

Homage to the author

MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS, GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA

BOLETIN N.º 11

Serie B. (Geología)

INFORME

sobre las causas que han producido las crecientes del Río Colorado

(Territorios del Neuquén y La Pampa) en 1914

FOR EL

Dr. PABLO GROEBER

GEÓLOGO



BUENOS AIRES

TALLERES GRÁFICOS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN

1916

BOLETINES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS,
GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA

NÚMEROS PUBLICADOS

- N.º 1 — Serie A (Minas) — «Instrucciones para la presentación y tramitación de solicitudes mineras».
- N.º 2 — Serie A (Minas) — Estadística Minera de la República — Año 1910.
- N.º 3 — Serie A (Minas) — Estadística Minera de la República — Año 1911.
- N.º 4 — Serie A (Minas) — Estadística Minera de la República — Año 1912.
- N.º 5 — Serie A (Minas) — Estadística Minera de la República — Año 1913.
- N.º 6 — Serie A (Minas) — «Informe sobre el estado de la exploración y explotación de los yacimientos petrolíferos del distrito minero de Comodoro Rivadavia», por el ingeniero Fernando De Pedroso.
- N.º 7 — Serie A (Minas) — Estadística Minera de la República — Año 1914.
- N.º 1 — Serie B (Geología) — «Sobre la presencia del rético en la costa patagónica», por el Dr. G. Delhaes.
- N.º 2 — Serie B. (Geología) — «Algunas observaciones sobre rocas notables, provenientes de Olavarría (Prov. de B. Aires)», por el Dr. Helge Backlund.
- N.º 3 — Serie B. (Geología) — «Las vetas con Magnetita (Martita) y las de Wolframita de la pendiente occidental del Cerro del Morro (Prov. de San Luis)», por el Dr. Roberto Beder.
- N.º 4 — Serie B. (Geología) — «Investigaciones hidrogeológicas de los valles de Chapalcó y Quehué y sus alrededores (Gobernación de la Pampa)», por el Dr. Richard Stappenbeck.
- N.º 5 — Serie B (Geología) — «Informe preliminar sobre un viaje de investiga-

ción geológica a las provincias de Corrientes y Entre Ríos», por el Dr. Guido Bonarelli y el Sr. Juan J. Nágera.

- N.º 6 — Serie B. (Geología) — «Apuntes hidrogeológicos sobre el Sud-Este de la provincia de Mendoza», por el Dr. Richard Stappenbeck.
- N.º 7 — Serie B (Geología) — «Las cales cristalino granulosas de la Sierra de Córdoba y sus fenómenos de contacto», por el Dr. Roberto Beder.
- N.º 8 — Serie B. (Geología) — «Estudios geográficos en las altas cordilleras de San Juan», por el Dr. F. Kühn.
- N.º 9 — Serie B (Geología) — «La estructura geológica y los yacimientos petrolíferos del Distrito Minero de Orán, provincia de Salta», por el Dr. Guido Bonarelli.
- N.º 10 — Serie B (Geología) — «Contribución a la petrografía de la Precordillera y del Pie de Palo», por el Dr. Otto Stieglitz.
- N.º 11 — Serie B (Geología) — «Informe sobre las causas que han producido las crecientes del Río Colorado (Territorio del Neuquén y La Pampa) en 1914», por el Dr. Pablo Groeber.
- N.º 1 — Serie C (Hidrología y Perforaciones) — «El Servicio de Perforaciones en la República Argentina», por Juan R. Montes de Oca, Sub-director General.
- N.º 1 — Serie D (Química Mineral y Aguas Minerales) — «Aguas Minerales de la Provincia de San Juan», por el Dr. M. de Thierry.

* Indica que la edición está agotada.

MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS, GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA

BOLETIN N.º 11

Serie B. (Geología)

INFORME

sobre las causas que han producido las crecientes del Río Colorado

(Territorios del Neuquén y La Pampa) en 1914

POR EL

Dr. PABLO GROEBER

GEÓLOGO



BUENOS AIRES

TALLERES GRÁFICOS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN

Buenos Aires, Septiembre 17 de 1915.

A. S. E. el Señor Ministro de Agricultura, Dr. Horacio Calderón

S. D.

Señor Ministro:

Tengo el honor de elevar a V. E. solicitando su publicación en el Boletín de esta Dirección General, el informe presentado por el geólogo doctor Pablo Groeber, sobre las causas que provocaron la última desastrosa creciente del Río Colorado.

Cúmpleme hacer presente a V. E., que una copia de dicho informe ha sido remitida al señor Director General de Territorios Nacionales, a fin de que dicho funcionario pueda apoyar en él la gestión iniciada ante los Ministerios del Interior y de Obras Públicas para prevenir nuevas desgracias.

Saludo a V. E. con toda consideración.

(Fdo.) E. HERMITTE
Director General.

INFORME

sobre las causas que han producido las crecientes del Río Colorado en 1914

(Territorios del Neuquén y La Pampa)

El desastre del Colorado es debido a la rotura del dique natural del Lago Carri-Lauquén (verde-lago) que se encuentra en la Alta Cordillera interrumpiendo el curso del Río Barrancas que, junto con el Grande, forma el Río Colorado.

El lago se ha vaciado casi por completo en una sola noche; la cantidad de agua que se precipitó por el Barrancas y el Colorado ha sido muy considerable. De los 21 $\frac{1}{2}$ km. de largo que tenía el lago, solo le quedan 5,6 km. y la superficie bajó 95 metros más o menos.

Desde la desembocadura anterior hasta la actual, el fondo del lago baja paulatinamente formando un plano levemente inclinado. La forma sumamente irregular de las orillas y la pendiente muy variable de los costados impide un cálculo exacto de la cantidad de agua que perdió el lago. Para obtener datos exactos se requeriría un levantamiento minucioso en escala grande (por ejemplo 1:1000), trabajo que costaría mucho tiempo y dinero y no estaría en relación con la importancia del resultado.

| | Longitud | Profundidad media | Ancho medio | Capacidad en millones | Total millones |
|--|----------|-------------------|-------------|-----------------------|----------------|
| | Km. | Mts. | Km. | m ² | m ³ |
| Parte superior, desde la desembocadura anterior hasta la actual..... | 15,5 | 47,5 | 1,5 | 1104.375 | 1100 |
| Bahía del Arroyo del Domuyo..... | 2,8 | * | 0,5 | 66.500 | 70 |
| Parte inferior, desde la nueva desembocadura hasta la salida del Barrancas (mitad de la parte sud ensanchada del receptáculo)..... | 5,4 | 95,0 | 1,0 | 523.000 | 525 |
| Parte desde la desembocadura del arroyo Coyocho hasta la salida del Barrancas (otra mitad de la misma parte Sud)..... | 5,0 | 60,0 | 1,0 | 300.000 | 300 |

Total m³ 1995 millones.

Resulta que la cantidad de agua que formó la creciente se puede estimar en 2.000 millones de metros cúbicos aproximadamente. Siempre hay que tomar en cuenta que todas estas cifras son muy poco exactas y que especialmente el ancho medio se basa solamente sobre apreciaciones.

Siempre basta para dar una idea concreta de la magnitud del desastre que debe haber ocasionado tanta cantidad de agua que pasó en pocas horas por un valle bastante estrecho.

Consecuencias:

Me ha sido posible observar las consecuencias de la creciente sólo en algunas partes, porque he tenido que empezar el viaje a fines de Marzo y ya en Abril la estación es tan desfavorable en aquella parte de la Alta Cordillera, que el tiempo opone serios obstáculos al viajero, llegando hasta hacer peligrar la vida. Por consiguiente, yo no tenía libertad de acción y tuve que limitarme al estudio del lago mismo. Por otra parte, los valles de los ríos Barrancas y Colorado, especialmente el primero, son transitables en muy pocas partes, con extensión muy reducida. Pero mi conocimiento anterior de la región me permitió constatar en poco tiempo las modificaciones sufridas en el Barrancas y en la parte superior del Colorado.

Desde el lago hasta la Puerta de Domu-Có, en una distancia de 12 kilómetros, el Río Barrancas corre en un valle sumamente estrecho, cuyos flancos parados se levantan a 2.000 metros sobre el lecho del río. Apenas abajo del lago, en el flanco izquierdo se extiende, hasta el arroyo Quili-Malal, un terreno que sube paulatinamente hacia las bardas y que está tapado por productos arcillosos procedentes de descomposición de las piedras caídas de las bardas de Yonqui-Ehue. Esta cubierta parece haber perdido su base o substrato por la acción de la creciente, porque presenta tres largas hendiduras a lo largo de las cuales se ha separado en tres grandes trozos que parece que de un momento a otro se deslizarán al fondo del valle del Barrancas. Volveré a tratar de las perspectivas que ofrece este hecho en otro capítulo y me limito solamente a mencionar que toda travesía por esta parte tiene serios peligros para los que quieran cruzarla o pasar a su pie.

La creciente trajo tal cantidad de piedras, que pasando por la desembocadura del Arroyo Quili-Malal al valle del Barrancas, obstruyó a éste con bloques y rodados, de modo que tras de esta barricada se formó una pequeña lagunita de 200 metros de largo más o menos, que tiene unos 25 metros de ancho y pocos metros de profundidad.

No he visto la parte inferior del cajón hasta la «Puerta de Domu-Có». Pero es un hecho que todo este trozo quedó intransitable por los desmoronamientos que se producen continuamente en los conos de deyección que descienden de las bardas de los flancos. Poco a poco se va subsanando esto con el restablecimiento paulatino del equilibrio, que necesitará muchísimos años. Los cultivos que los moradores habían hecho en pequeña escala, fueron destruidos en todo el curso del Barrancas. Frente a la junta del arroyo Guara-Có con el río, los cultivos tenían cierta extensión, pero desaparecieron todos. También han sufrido mucho las comisarias de ambos lados del Río Barrancas. En el rincón de la comisaría mendocina había antes como una legua de campo regable, unas cuantas hectáreas alfalfadas, alrededor de diez casas, maizales, árboles, etc.; de todo esto no quedaron rastros. La creciente comió rápidamente, ensanchando su lecho, los depósitos en ambas orillas y movió la barranca hacia la roca firme de los flancos del valle que allí apenas tienen 100 metros de altura sobre el lecho del río. En el lado mendocino el agua llegó hasta la roca firme, dejando sus rastros al pie

de las faldas. La comisaría ha desaparecido y donde había un campo fértil, hoy se extiende el pedregullo. Sin haber visto la comisaría antes no es posible formarse una idea de lo que pasó, porque ahora todo parece sencillamente el cauce de un río muy torrentoso, que hubiese tenido este aspecto.

Lo mismo pasó con la Comisaría del lado del Neuquén; la mayor parte de los potreros, alamedas y casas han desaparecido; estos se hallaban en el cono de deyección de un arroyito que nace en la falda del valle. De este el río dejó solamente la parte más elevada y en ella dos potreros, unos pocos árboles y algunas casas que se habían hecho al abrigo de la falda.

Entre las comisarias y la junta del Barrancas con el Río Grande, había todavía gran extensión de tierra cultivable, que actualmente ya no existe. Desde un punto elevado se vé muy bien cómo invadió la creciente al valle del Río Grande, que desde allí se llama Colorado, devastando todo. En ambos lados del Colorado había caminos; quedaron inutilizables donde no desaparecieron y el suelo cultivable fué eliminado. Así sigue el estado aguas abajo. En el paso de Las Bardas había una estancia, «La Marguerita», que era la vanguardia del progreso en aquella región. De los centenares de hectáreas de alfalfa, de las casas y demás trabajos apreciables, no queda nada; todo se lo llevó el agua en la misma forma que las comisarias mencionadas. Igual suerte tocó a todos los recodos, que tenían en esta parte del Colorado una tierra preciosa. Los rincones cultivables eran lo único que daba algún valor a aquella región, en que fuera del lecho del río se extiende el desierto. El pedregullo estéril ocupa ahora el único suelo que daba esperanzas para el desarrollo económico ulterior de aquella región. Antes de que se formen nuevos depósitos de tierra en los rincones tienen que pasar muchísimos años, sino siglos. Sería entonces muy meritorio efectuar trabajos, para acelerar el procedimiento de regeneración de los retazos fértiles, forzando al río a correr despacio en partes elegidas, de manera que pierda la gran cantidad de tierra que continuamente arrastra (véase el final del presente informe). No he tenido tiempo de informarme sobre lo que aconteció en la parte media del curso del río, pero no cabe duda que no será menos grave que en la región vista por mí. Los sucesos en la parte inferior del río los conocemos por las noticias de los diarios, de modo que no me parece necesario repetir esos detalles. Solo menciono que la violencia de la creciente se aminoró poco a poco en dirección aguas abajo e igualmente se disminuyeron los estragos. Un hecho digno de mención es, que estos estragos fueron compensados en cierto modo por la aparición de tierra preciosa en el fondo del antiguo lago, compuesto por depósitos finos, arenoso-arcillosos en una extensión de 16 kms. más o menos y de un ancho de 1 km.

Para poder comprender las razones del desastre, debemos saber cuáles eran los acontecimientos que han dado lugar a la formación del Lago Carri-Lauquén: es decir, conocer la historia del lago, lo que parece a primera vista una tarea puramente científica.

En la Cordillera, como en todo el mundo, hay razones muy variadas para la formación de lagos. Estos se forman:

A) Aguas arriba de las morenas frontales o de la terminación de un glacial de valle extinguido.

B) En la superficie irregular de grandes escoriales de lava.

C) Por embalse de valles debido: 1) a escoriales; 2) a derrumbes de las faldas de los valles.

La comparación de la configuración del Lago Carri-Lauquén con los lagos formadas por las causas arriba mencionadas, nos permitirá comprender su formación.

A) En las sierras altas, como la Cordillera de los Andes, la formación de los lagos se debe en gran proporción a la época diluviana, que está intercalada entre la presente y la gran época terciaria y que representa un corto episodio que, aunque de poca duración (en sentido geológico), ha dejado sus rastros característicos en todas las sierras del mundo que alcanzaron cierta altura. En esta época la nieve descendió a alturas mucho más bajas que las que hoy constituyen su límite inferior, porque la temperatura media de 0° ocupó menores alturas que actualmente, y entonces también la cantidad de la nieve que caía era mayor. Se amontonó la nieve en mayor extensión, así que ahora se observan los indicios de la antigua glaciación en valles donde hoy día no se mantienen manchas persistentes de nieve ni en los cerros más altos que los rodean. El sistema de desagüe en que se estableció la glaciación con su nieve persistente en las cumbres y las largas lenguas de los glaciales en los valles, ha sido más o menos el mismo que el actual; es decir, principió a formarse, se acentuó y se detalló en épocas anteriores a la época diluviana, que representa un estadio pasajero en la historia del sistema de desagüe aun persistente.

La formación del sistema del desagüe de una región depende de su historia geológica. No es aquí el lugar apropiado para entrar en explicaciones a este respecto. Una sierra se forma por el levantamiento de una parte de la corteza terrestre. Las aguas corren de las cumbres hacia las partes bajas, buscándose camino por las líneas de mayor pendiente. La acción continúa del agua origina valles en la roca, los que en el transcurso del tiempo aumentan de profundidad. El agua lleva consigo los rodados y materiales finos, que han sido arrancados por ella de la roca o que provienen de material de descomposición. Ambos fenómenos, tanto la acción del agua como la descomposición, afectan más las rocas blandas que las consistentes. La diferencia de resistencia y la estructura geológica, ocasionan las sinuosidades de los cursos de los ríos y arroyos. Innumerables cuevas y cuchillas bajan de los flancos al fondo del valle y penetran en él en todas partes, como espuelas. La lámina 1 da una idea de un paisaje debido a la acción de la erosión del agua corriente. En otra ocasión habrá que recurrir a estas explicaciones.

Una sierra cortada y surcada por el agua corriente, sufre una modificación de su relieve cuando es afectada por una glaciación. La nieve, que se amontona en las regiones en que la acumulación supera al derretimiento, se mueve paulatinamente hacia abajo; estas corrientes de nieve, que poco a poco se transforma en hielo, se juntan y avanzan lentamente hacia el valle principal, donde forman un glacial grande,

que se extiende mucho en la zona de derretimiento. En la época diluviana había ventisqueros de centenares de kilómetros de largo; hoy solamente en las altísimas sierras del Asia Central se encuentran todavía glaciales gigantescos de 70 a 100 km. de largo. A su terminación el glacial da lugar a un río, chico y angosto si es comparado con la masa de aquél, ambos tienen el mismo caudal, pero el río corre velozmente mientras que el hielo se mueve con mucha lentitud.

Mientras que la acción erosiva de los ríos y arroyos es casi lineal y la menor diferencia en la resistencia de la roca se hace sentir en la escultura de las superficies de las sierras, el ventisquero con su masa compacta modifica considerablemente estas superficies. Además, ensancha los valles, por sus costados corta pendientes rápidas, y saca los obstáculos que se oponen a su paso, especialmente las terminaciones de las cuevas y cuchillas que bajan de los flancos del valle, en la forma que indica la lámina III. Los ventisqueros simplifican entonces los cursos de los valles preexistentes con sus innumerables vueltas.

Un ventisquero empuja y arrastra grandes masas de piedras, que ha arrancado de la roca o que, como productos de la descomposición, han caído en él. Donde termina el ventisquero, en su frente y en los lados, hay una masa grande de piedras, que se llaman morenas laterales y frontales.

Al fin de la época diluviana se retiraron los ventisqueros y atrás de las morenas frontales, que cerraron los valles y que muchas veces tenían varios centenares de metros de altura, se estacionó el agua formando lagos, que en muchos casos persisten aún. En la lámina IV se ve un lago de este origen. El espacio que ocupó antes el ventisquero, atrás de la morena, ahora está lleno de agua, haciendo resaltar más los rastros característicos dejados por el hielo; los flancos abruptos del lago, la curva suave de su lecho y la presencia de morenas laterales y especialmente la morena frontal, aparte de la gran cantidad de rastros de glaciación en las sierras adyacentes, cuyo detalle no podemos explicar aquí por no estar directamente relacionados con nuestra cuestión.

Comparando las vistas y el plano del Lago Carri-Lauquén como era antes del desastre (Lám. V) con la Lám. IV y su pequeño mapa correspondiente, se observan diferencias notables. Los flancos del Carri-Lauquén no muestran ningún indicio del trabajo del hielo, una infinidad de cuevas y cuestitas bajan a su lecho, dando al lago (como era antes del desastre) una forma sumamente irregular. Hay que excluir entonces la idea de que el lago se haya formado en un valle glacial cerrado por la morena. El dique natural es muy parecido a una morena, porque está compuesta de bloques grandes y chicos, pero la forma del valle que ocupa el lago excluye tal interpretación.

B) Muchas veces en la Cordillera hay lagunitas de poca extensión y de forma más o menos circular, que llenan las depresiones que se han formado en las superficies de grandes escoriales de lava de mucha edad; éstas generalmente no tienen ni afluentes ni salida visible, y en la mayoría de los casos no son persistentes, especialmente en un clima tan seco como el que reina en la Cordillera. No se necesita entrar en ma-

yores detalles para comprender que en nuestro caso no se trata de cosa semejante.

C) El tercer caso que tenemos que examinar, es la obstrucción de valles preformados por la acción de las aguas corrientes (véase párrafo I). El factor obstruyente puede ser un escorial de lava, proveniente de un volcán vecino o de un desmoronamiento de los flancos del valle, si es angosto y de costados suficientemente inclinados con respecto a la horizontal. Una vez establecido el obstáculo, tras de él se formará un lago. Su agua llegará hasta la altura del dique e inundará toda la parte superior del valle cuyo fondo no sobrepase el nivel alcanzado por el obstáculo. La orilla del lago dibujará una isohypsa (línea de nivel) en el paisaje, que hace resaltar la gran complicación del relieve de los costados del valle inundado, la que se debe a la acción de las aguas corrientes superficiales. El lago tendrá innumerable cantidad de golfos de muy variada magnitud, donde el agua embalsada inunda el valle de un afluyente lateral y otros tantos cabos formados por las cuevas y cuchillas que bajan de los costados del valle.

La comparación del Lago Carri-Lauquén con un plano y una vista teórica (II), nos muestra la completa conformidad de ambos.

El dique del lago se compone de bloques de diferentes tamaños, desde varios metros cúbicos hasta muy chicos, lo que prueba que no ha sido formado por un escorial de lava (además no hay ningún volcán en esta región), sino por un desmoronamiento de un cerro. Desde el mismo dique se vé, en el costado occidental del valle, el lugar de donde se separó la masa que cayó al fondo del cajón del Barrancas, lám. VI. Es casi imposible calcular la cantidad de rocas que se derrumbó. Para que el lector pueda formarse una idea, basta mencionar que la masa antes del derrumbe se encontraba entre 1600 y 2600 metros de altura sobre el nivel del mar, con una extensión frontal de 4 a 5 kilómetros y otro tanto de fondo. En el dibujo que acompaña estas páginas y que representa el lugar del desmoronamiento, se ve que el pie de la barda que quedó está envuelto en un gran cono de deyección. Esto prueba que la barda y con ella el desmoronamiento son muy antiguos.

Se trata pues de lo siguiente: durante una época muy larga, cuyo principio remonta a la época terciaria, el Río Barrancas ha excavado un cajón estrecho y hondo. El fondo del valle era solamente un poco más ancho que el mismo río y sus flancos formaron, y forman todavía, bardas de pendientes muy «colgadas» (pronunciadas) de 1000 a 2000 metros de altura relativa. El cajón tenía todos los caracteres de un valle de erosión (véase más arriba). En este cajón cayó la citada masa y obstruyó el curso del Río Barrancas. Como el dique alcanzaba a 1,500 metros más o menos, sobre el nivel del mar, la superficie del agua subió hasta esta altura llenando el valle en poco tiempo. Una vez llegada el agua hasta esta altura, pasó por el punto más bajo del dique y, saltando por los bloques del mismo se precipitó al fondo de la parte inferior del cajón. La fuerte pendiente del dique le daba gran velocidad, habilitándole de la energía suficiente para llevar piedras y bloques al pie del dique. Alcanzando el fondo del cajón el río perdió la violencia de su

corriente, así que luego le faltó fuerza para llevar consigo tanta cantidad de rodados depositándolos entonces en un vasto cono de deyección fluvial (1), que alcanzó más o menos hasta en frente de la desembocadura del arroyo Quili-Malal en el Barrancas. Este cono se mantuvo muy bien conservado hasta el día de la rotura del dique, pero ahora ha desaparecido completamente; esto prueba que no han precedido otros desastres del alcance del recién sufrido (Comp. parr. de consecuencias). Es seguro, sin embargo, que la superficie del agua ha sido más elevada y que la laguna ha perdido agua desde el tiempo de su formación, porque el río en su salida se ha cortado un lecho en el dique y lo ha profundizado con el tiempo. Y en verdad se encuentran algunos rastros de terrazas viejas, conservadas en muy pocos puntos, que están más o menos 5-10 metros arriba de la terraza que ha formado el lago tal como era antes de la evacuación de sus aguas.

Las terrazas de lagos se forman de la manera siguiente:

Desde los flancos de los valles de erosión bajan los conos de deyección formados de los bloques y piedras, que la descomposición subaérea separa de la roca firme y caen hacia abajo. Esta corriente de piedras sueltas está apoyada sobre la roca firme; su superficie forma un cono con un ángulo de base de 25°-30°. Su inclinación siempre tiene el ángulo mayor posible, así cuando se saca una piedra, u otra nueva cae encima, empieza un movimiento de una gran parte de las piedras hacia abajo hasta que se restablece el equilibrio.

Examinemos ahora el caso, cuando en un valle de erosión, con sus conos de deyección regulares, se establece un lago.

La parte sumergida del cono de deyección queda protegida por el agua cuya presión lateral sujeta sus piedras y permite a su superficie alcanzar mayores ángulos de inclinación.

En cambio, el movimiento de la superficie del agua del lago, que siempre está agitada, corta una terraza en el cono de deyección, comiendo paulatinamente piedrita por piedrita. Esta incesante acción del agua perturba continuamente el equilibrio en el cono de deyección, que pierde poco a poco su base y disminuye continuamente hasta que desaparece. Al mismo tiempo la terraza habrá llegado hasta la roca firme. Las piedras del cono son alteradas por la descomposición aérea, que ayuda al agua que trabaja en el mismo sentido, y son arrastradas a la pendiente de la terraza; cierta cantidad no baja hasta el fondo, sino que queda depositada en la pendiente de la terraza, aumentando poco a poco su ángulo de inclinación; solamente, cuando esta ha llegado a su máximo posible, empiezan a caer los restos de las piedras del cono hasta el fondo del lago (2). Una terraza se desarrolla a la altura de la superficie de una laguna e indica después de la desaparición de ésta, hasta que punto alcanzó su nivel. El Lago Carri-Lauquén tenía en toda su circunferencia una terraza muy bien desarrollada que alcan-

(1) Un cono de deyección que se forma de piedras que caen de las bardas tiene un ángulo de inclinación de 25 a 30°, según el material de que está formado; mientras que un cono de deyección fluvial tiene su superficie inclinada de 2 a 5° y raras veces hasta de 10 grados.

(2) En los conos de deyección a veces crecen arbustos que por el nuevo movimiento de aquellos son arrastrados para llegar hasta la terraza mezclados con tierra y piedras. Asimismo, pueden incorporarse en esa misma forma otros arbustos o vegetación proveniente de sitios veci-

zaba a 2 y hasta 5 metros de ancho. Cuando visité el lago después del desastre, la terraza todavía era visible en todas partes, pero ya se había derrumbado en muchos puntos, porque la presión del agua, que le había permitido tener una pendiente muy rápida, había cesado de repente; con el tiempo tiene que desaparecer; su destrucción será acelerada por la acción del agua de las grandes lluvias que se precipita por los numerosos cañadones y ríos secos. Los dibujos de las láminas VII y VIII permiten ver la terraza en varias partes de la laguna ahora desaparecida. Cuando el lago llenaba todavía su lecho, todos los conos de deyección que estaban formándose, usando la terraza como base, fueron destruidos desde el principio por la acción de las olas. Ahora se han amontonado sin ser estorbados, aumentando continuamente en tamaño y peso, hasta que llegue el momento en que la terraza no pueda aguantar más la carga y se desplome.

Ahora la terraza ofrece serios peligros para los que se sirven de ella como camino cómodo y parejo, por su inestabilidad causada por los factores citados. Hay que mencionar otra transformación que sufre un valle ahogado por la presencia del agua estacionada en él. El lago, que invade con su agua tranquila los valles de los afluentes, detiene los arroyos, que una vez perdida la corriente pierden su carga y la depositan. Los rodados más grandes son depositados primeros, y cuanto más chicos son tanto más lejos llegan; el detritus fino queda en suspensión y se deposita poco a poco en el fondo del lago. El cono de deyección fluvial avanza paulatinamente hacia el lago, así que se forma un delta. Los depósitos finos se sedimentan solamente en el espacio ocupado por el lago, mientras que los rodados llegan tan solo hasta la misma orilla de ésta. En un delta encontraremos, entonces, debajo de la capa superior de rodados, los depósitos finos, que quedaron allí cuando el delta tenía menos extensión. En el delta de la desembocadura del Río Barrancas del tiempo precedente al desastre, se ha podido observar que el río corría sobre depósitos finos, en un espacio de 2 km. más o menos, habiéndose cortado en ellos unas barranquitas de 2-3 metros. Lo mismo observamos en la antigua desembocadura del Arroyo del Domuyo y, en mucha menor escala, en el Arroyo Ruca-Milío y otros. Como los depósitos finos se forman solamente en agua tranquila, es evidente que el lago debe haberse retirado algo, bajando su nivel de 5 a 10 metros aproximadamente. Desde entonces hasta ahora no debe haber transcurrido mucho tiempo, porque los ríos no han alcanzado todavía a llevar al lago este material fino descubierto, que se mueve muy fácilmente, y tampoco han alcanzado a tapar con rodados lo que dejaron intacto por encontrarse en menor altura que el nuevo nivel del lago y por consiguiente fuera de la zona de acción del

nos. Llevados estos materiales a la pendiente de la terraza muchas veces no flotan, sino que caen o se deslizan cuesta abajo, así que en ciertas partes las pendientes de las terrazas se llenan de troncos. Después del agotamiento del lago, los moradores observaron la presencia de raíces de árboles en el fondo del lago y llegaron con esta observación a la conclusión de que el lago es de formación muy reciente. Pero en el mismo fondo no hay raíces de árboles, sino solamente estos troncos o palos que en un solo caso, en la confluencia de los arroyos Domuyo y Barrancas, también ocupan un corto espacio al pie de la pendiente de la terraza en el fondo de la laguna.

agua corriente. Deben encontrarse entonces todavía los restos de terrazas en mayor altura que la terraza de que recién hemos hablado, y en verdad, en algunos pocos puntos, especialmente en la región de la lagunita de Quinchi-Lauquén, (1) he podido observar dos terrazas, una de 5 metros y la otra de 10 metros más arriba de la terraza abandonada durante la evacuación de la laguna. Es este el único lugar donde se han conservado estas terrazas, porque en ningún otro punto se presentan tan suaves las pendientes que bajan a la laguna. En todas las demás partes las terrazas correspondientes a diferentes alturas de la laguna fueron destruidas en poco tiempo, así como va a sucumbir también dentro de pocos años, la linda terraza últimamente abandonada, que tuvo poca duración, como resulta de las observaciones hechas en el delta del Río Barrancas y los afluentes del lago extinguido.

La disminución de la altura del agua del lago se debe, como hemos visto, a la acción del agua que sale de él por encima del dique; esta agua corre rápidamente cuesta abajo originando un zanjón en la pendiente del dique; este zanjón con el tiempo se hace más profundo y avanza poco a poco, aguas arriba en dirección al lago, estrechando y debilitando el dique en la línea atacada por la acción del agua. Por último, llega el momento en que la presión del agua del lago vence la resistencia del obstáculo en el punto en que fué mayormente debilitado, rompe parte de ésta y una cierta cantidad de agua encuentra salida, bajando así el nivel del lago. Esto se pudo producir en un solo golpe de derrumbe o en varios menores y sucesivos. La ausencia completa de indicios de desastres anteriores en el valle inferior del Barrancas hace suponer que la pérdida de agua que sufrió el lago en el pasado se haya producido por unos cuantos pequeños golpes. Pero siempre debe haberse efectuado con tanta rapidez, que quedaron descubiertas grandes extensiones de depósitos de fondo de material fino. Si el agua se hubiera retirado suficientemente despacio para que los afluentes hubieran tenido el tiempo necesario para recubrir esas extensiones con rodados, estos rodados se hubieran extendido hasta la misma orilla de la laguna y no habría quedado en los deltas la zona de depósitos finos que se encuentran hoy cortadas por barranquitas.

La salida del lago parece haber sido siempre la misma de ahora y la pérdida de agua siempre se efectuó por esta misma salida. El resto del dique ha permanecido casi intacto desde el tiempo de su formación.

El reciente desagüe del lago es entonces solamente una repetición de anteriores acontecimientos similares, pero que no adquirieron proporciones desastrosas.

Es muy fácil la reconstrucción del desastre y sus causas. El río, en su salida del lago, siempre profundizó su lecho disminuyendo el espesor del dique, pero, como antes, solamente se limitó al trecho

(1) Esta lagunita que ahora ha perdido su agua, se encontraba cerca de la terminación sur del Lago Carri-Lauquén, del cual estaba separada por una barrera de 2 metros de altura y de unos 10 metros de ancho; se trataba de un golfo del Lago Carri-Lauquén debido a la inundación de la cañada de un afluente del valle principal que viene de las bardas de Vonqui-Ehué.

angosto del río. Al final, probablemente, la salida del río estaba obstruida tan solo por algunos bloques grandes capaces de oponerse a la presión del agua del lago, como en tiempos normales.

En la primavera de 1914 (la primavera llega tarde a la alta Cordillera, en noviembre o diciembre) se derritieron las masas de nieve, que habían caído en extraordinaria cantidad en el invierno anterior; según la información de los pobladores de aquella región; todos los arroyos que yo conocí antes como muy «mansos» y que nunca ofrecieron dificultades para cruzarlos, habían perdido sus vados. La extraordinaria cantidad de agua que afluyó al lago aumentó e hizo subir considerablemente su superficie: la presión que entonces se ejerció sobre los obstáculos, en la salida del río, fué demasiado grande y en un momento dado quebrantó su resistencia. Una vez en movimiento, la masa de agua excavó cada vez más el lecho del río, hasta que el empuje de la avalancha volvió a ser compatible con la resistencia del dique, debido a que este aumenta en ancho tanto más cuanto se avanza hacia su base. Las demás partes del dique no han sido afectadas.

Hasta los días en que visité el lago, persistió la garganta angosta, hecha por la misma agua. Tiene 250 metros de largo y una profundidad de algo más de 100 metros. El material que compone sus flancos, consiste en bloques de todos tamaños, cimentados por tierra (arcilla); cuando este cemento está seco consolida entre sí a los bloques, pero mojado sirve como material lubricante.

Cuando he visto este canal, la pendiente de sus costados era de 50° y su fondo no tenía más ancho que el del río. La destrucción de los flancos del canal debe producirse dentro de poco tiempo. El río come la parte inferior de las pendientes, que así pierden poco a poco su base de apoyo, y la tierra y los bloques deslizarán hacia abajo. Las lluvias, que en esta región caen principalmente en invierno, mojarán la tierra, facilitando así la caída de los flancos del canal, que tiene una pendiente demasiado fuerte para que su material pueda mantenerse por mucho tiempo, aún sin que hayan nuevos factores que tiendan a destruirlas. Se puede prever entonces que durante este invierno se derrumbará gran parte de los flancos, de manera que se va a obstruir la salida del río. Es probable, que la cantidad de tierra y roca que llenará el canal será suficiente para que la corriente no pueda llevar esta masa con su empuje. Resulta que la superficie de la laguna tiene que subir nuevamente. No se puede prever si esto se producirá ya en este invierno, pero según lo que precede es bastante probable.

Cuando en la primavera se derrita la nieve en las cabeceras de los arroyos tributarios del Barrancas, aumentará de repente el agua del lago y con ella la presión, que probablemente será suficiente para arrastrar el obstáculo que se hubiere formado durante el invierno, produciéndose entonces otra creciente. La época crítica será durante los meses de noviembre o diciembre. La creciente no alcanzará proporciones tan grandes como la última, porque el lecho del canal de la salida del río no se podrá llenar hasta la misma altura que tenía anteriormente, pues la última creciente ha sacado demasiado material; resulta de esto que

la nueva creciente no podrá llenar el cauce de la anterior. Los daños que puede hacer no serán grandes, porque ya se ha destruído todo lo que había de cultivado o de cultivable, pero hay excepciones, que son las reconstrucciones de las obras destruídas en el curso inferior del Río Colorado, la línea del ferro-carril, su puente y un puente de Pichi-Mahuida. Es posible también, que la nueva creciente en uno u otro punto tomará un nuevo rumbo atacando a trechos dejados indemnes por el último gran desastre (1). Aunque no se puede precisar la fecha de una nueva desgracia, siempre parece prudente hacer a tiempo algunas obras de defensa, es decir en el principio de la primavera.

También es posible que los derrumbes de los costados sean parciales y tan pequeños que el río mismo sea capaz de limpiar su lecho, durante la caída de obstáculos de los flancos. Pero durante muchos años persistirá la posibilidad de un nuevo desastre, hasta que la pendiente de los flancos haya llegado a una inclinación de 10-15° y hasta que el lecho del río, tenga en su salida el doble o el triple de su ancho actual.

Me parece, pues, más prudente tomar medidas preventivas. El mejor procedimiento será: dirigir las obras en el mismo sentido en que tiende a trabajar la naturaleza, es decir, ensanchar el lecho del canal y suavizar sus pendientes hasta 10-15° de inclinación. Además, este trabajo tiene la ventaja de ser el más económico de los tres diferentes que sería posible hacer. Se podría, por ejemplo, reconstruir el dique de la laguna hasta la altura que tenía anteriormente, para poder aprovechar la gran represa de agua que ofrece la naturaleza para los cultivos que talvez, se podrán hacer en el futuro, en el Río Colorado; pero ya hemos visto que no queda casi nada de los lindos rincones que existían anteriormente, y para lo poco que queda todavía en el curso inferior del río se tendrá suficiente riego con el agua que trae permanentemente el Colorado. Los gastos de tal obra no estarían en relación con el beneficio que pudiera producir, y además, siempre el dique iba a quedar en peligro de romperse otra vez, porque no es posible asentarlos en la roca firme.

También se podría excavar el canal de la salida hasta desecar el lago; este trabajo sería más costoso, pero dejaría libre de agua otra parte de tierra cultivable que se ha depositado en el lecho de la laguna. El área de la superficie cultivable que se ganaría alcanzará alrededor de legua y media, sino más, de la tierra preciosa de los depósitos finos. Falta saber qué profundidad máxima tendrá el resto de la laguna y donde hay que buscarla, para poder indicar cuantos metros cúbicos de tierra habrá que mover. Por no disponer de un hote, no he po-

(1) También la línea del F. C. S. que une Fortín Uno con Río Colorado, se encuentra a pocos pasos del lecho del río y de la barranca dejada por la última creciente, que se compone de tierra blanda. El río corre sobre roca firme (granito) que tiene sobrepuesta una capa delgada de tierra y arena. En muchos puntos la superficie de la roca firme tiene una pendiente hacia el sud. De este modo, en el caso de una nueva creciente, el agua atacará la orilla sud del río y concentrando su violencia a este lado sacará la tierra y destruirá nuevamente la línea.

dido medir y buscar directamente la parte más profunda, así que debo aproximarme a la verdad con conclusiones basadas sobre otras observaciones. Sabemos, que el Lago Carri-Lauquén es una parte ahogada del valle del río Barrancas. Este río ha cortado su lecho en la roca firme de la sierra y su acción ha durado bastante tiempo, pues casi ha regularizado la superficie de la pendiente de su lecho, es decir, que la inclinación del fondo del valle es muy regular y tiene un ángulo muy pequeño. Si trazamos entonces una línea recta desde el punto en que actualmente el río abandona la roca firme, pasando por encima de los rodados de su delta, que había formado en su desembocadura en la laguna ahora desaparecida, hasta el punto donde al pie del dique y del cono de deyección fluvial toca nuevamente la roca firme, obtenemos el perfil que tenía el fondo del lago cuando se formó. Tenía pues su mayor profundidad inmediatamente al pie norte del dique; el primer tiempo, después de la formación de la laguna era de 150 metros más o menos (suponiendo que en esta época la superficie haya estado unos 10 metros encima de la que tenía antes del desastre).

Ahora, después de la salida de las aguas del lago, se ve que el antiguo valle está lleno de depósitos finos, traídos por los afluentes del lago (Comp. lám. VII, VIII). Hemos visto más arriba que solamente los materiales finos son transportados hasta el mismo lago, quedando en suspensión. La mayor parte de ellos se deposita cerca de la desembocadura de los afluentes; en el fondo de los lagos hay una corriente muy suave en dirección hacia la salida, pero suficiente para levantar nuevamente los depósitos y llevarlos lentamente agua abajo, distribuyéndolos por todo el fondo del lago. Por esta razón los depósitos finos, que llevan el lecho del Lago Carri-Lauquén, forman un plano levemente inclinado, que ahora está al descubierto hasta llegar al lago que quedó como sobreviviente del gran desastre. No se puede ver, entonces, si dicho plano continúa con la misma inclinación hasta el dique. Pero hay un indicio, según el cual la profundidad del lago no puede ser muy grande; las aguas del Río Barrancas aumentadas por las del Arroyo del Domuyo, llevan consigo una gran cantidad de material fino que levantan de los depósitos.

Lo que queda del Lago Carri-Lauquén todavía es bastante extenso, alcanza a cerca de 6 kms. de largo y 1 a 2 kms. de ancho. No obstante su gran extensión superficial, el agua es muy turbia y el río sale de él casi tan turbio como a su entrada. De este hecho resulta, que toda el agua del lago está en movimiento hasta la salida; este movimiento es bastante lento para no ser observable a simple vista, pero debe ser suficiente para no dar tiempo al material en suspensión para depositarse. Es fácil que el agua en su movimiento, levante una parte de los depósitos del fondo del lago restante. De esto se desprende que su profundidad no puede ser muy grande y parece probable que el plano inclinado formado por los depósitos finos, continúe hasta el dique con la pendiente anterior. Entonces, la mayor profundidad del lago actual debe hallarse cerca del dique, llegando a unos 20-30 metros.

Si entonces se hacen las excavaciones en el canal de salida, de 20 a 30 metros, se va a desagotar el lago que aun existe. También en

este caso habrá que dar a las faldas del canal una pendiente de 10 a 15 grados, así que aumentará considerablemente el trabajo con la mayor cantidad de movimiento de tierra.

En esta ocasión no quiero omitir de comunicar algunas observaciones interesantes que, aunque no sean de valor inmediato para nuestras deducciones, son dignas de mencionarse. Se trata de la masa de los depósitos finos, para cuya formación hay que atribuir la mayor importancia a los afluentes de la laguna.

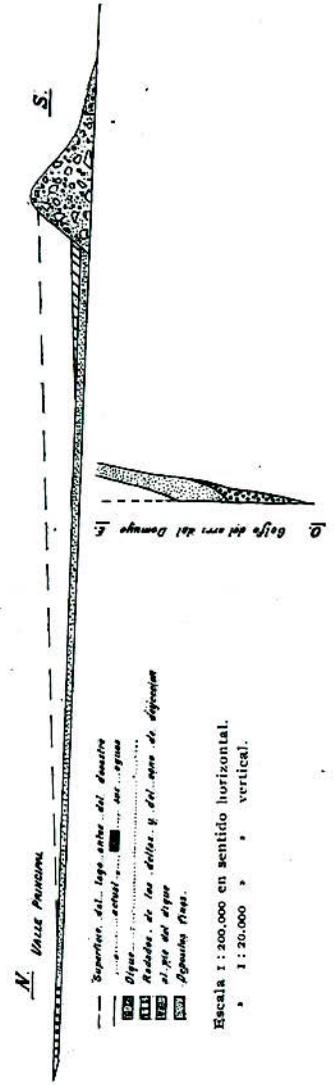
El Arroyo del Domuyo viene de los glaciales del Cerro Domuyo; su pendiente es muy grande, porque las aguas descienden de 2700 metros hasta 1500 en una distancia de solo 20 kilómetros, todas las tardes, con el deshielo de las alturas, viene muy crecido y el agua se precipita con una rapidez extraordinaria, así es que mueve y transporta piedras cuyo tamaño alcanza a una cabeza. En las horas de la tarde es peligroso cruzar este arroyo por el movimiento continuo en que se encuentran tales piedras, golpeándose una con otra bajo la superficie del agua, produciendo un rumor sordo. Siempre viene sumamente turbio, como todos los arroyos que nacen en los ventisqueros. En cambio el Barrancas, que no tiene nieve eterna en su cabecera, viene turbio tan solo en primavera, cuando se funde la nieve caída en el invierno precedente, es decir, solo en el mes de Noviembre y principios de Diciembre, a veces ya comienza en Octubre; en todo el resto del año tiene agua muy clara y limpia y casi libre de material en suspensión; lo mismo sucede con sus afluentes.

Resulta que la mayor parte de los depósitos finos que llenan el lecho del antiguo Lago Carri-Lauquén, debe ser traída por el Arroyo del Domuyo. Esto y el hecho de que el golfo del Arroyo del Domuyo es mucho más corto que el golfo del valle principal, nos permite suponer que, el Arroyo del Domuyo habrá alcanzado a depositar material fino en la antigua junta de su valle con el de Barrancas, mucho antes que llegasen a este punto los depósitos finos traídos por este último.

De esta manera se habrá formado una barrera en el fondo del lago; los depósitos traídos por el río Barrancas no habrán podido pasarla, así que casi todos los depósitos de la parte inferior del lago, desde la junta del arroyo del Domuyo hasta el dique, corresponden al arroyo del Domuyo. La barrera habrá disminuido en altura desde el tiempo en que los depósitos del río Barrancas principiaron a llegar hasta su pie, pero ha persistido hasta poco después del desastre. En seguida de este quedó, aguas arriba de la barrera, una represa de agua que tenía 5-8m. de profundidad y 1 1/2-2 km. de largo (Comp. lám. VIII). Luego fué destruída, porque su material blando y liviano se dejaba arrastrar fácilmente por la fuerte y rápida corriente del Barrancas al salir de la represa. Pero todavía la barrera se opone al curso del río y lo obliga a abandonar el centro del valle y buscar su lecho al pie del cerro Coyocho, donde la barrera tiene su menor altura. Cuando he visitado el lago, después del desastre, persistía aun otra lagunita o represa en el golfo del Arroyo Cochi-Có; el arroyo que cae a este golfo es muy chico y trae poco material. Su desembocadura al valle principal fué obstruída por los depósitos del Arroyo del Domuyo. La cantidad de agua que trae el Cochi-Có, y por consiguiente la que sale de esta represa, es tan pequeña y su corriente tan débil, que no ha alcanzado todavía a romper el obstáculo por encima del cual pasa el agua por innumerable cantidad de braicitos pequeñísimos, pero no tardará mucho en producirse este acontecimiento.

En la lám. pag. 18, que representa un corte longitudinal del lago, se ve que los depósitos, desde el delta del Barrancas hasta la junta del Arroyo del Domuyo con el valle principal, tienen una extensión de 15,5 km. un espesor de 17 m. en término medio y un ancho de un kilómetro más o menos, o sean 265.000.000 m³. Según lo establecido precedentemente, debemos atribuir al Arroyo Domuyo todos los depósitos de la parte inferior del lago; estos tienen 7,6 kms. de largo, al rededor de 1, 1/2 km. de ancho y una profundidad de 35 m. o sean 400.000.000 m³; esta cantidad hay que sumarla a la que depositó el Domuyo en su golfo: allí la extensión longitudinal de los depósitos finos es más o menos 4 kms. su profundidad 40 m. y su ancho 500 a 700 m. 96.000.000 m³; al Barrancas corresponden entonces 265.000.000 m³, mientras que producidos por el Arroyo del Domuyo corren 496.000.000 m³ o 500.000.000. Esta enorme cantidad de depósitos demuestra que la edad del lago es considerable. Si se supiese, en término medio, cuanto material traen anualmente los afluentes del lago, se podría indicar con cierta exactitud el número de años con que cuenta éste. Además de esta cantidad de depósitos, hay otros indicios que favorecen esta interpretación: el pie de la barda que quedó en el punto donde se separó la masa derrumbada queda envuelto en un gran cono de deyección. Además, ya hemos citado en el presente informe que la terrazas que correspondían a niveles más elevados del lago, han desaparecido completamente, salvo algunos pocos restos. Y como último indicio menciono que los bloques y piedras que constituyen el dique, están cimentados por tierra arcillosa. En un principio el dique se componía, como sucede generalmente, solo de bloques. La tierra proviene de la descomposición subaérea de las rocas y luego fué infiltrada por el agua pluvial en la parte inferior del dique. El proceso de esta descomposición ha necesitado mucho tiempo. Me parece pues, que la tradición local, según la cual los abuelos de los actuales moradores conocieron el valle vacío, no debe tenerse en cuenta.

PERFIL LONGITUDINAL DEL LAGO CARRI-LAUQUÉN



N. Valle Purodon

- Superficie del lago sobre del nivel
- Orilla
- Acachar de las deltas y del tipo de depósitos al pie del cerro
- Espuma fresa

Escala 1 : 200.000 en sentido horizontal.
1 : 20.000 " " " vertical.

Aquí se termina la tarea del geólogo y empieza el trabajo del ingeniero, que determina la magnitud del trabajo que hay que hacer, la cantidad de tierra a mover, el número de peones, la maquinaria, tablas, etc., y un levantamiento minucioso del dique con todos los detalles de su relieve.

Para evitar los gastos que necesariamente ocasionaría una nueva comisión y para ahorrar tiempo, que en este caso es muy precioso, daré algunas indicaciones, aunque no sea de mi ramo y aunque indique solamente en qué sentido hay que dirigir los trabajos. Pero creo encontrarme en las mejores condiciones para proponer lo más práctico, dado el conocimiento que tengo de la región, en la que he viajado durante tres veranos levantando el mapa topográfico y geológico.

Ya hemos visto que es recomendable iniciar los trabajos lo más pronto posible, para poder prevenir un nuevo desastre. Como el lago Carri-Lauquén está ubicado en la Alta Cordillera, es posible iniciar los trabajos solo inmediatamente después de la apertura de los caminos y portezuelos. Generalmente la Cordillera se abre a principios de Octubre.

Una serie de inconvenientes para los trabajos consiste en la dificultad de las vías de comunicación que conducen hasta el lago. A primera vista parecerá lo más oportuno subir por el valle del mismo río hasta su salida del lago; pero este valle está lleno de obstáculos. Su parte superior desde el dique hasta la «Puerta de Domú-Có» es muy angosta y cercada de ambos lados por bardas abruptas que bajan de los cerros altos y la flanquean. La creciente con su vehemencia torrencial ha arrastrado todos los conos de deyección que se habían formado anteriormente. El río no conserva su curso en el medio del valle, sino que serpentea de un costado al otro, tocando el pié de la bardas. Las tropas podrían hacer de un lado del río un camino de varios centenares de metros pasando por el pedregullo, pero de repente tendrían que detener la marcha por no encontrar paso por la barda y porque el río no tiene vado. Con estas mismas dificultades se tropieza también en la parte inferior del río, desde la «Puerta de Domú-Có» hasta la junta con el Río Grande. Desde la Comisaría del Barrancas, en el Territorio del Neuquén, se puede avanzar en el cauce del río solo unos 2-3 kms. siempre obstaculizados por el pedregullo, que daña mucho los vasos de los animales aunque estén herrados.

Más allá una barda se opone al avance ulterior. Por el lado norte del río desde la comisaría (ahora completamente desaparecida) se puede llegar, evitando algunos malos pasos de esta clase y subiendo por encima de las bardas con poca dificultad, hasta la desembocadura del arroyito Chacaicito. Allí se encuentra un cerro de bastante altura, con bardas a las que se sube difícilmente a pié. Pero de allí parte una senda que sube a un portezuelo y conduce al valle del Chacai-Có afluente del Barrancas; del fondo de este valle se sube nuevamente a la mitad de la falda de los cerros que se encuentran al norte del Barrancas; después se pasa por las cabeceras del Arroyo Cari-Meléhue y bajando paulatinamente y con comodidad, se llega hasta el Arroyo Quili-Malal, otro afluente izquierdo del Barrancas que ha sido mencionado ya varias veces. De

allí se llega fácilmente bordeando al pié de las bardas de Youqui-Ehué, hasta la salida del río a la altura del dique.

Existe también un camino de mucho más tráfico que sirve para la población semi-nómada para sus viajes acostumbrados de la «invernada» a la «veranada» y que queda al Sudoeste del río. Este camino pasa por alturas muy considerables, la pampa del «Chenque», que conserva su nieve hasta muy tarde. Otro inconveniente consiste en lo que sigue: el camino llega al arroyo del Domuyo y a la región de Cochí-Có; de allí, una senda conduce hasta el dique y pasa por una cuesta de 2.500 mts. de altura absoluta, 1.000 mts. de altura relativa; este camino es casi peligroso, y practicable para jinetes solos o muy poca carga. Entre la Pampa del Chenque y el cajón del río Barrancas se levanta una sierra respetable, que presenta rampa suave desde el Chenque hasta su cúspide desde la cual baja con brusca pendiente hasta el río Barrancas o el dique.

Resulta pues, que será necesario establecer el campamento en la orilla izquierda (norte) de la salida del río y hacer allí los trabajos importantes y limitarse en el otro lado a lo más inevitable. Más adelante veremos cuáles son las ventajas que resultan de esta distribución de los trabajos.

Todos los caminos, o mejor dicho sendas, que conducen hasta Carri-Lauquén son practicables solamente para tropas de mulas, así que es imposible transportar maquinaria pesada y la mayor parte de la obra debe efectuarse con fuerza humana. Pero tampoco se puede llegar con carros al mismo Río Barrancas; hace como diez años se había construído un camino carretero que debía hacer posible el tráfico de Chos-Malal a Mendoza; cruzó la cordillera que separa el valle del Río Barrancas del valle del Río Curi-Lehué, en cuya desembocadura en el Río Neuquén está ubicado Chos-Malal; al norte del Barrancas llega el camino hasta la región de la Puntilla de los Huincanes, donde se paralizaron los trabajos por razones que me son desconocidas, dejando abandonada esta obra de gran mérito, en medio de la serranía, para no ser aprovechada por nadie. Como el extremo del camino no llegó a ningún lugar hasta donde hubiera podido haber cierto tráfico de carros, el camino fué abandonado por completo, así que con los años se convirtió en una cinta llena de pedregullo y derrumbado en muchos puntos.

Me parece que sería posible arreglar este camino, pero se encuentra en tal estado que el corto tiempo que queda hasta la época en que deben principiarse las obras en el lago, no alcanzará para mejorarlo, dejándolo en condiciones que pueda servir para carros pesados.

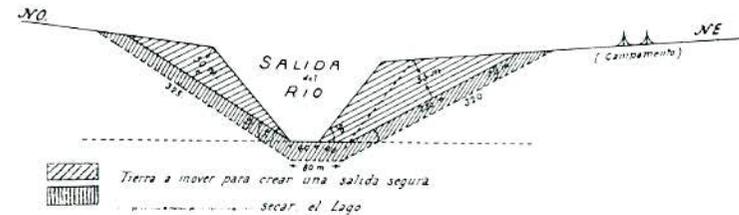
Las muchas rampas (subidas) en su mayor parte, son tales que parece difícil que se pueda cargar con más de 600 kgs. en carros a seis mulas; esta misma carga puede ser llevada por el mismo número de mulas en aparejos cargueros. La distancia de Chos-Malal al Barrancas son 100 kms.; una tropa los hace en dos días, un carro tal vez necesitaría unos 4 ó 5 días. Para mejorar el camino hasta hacerlo practicable para carros de 2.000 kilos de carga, se necesitaría más dinero que el costo del flete de la carga a lomo de mula. Además una vez terminada la obra y después de poco tiempo de tráfico animado, el camino será aban-

donado nuevamente. Solamente si la obra si prolonga un año más y si se resuelve efectuar el mejoramiento del valle del Barrancas y de la parte superior del Río Colorado, de los cuales hablaré más adelante, valdría la pena arreglar el camino.

Ahora examinaremos detalladamente en qué forma habrá que efectuar la obra. Ya se expuso que será necesario ensanchar el canal de salida del río y suavizar la pendiente de los costados.

En el punto en cuestión, el dique se compone de bloques de todos tamaños cementados por tierra. En la superficie predomina la tierra, en la que las piedras y bloques están diseminados, así que en general no se tocan uno con otro. En el caso en que la parte del dique en que se van a hacer los trabajos, se compongan únicamente de este material, será necesario dar a los taludes una pendiente de más o menos 15 grados. Es difícil predecir algo al respecto. Si durante los trabajos se observa que más en el interior del dique predominan las piedras y los bloques, una pendiente de 25 a 30 grados será suficiente. Según mi opinión es probable que podamos hallar un aumento considerable de material firme.

Cuando he visitado el lago, el fondo del canal de salida tenía aproximadamente el mismo ancho del río. Para dar al río un cierto campo de libre acción lateral y dejar bastante espacio para el caso de posibles derrumbes de las paredes del canal, permitiéndole encontrar fácil salida, habrá que llevar unos 40 metros hacia atrás la cara de la pendiente izquierda. El largo del canal es de 250 metros próximamente.



La cantidad de tierra que habrá que mover para llevar a cabo este proyecto será, entonces, entre 4 y 4 1/2 millones de m³.

Las dificultades de transporte impiden llevar maquinaria hasta el dique, porque un mular, si es fuerte y bueno, puede cargar solamente entre 90 y 100 kilos. El trabajo debe efectuarse entonces con palas y fuerza humana ayudada (donde lo permita el terreno, es decir, la frecuencia de tierra suelta y ausencia parcial de bloques), por la fuerza animal (mulas con «palas a buey»). Si además se encamina el trabajo en forma de sacar tierra del pié de los costados del canal excavándolos y dejando caer la tierra minada de este modo en puntos que parecen peligrosos, se puede calcular que cada peón podrá mover 20 metros cúbicos al día,

como máximo, o sean 2.000 m³ diarios con 100 peones. Se podrá trabajar desde el principio de Octubre hasta fin de Marzo; a menudo en Abril ya empieza el rigor del invierno, que amenaza la vías de comunicación en la cercanía del lago y a los moradores, que serán los proveedores de carne para la peonada, quienes se van a las «invernadas» que se encuentran al pie de la Cordillera. Se dispondrá entonces solamente de 150 días de trabajo; en este tiempo se moverán unos 300.000 m³. La obra tendrá una duración de 10 años a lo menos y los gastos serán muy grandes.

Conviene pues buscar un modo de trabajar que tenga menos duración y que permita aprovechar la acción de la naturaleza, dejando a ella cierta cantidad de trabajo, que será encaminado por las excavaciones mas necesarias.

En el punto donde el río sale del lago existe el mayor peligro, que consiste en la posibilidad de que un derrumbe lateral obstruya el canal y aumente por consiguiente el agua del lago y la probabilidad de un nuevo desastre. El río, en este punto, todavía no tiene corriente capaz de llevar un obstáculo que se establezca en el canal. La fuerza y velocidad de la corriente aumenta aguas abajo, así que se hace más potente la facultad del río de llevar consigo tierra y piedras, siempre que su cantidad no sea excesiva. Resulta que será necesario alejar toda posibilidad de derrumbes y obstrucciones solamente en el punto de la salida del río, procediendo en la forma arriba indicada, es decir: ensanchar unos 40 metros el lecho del río y suavizando la pendiente del costado izquierdo del canal, contentándose con una inclinación de 35°. Del mismo modo que disminuye el peligro aguas abajo, se disminuye también la extensión de los trabajos; el canal tendría en su terminación su ancho natural y se daría a sus pendientes una inclinación de 35 a 40 grados. Los últimos 25-30 metros del canal se pueden dejar en sus condiciones naturales, siempre que no tenga partes que ofrezcan un peligro inmediato. El ancho medio de la tierra que hay que mover cerca la laguna para conseguir un ángulo de inclinación de 35° y un fondo ensanchado de 40 metros, será alrededor de 70 mts.; el ancho a 30 mts. de la terminación sur del canal, será 35 mts. El ancho medio en toda la extensión de la tierra a mover, alcanzará más o menos a 50 metros. La altura de las pendientes es de 95 metros, su largo 220 metros, la masa de tierra es entonces, más o menos, un millón de metros cúbicos. Si se deja el otro costado del canal en sus condiciones naturales, sacando solamente las partes más peligrosas y con la ayuda eventual de la misma naturaleza (fuerza y acción del río), se puede esperar poder terminar los trabajos en tres años.

Este proyecto deja siempre algún peligro, pero si después del primer año de trabajo se demuestra que el río ha hecho poco daño durante el invierno, será posible limitarse al último proyecto.

Las cifras indicadas son válidas para el caso de que en el invierno actual no se hayan producido cambios en la configuración del dique y del canal. Las modificaciones que puede haber sufrido el canal son las siguientes:

1) Derrumbes en los flancos del canal.

a) Ya hemos visto que estos derrumbes pueden obstruir el canal, de modo que, para Noviembre o Diciembre, existirá el peligro de una nueva creciente. Esto se podrá constatar llegando a la laguna a principios de Octubre. En este caso, habrá que limpiar primeramente el canal, echando la tierra al río y haciendo saltar los bloques.

La tarea inmediata será entonces: disminuir paulatinamente la altura del obstáculo, trabajando en sentido vertical. Si se saca el material de un lado (aguas abajo del obstáculo) se debilitará su resistencia y los mismos trabajos que avancen en sentido horizontal producirán la rotura a que tiende la naturaleza. Se pondrá además en peligro la vida de los peones y se dará lugar a una creciente temible.

En este caso, tratándose de la presencia de un obstáculo, se aumentará un poco la duración de los trabajos, por la mayor dificultad de efectuarlos y por el mayor cuidado necesario. Pero me parece que el aumento de gastos no será considerable, porque existirá cierta compensación por el hecho de que los costados habrán perdido material.

b) En el caso que se produzcan en este invierno derrumbes relativamente pequeños y que el río por su misma fuerza pueda arrastrarlos, el trabajo será de menor importancia, teniendo en cuenta esta ayuda de la naturaleza.

2) Otra ventaja posible consiste en la facultad del río de acortar su lecho. Ya hemos visto más arriba, que la fuerza erosiva del río que se precipita por la falda sud del dique, puede sacar y llevar consigo mucho material; pronto él excava un lecho en la falda, lo profundiza y traslada aguas arriba el ángulo formado por la terminación de la garganta al pasar del canal (que tiene poca inclinación) a la falda. Si se produce este efecto, el trabajo en los costados será algo menor. En cambio será necesario proteger el fondo del canal contra la erosión excesiva, lo que se hará fácilmente dejando una serie de bloques en el canal.

3) El río también puede haber sacado material del fondo del canal y profundizado su lecho en toda su extensión. De esto podría sacarse provecho en el caso de que se quisiera secar el resto del Lago Carri-Lauquén. Sin embargo no me parece muy probable que haya sucedido algo parecido.

No es apropiado mandar una comisión a principios de la primavera, para constatar las modificaciones que pueda haber producido el río durante el invierno, porque es fácil que antes que llegue de regreso y haya informado, puedan haber ocurrido nuevas modificaciones; además se dejaría pasar en esta forma un tiempo precioso para las obras de defensa que ya en Diciembre, que es la época crítica, deben haber sido adelantadas suficientemente para prevenir un desastre. Es más conveniente ir en seguida con los materiales y los peones, en el principio de la primavera, para poder efectuar los trabajos que parezcan más urgentes.

Según toda probabilidad, las modificaciones no serán de tanta importancia que acorten considerablemente la duración de la obra. Ya he

dicho que ni ahora ni después de la primera temporada de trabajo, se podrán prever con detalles minuciosos la futura acción del agua. Incumbe a una dirección prudente el saber adaptarse a las circunstancias que pueden variar. Será interesante cuando se inicie la segunda parte de la obra, observar los efectos producidos por el agua en el invierno y las modificaciones que habrá sufrido la primera parte de los trabajos. Entonces se podrán indicar los pormenores, donde hay que realizar obras especiales. Pero siempre quedarán comprendidas en el círculo de las probabilidades arriba mencionadas.

Apreciaremos pues en tres años la duración de la obra, poniendo 100 obreros. Habrá que traer los obreros del este de la República (rusos, italianos o turcos) porque la gente que ocupa los campos de aquella región se prestará difícilmente para tal clase de trabajos. Son, como ya he mencionado, semi-nómades; viven a caballo y se dedican a una crianza de animales sumamente rudimentaria; son tan negligentes que no quieren trabajar ni para su propio beneficio. Además una de sus costumbres más preponderantes es entregarse al vicio de la bebida.

Solamente los arrieros de tropa que flete los artículos necesarios al campamento, se deberán tomar de los moradores.

Esta misma inercia de la población da lugar a que en aquella región no se encuentre nada más que carne, sea de cabra o de oveja y también de vaca, pero en escala muy pequeña. Todos los demás víveres hay que traerlos de lejos, como lo hacen los pobladores que buscan en Chile el azúcar, harina, mate y vino. Será necesario tener una tropa en marcha que lleve las provisiones de la base natural de operación, Chos Malal, hasta donde llegará en breve el servicio de automóviles del Territorio del Neuquén.

Por esta razón habrá que dar la comida a los obreros y reducir los jornales a 2 pesos y la comida.

Será inevitable tener algún personal cocinero - unos diez hombres - para los 100 peones y el personal de la tropa (cuando esta está en el campamento). Los obreros deberán traer sus monturas, pellones etc. y sus camas plegadizas.

Será conveniente comprar las mulas. Estimo su número en 30-40. Los caballos para llevar la peonada pienso que pueden ser provistos por la policía. El alquiler de mulas en esta región es carísimo, se cobra generalmente 1,50—2 \$ al día por cada animal, si estos son buenos y acostumbrados al trabajo cosa indispensable para el propósito deseado. El gasto diario para 40 mulas será entonces, en término medio, unos 70 \$ o sean más o menos 13.000 \$ en seis meses. Si se compran dichas 40 mulas que saldrán pesos 100 cada una (4.000 \$ en total) se ahorra mucho dinero. La mantención de la tropa sería casi siempre gratuita, por que casi todos los campos son fiscales. Las tropas podrán pasar el invierno en ellos quedando a cargo de la policía o de una persona de confianza.

Para que se pueda llevar la carga fletada de Chos-Malal al campamento, se necesitan unas treinta monturas de carga para las cuarenta mulas, diez de las cuales deberán quedar como reserva. La gente que

vive en la cordillera fabrica una especie de aparejo, llamado chileno, que es muy barato, pero este producto de una industria primitiva comunemente no se encuentra en venta, apenas la población los hace para su propio uso. Por otra parte, estos aparejos son muy incómodos y dañinos para los animales. Conviene pues comprar buenos aparejos en Buenos Aires.

Las herramientas principales serán: unas 40 palas con manijas de repuesto (porque en la cordillera no hay madera); 6 «palas a buey» y carretillas. Para poder servirse de las últimas habrá que haber entre las mulas algunas acostumbradas al tiro.

Para hacer saltar los bloques se necesita dinamita. Además habrá que llevar los elementos para establecer un «látigo» (alambre carril) sobre el río, cable de acero, algunos rollos y un cajón. En esta forma se puede establecer la comunicación del destacamento de obreros que trabaje en la orilla derecha del canal con el campamento.

Como la madera falta por completo en la región (aparte de leña) no será posible construir casas de madera, sino que hay que llevar carpas para la peonada y también tablones para poder mover las carretillas.

Creo haber mencionado todo el equipo especial que depende del carácter de la región en que se efectuarán los trabajos. No me parece necesario entrar en mayores detalles, que resultan de lo antedicho o que son comunes a todos los trabajos de esta índole.

Podemos, pues, pasar al cuadro de gastos probables.

GASTOS ANUALES.

| | |
|--|-------------|
| 100 obreros a \$ 2 diarios, durante 150 días..... | \$ 30.000,— |
| 10 cocineros y otros peones a \$ 2 diarios, durante 150 días | » 3.000,— |
| 5 arrieros a \$ 50 mensuales durante seis meses | » 1.500,— |
| Carne a \$ 75 diarios durante 150 días, más o menos (Cada | |
| 8-9 peones un cordero o cabra al día a razón de 5-6 \$ | |
| por animal, o sea, \$ 75 al día)..... | » 11.000,— |
| Verdura, yerba, azúcar, harina, etc. | » 5.000,— |
| Gastos imprevistos | » 3.000,— |
| Total, al año..... | \$ 53.500,— |

GASTOS ÚNICOS.

| | |
|---|------------|
| 40 mulas a razón de 100 \$ cada una | \$ 4.000,— |
| 30 monturas de carga a 140 \$ cada una | » 4.200,— |
| 30 carpas para cuatro personas, a 45 \$ cada una | » 1.350,— |
| 4 cajones con dinamita, con accesorios..... | » 200,— |
| 40 carretillas de hierro a \$ 12 | » 480,— |
| 6 palas de buey a 30 \$..... | » 180,— |
| 40 palas con manijas de repuesto a 2 \$ | » 80,— |
| Cable metálico (200 metros) tablones y demás herramientas | » 4.410,— |

Gastos únicos 14.900 \$, o sea, redondeando la cifra: 15.000 \$.

Estos gastos que se harán en los tres años pueden calcularse entre 175.000 y 200.000 pesos.

Resultaría algo más barato empleando para los trabajos algunos presos de la cárcel del Neuquén. Supongamos que trabajan 40 presos a razón de 40 centavos por día y comida, se gastarían para los 100 obreros solamente 20.400 pesos por temporada, lo que significaría un ahorro de casi 10.000 pesos anuales. En este caso habrá que mandar un destacamento de policía al lugar del trabajo; esto convendría también aunque no se empleasen presos, por que es de presumir que las relaciones entre la peonada y los moradores no serán siempre pacíficas, ya que los últimos son muy dedicados a la bebida.

No entraré en discusión sobre el calculo de los gastos probables de una obra que tenga por objeto sacar el resto del Lago Carri-Lauquén, con lo que se ganarían al rededor de 3.000 hect. de tierra cultivable. Para poder apreciar la importancia de los trabajos necesarios para este caso, habrá que conocer antes la profundidad máxima del lago. Para este propósito sería deseable tener un bote plegadizo. Dicho máximo estará cerca del punto en que el río sale del lago.

Si hay interés en llevar a cabo un trabajo de este orden, habrá bastante tiempo para estudiar la cuestión durante la primera temporada de la obra propuesta. Como se trataría solamente de una ampliación de las obras de defensa, ambas pueden iniciarse del mismo modo, así que no habrá tiempo ni dinero perdido si se decide más tarde al desagotamiento del lago.

Ya he mencionado en la primera página que, en el lado izquierdo del Río Barrancas, entre el dique y Quilí-Malal, existen tierras arcillosas atravesadas por tres grandes rajaduras y que es probable que esta tierra pierda su equilibrio y se deslice al fondo del lecho del río. No me parece que este acontecimiento tenga perspectivas peligrosas, por que allí el cajón del río es bastante ancho, así que sus aguas tendrán siempre bastante espacio para pasar libremente. Ni creo que, aunque se llene todo el lecho del río, exista mayor peligro porque el río, saliendo del lago, viene de mayor altura, así que el desmoronamiento jamás podrá embalsar el agua. Además se trata de material que el río en su corriente fuerte podrá llevar fácilmente consigo y limpiar su lecho por su misma fuerza.

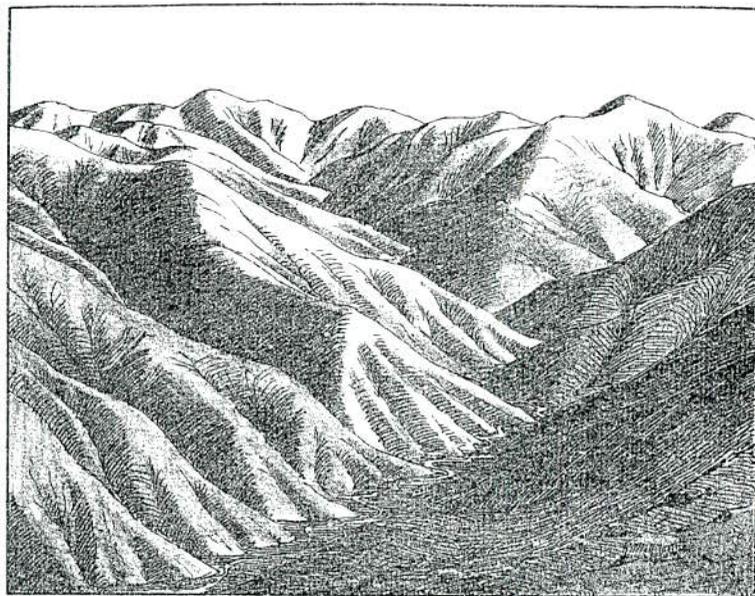
En la cabecera del Río Barrancas cerca del límite con Chile, existe un lago llamada Laguna Fea, que se formó por la obstrucción de un valle de origen glacial por un escorial de lava de un volcán vecino, cuyo manto de tobas y ceniza tiene su base en el medio del valle.

La profundidad del lago será de unos 300 metros y éste no tiene salida visible. El valle ahogado está separado de otro valle glacial, por una serranía estrecha que se encuentra en condiciones normales y cuyo fondo está a 350 metros más abajo que la superficie del lago. Ambos valles son paralelos y su dirección es hacia el SE. El cerco del lago en todas partes es muy firme y seguro, solamente en su parte inferior, en la orilla sud, desciende considerablemente el cordón divisorio y se pone muy angosto, formando un portezuelo. Esto se encuentra solamente pocos metros arriba de la superficie del lago. El agua pasa

por canales subterráneos, atraviesa la roca que constituye el portezuelo y se precipita en grandes saltos al fondo del valle vecino, Cura-Milio. Puede suceder que, minado por la continua acción del agua, se derrumbe la parte superior de la muralla. Pero me parece que, en tal caso, la creyente no será muy grande, porque la muralla en su mayor parte resistirá el empuje del agua que se precipitará al Cura-Milio. De todos modos no creo muy inminente tal peligro.

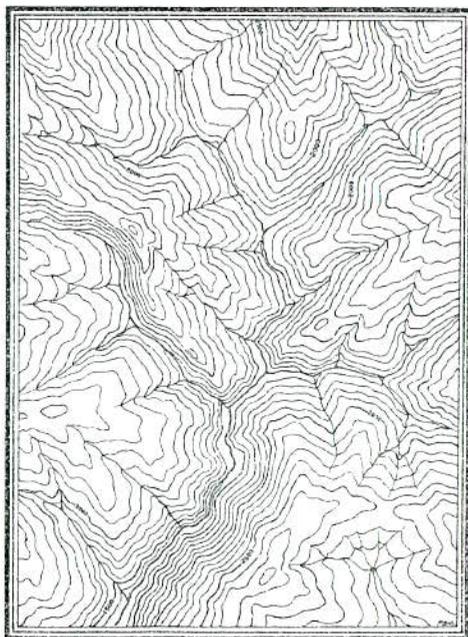
El mismo volcán (extinguido) que ha dado lugar a la formación de la Laguna Fea, ha obstruido también la parte superior del Río Barrancas, forzándolo a embalsar sus aguas en la Laguna Negra. Su salida también es subterránea, pero en este caso el agua se filtra por el mismo dique formado probablemente por un escorial de lava, oculto bajo una espesa capa de piedra pómez proveniente del mismo volcán (este no tiene nombre). El obstáculo no está a la vista así que es aventurado dar una opinión sobre lo que pueda suceder en el futuro en este punto. La laguna no es chica, estimo su capacidad de 400 a 500 millones de metros cúbicos.

Por fin propondré un trabajo que creo oportuno y que beneficiará mucho a los campos fiscales y particulares de ambas orillas del Río Barrancas y en la parte superior del Río Colorado, campos que quedaron en un estado tan lamentable. El Río Barrancas levanta mucho material fino cuando pasa por el fondo del antiguo Lago Carri-Lauquén, saliendo de él casi tan turbio como entró. Si se emplea el medio artificial forzarlo a aminorar su corriente vertiginosa, el río depositará en los recodos la enorme cantidad de tierra útil que hoy lleva consigo hasta el mar. Las partes más a propósito para esto son: el curso inferior del Barrancas, desde las comisarias hasta su unión con el Río Grande, y en la parte superior del Río Colorado. Si existe interés para tales trabajos, podré dar mi opinión más detallada en otro informe. Tratarlo aquí sería alejarme demasiado del objeto del presente.



a

Dirección General de Minas, Geología e Hidrología.

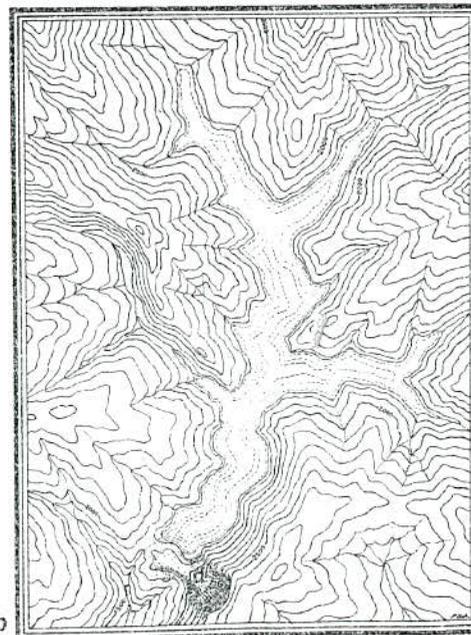


b

Serranía con relieve producido por la acción de aguas superficiales.
a) Vista. b) Plano correspondiente.

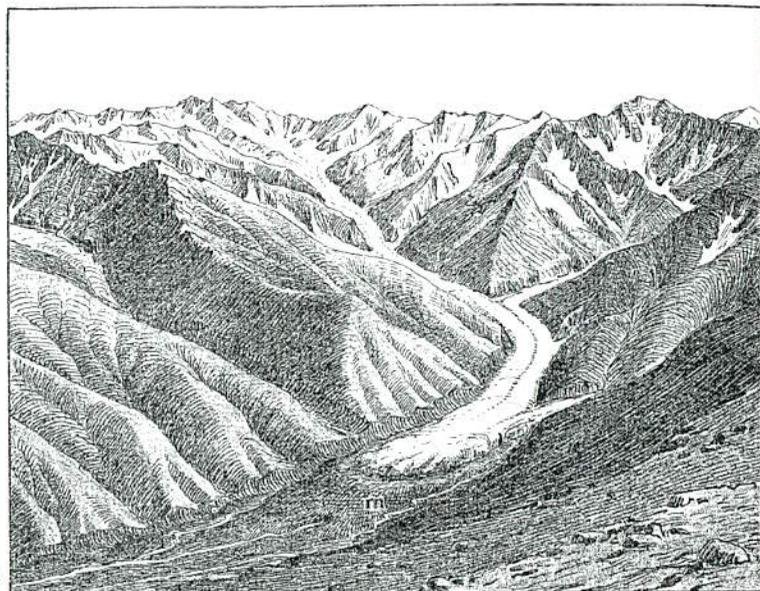


a



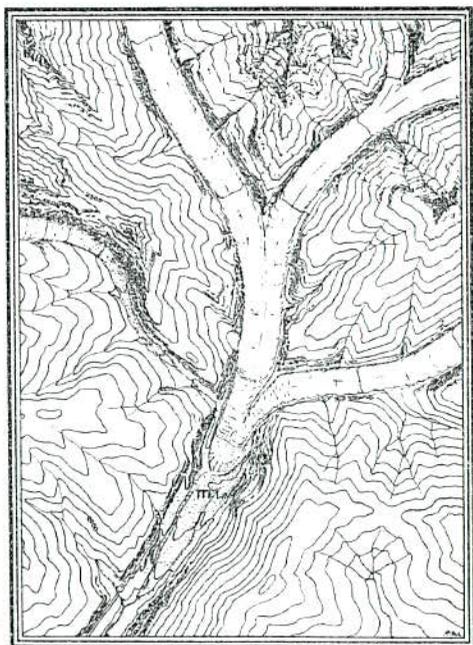
b

El mismo valle obstruido por un desmoronamiento (d).
a) Vista. b) Plano correspondiente.



a

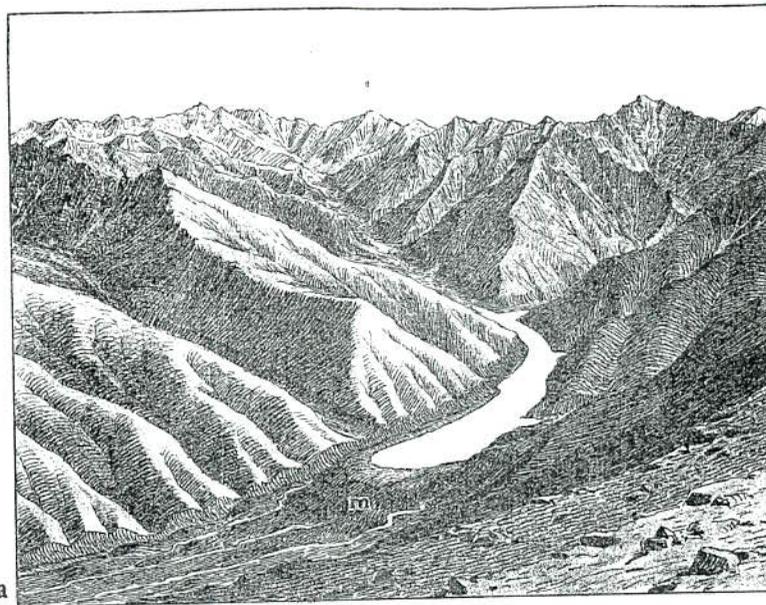
Dirección General de Minas, Geología e Hidrología.



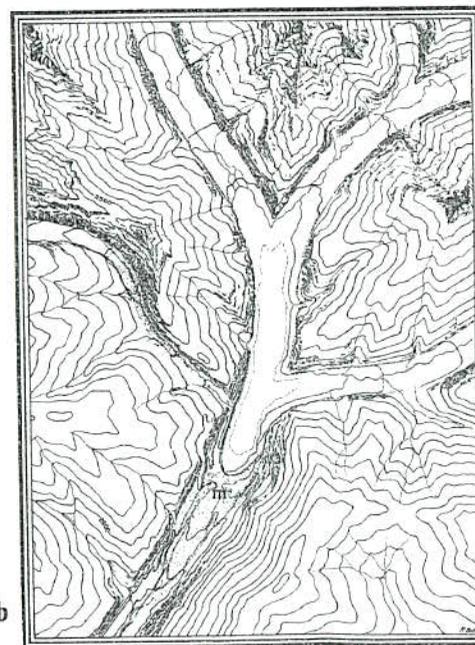
b

Serranía con relieve preformado por la acción de las aguas superficiales y modificado por la acción de nieve y glaciales (m - morena).

a) Vista. b) Plano correspondiente.



a



b

El mismo valle después de la desaparición del glacial.

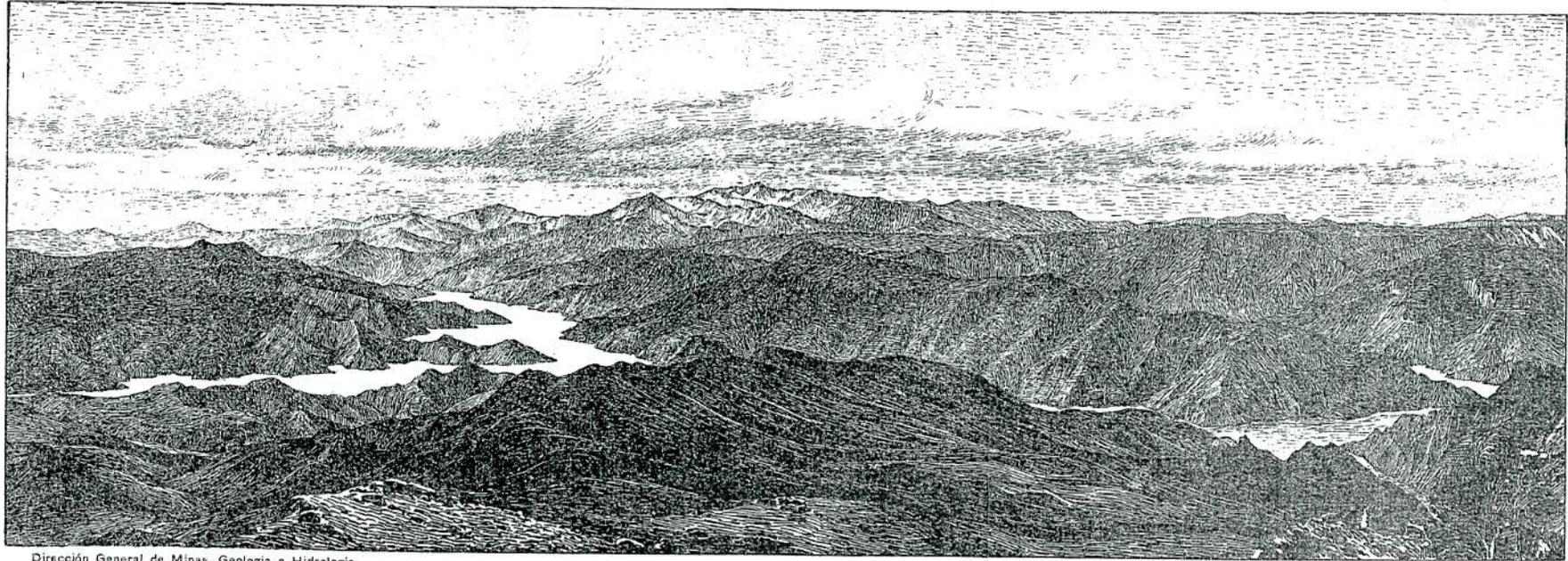
a) Vista. b) Plano correspondiente.

Lám. VI



Dirección General de Minas, Geología e Hidrología.

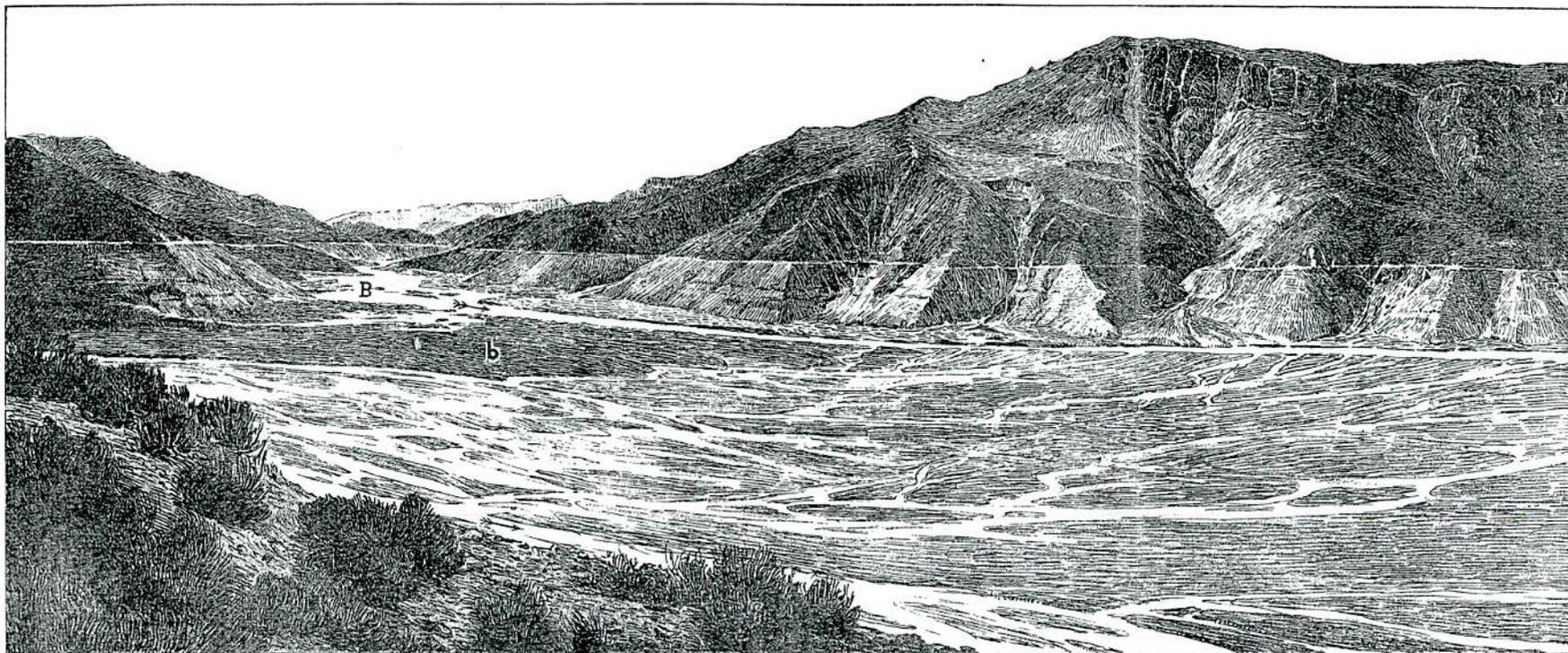
Vista tomada desde el punto VI indicado en el plano.
Cavidad dejada por el material que al derrumbarse formó el dique natural. Estado
del endicamiento antes del último desastre. S - salida del Río Barrancas.



Dirección General de Minas, Geología e Hidrología.

Vista tomada desde el punto VII del plano.

El Lago Carri-Lauquén antes de la desaparición de sus aguas. En el plano medio se ve el golfo del Arroyo del Domuyo y desde el plano posterior hacia el medio se extiende el golfo del valle principal. A la derecha queda el extremo sud del lago.



Dirección General de Minas, Geología e Hidrología.

Vista tomada desde el punto VIII del plano.

El lecho del lago Carri-Lauquén después de la evacuación de las aguas; la línea t es la terraza que indica el nivel del agua antes del desastre. b - resto de la barrera que interrumpió el curso del Rio Barrancas (B) inmediatamente después del desastre.