Placers in Cañada Honda, Argentina*. Mining and Metallurgy, May, New York.