

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

---

INFORME  
SOBRE LAS  
ESPLORACIONES  
JEOLÓJICAS

DE LA  
REJION CARBONÍFERA DEL SUR DE CHILE

POR EL

Dr. J. BRÜGGEN

Jeólogo del Ministerio de Industria i Obras Públicas



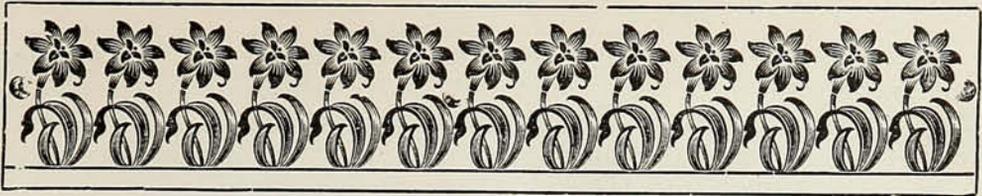
SANTIAGO DE CHILE  
IMPRESA, LITOGRAFÍA I ENCUADERNACION "BARCELONA"  
Moneda entre Estado i San Antonio

1913



BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCION CHILENA

BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCION CONTROL



# Informe sobre las exploraciones jeológicas de la rejon carbonífera del sur de Chile (\*)

---

## INTRODUCCION

El presente informe, al cual se acompañan 13 planos, contiene los resultados de mis exploraciones realizadas en el verano próximo pasado en la zona carbonífera.

## LISTA DEL CONTENIDO

- I. Reseña de la literatura sobre el carbon de Chile.
- II. La estratigrafía i tectónica de las provincias de Concepcion i Arauco.
  1. Las capas basales precretáceas.
  2. El cretáceo.
  3. El terciario i el cuaternario.
- III. Descripcion jeológica detallada de las diferentes rejiones mineras en la Zona Carbonífera.
  - A. La rejion minera de Lebu.
  - B. La rejion minera de la provincia de Arauco oriental.

---

(\*) No estando a nuestra disposicion el orjinal de este informe, que se ha entregado al Ministerio de Industria i Obras Públicas, esta publicacion se hace segun una copia del autor en la cual se encuentran algunas correcciones que en nada alteran las ideas del orjinal.

C. Las partes de la provincia de Arauco distantes de los centros mineros actuales.

D. La rejion minera de la provincia de Concepcion.

E. El carbon del Valle Lonjitudinal.

Resúmen de los resultados.

El primer capítulo contiene una reseña de la literatura sobre el carbon de Chile. Esta reseña literaria está lejos de ser completa, especialmente por el hecho de que la Direccion del Museo Nacional, negando el préstamo de libros, ha hecho imposible todo empleo para trabajos científicos de la tan valiosa biblioteca de Philippi. Esta reseña literaria era necesaria para poder aprovechar los argumentos i conclusiones ya conocidas de trabajos anteriores, a pesar de que casi todas las publicaciones hasta ahora aparecidas, con escepcion de las exploraciones especialmente jeológicas de Steinmann, fueron de una utilidad mui reducida.

Las publicaciones de la Inspeccion de Jeografía i Minas se tratan por separado en las pájinas 11-19, en las cuales creo haber demostrado ampliamente la exactitud de la opinion emitida en mi informe provisorio, de que todos los trabajos de esa Oficina se han ejecutado sin los conocimientos científicos mas elementales.

El segundo capítulo se preocupa de las condiciones estratigráficas y tectónicas jenerales de las provincias de Arauco i Concepcion, describiéndose en seguida cada una de las rejiones mineras. Las rejiones mineras de la provincia de Concepcion se tratan solo brevemente, debido a que no se me permitió visitar las minas de la Compañía de Lota i Coronel i las minas de Schwager, ni tampoco estudiar sus planos.

El capítulo final es un resúmen de los resultados como tambien un plan de trabajo para una exploracion de la zona carbonífera durante los dos años venideros.

## CAPITULO PRIMERO

### RESEÑA DE LA LITERATURA SOBRE EL CARBON DE CHILE

*Charles Darwin.*—Jeología de la América Meridional.

Las observaciones hechas por Darwin en los años de 1832 a 1836, constituyen todavía en la actualidad la base de nuestros conocimientos sobre la jeología de la América del Sur. La presencia de amonitas en las vecindades de Concepcion, indujo a Darwin a la identificacion de estas capas con el cretáceo superior. Pero seducido por una falsa indicacion de d'Orbigny, Darwin supuso que en Chile los amonitas llegaban hasta el terciario (1).

*L. M. Crosnier.*—Description du terrain tertiaire a lignites des environs de Concepcion. Annales des Mines, IV, 9 p. 213 i sigs., 1851.

---

(1) Esta opinion fué aceptada posteriormente de nuevo por Marcou (Explic. de la cartegéol. de la Terre, II, éd, 1875), quien consideraba las capas fosilíferas de Concepcion como equi-

Crosnier da numerosos perfiles aislados, especialmente de la rejion de la bahía de Talcahuano; considera el carbon como perteneciente a la edad terciaria; pero no ha distinguido el cretáceo de la isla Quiriquina, a pesar de dar una descripcion mui buena de los conglomerados del cretáceo superpuestos a la antigua pizarra como tambien de las capas ricas en fósiles que siguen mas hácia arriba; parece que considera tambien a éstas como de la época terciaria.

*Guillermo Bollaert.*—Minas de carbon de Chile. Anales de la Universidad, 1854, p. 363.

Este trabajo contiene una corta noticia sobre la calidad del carbon de Lota i Coronel como tambien sobre las condiciones de explotacion; la edad del carbon se indica como terciaria.

*Paulino Barrio.*—Noticia sobre el terreno carbonífero de Coronel i Lota. Santiago, 1857.

Es este el primer trabajo que se preocupa especial i minuciosamente de la rejion carbonífera. La mayor parte trata de cuestiones técnicas, pero tambien se informa minuciosamente sobre las condiciones jeológicas. Una tabla muestra diversas clases de dislocaciones i fallas de los mantos de carbon. La edad del carbon la supone, tal como Crosnier, de la época terciaria.

*Enrique Concha i Toro.*—Memoria sobre las formaciones cuaternarias, terciarias i cretáceas (superior) de Chile. Anales de la Universidad 1869, I, II P. 345.

Estudio sobre el carbon fósil que se explota en Chile. Anales de la Universidad, 1876, I, p. 337.

Ademas de un plano de la zona carbonífera i de algunos perfiles copiados de Ochsensius i Crosnier, espone Concha i Toro un gran número de observaciones de detalles, que por la falta de perfiles aclaratorios, son poco claros. De valor son especialmente sus indicaciones sobre la presencia de carbon en localidades situadas fuera de la zona carbonífera propiamente tal, por ejemplo, en la provincia de Valdivia i en la desembocadura del rio Maullin.

Segun la edad, Concha i Toro distingue:

- 1) Carbon de Lota i Coronel =cretáceo superior hasta terciario inferior.
- 2) Carbon de Talcahuano.
- 3) Carbon de las provincias de Valdivia, Llanquihue i Chiloé.

La separacion entre los dos primeros no tiene comprobacion alguna, como que, por otra parte, toda la clasificacion de Concha i Toro de las capas carboníferas de Concepcion i Arauco es completamente inservible. Acertada es la separacion del tercer grupo como yacimientos carboníferos de edad mas moderna; queda sin embargo dudoso si el carbon de Chiloé i de la bahía de Pargas, cerca de la desembocadura del Maullin, puede identificarse con el carbon del valle longitudinal i de la provincia de Valdivia.

*Mallard i Fuchs.*—Apuntes sobre la jeología de Chile. Anales de la Universidad, 1875, I, p. 369.

---

valentes al antiguo terciario de California del cual se suponía que contuviera amonitas. El ensayo de Nogués, de demostrar la esactitud de esta opinion de Marcou, debia naturalmente fracasar.

Mailard i Fuchs consideran los yacimientos carboníferos como de la época eocena. Fuera de una breve descripción de las rejiones mineras conocidas en aquel tiempo, se da un perfil del pique V, en Coronel.

A. Pissis.—Jeografía física de la República de Chile, 1875, p. 83.

Pissis no fija límites en la serie de las capas desde el cretáceo hasta el cuaternario, suponiendo una transición continua. Considera el carbon como perteneciente al terciario inferior. Fuera de estas indicaciones que significan un gran retroceso en comparación a las observaciones de Concha i Toro, Pissis no espone nada de esencial sobre la jeología de la zona carbonífera.

A. Pissis.—Plano topográfico i jeológico de la República de Chile.

En las provincias de Concepcion i Arauco, Pissis distingue, segun el mapa

Esquita cristalizada.

Granito.

Formacion Devoniana i Siluriana.

» cretácea superior.

» terciaria.

» cuaternaria.

A grandes rasgos es posible formarse con auxilio de esta carta, una idea aproximada de la distribución de las rocas en esta rejion. Completamente arbitraria i errada es la separación del cretáceo del terciario, tal como lo hace Pissis. Desde la punta Lavapié hasta Yane, como tambien a lo largo de la costa de Lebu, se estiende en la carta de Pissis una ancha faja cretácea, faja que en la realidad no existe. El límite sur del terciario en Arauco, está marcado demasiado al norte, pero esto tiene talvez su causa en el hecho de que los levantamientos topográficos eran del todo incompletos.

Las pizarras i areniscas de Gomero, pertenecientes al jurásico las designa Pissis como «Formacion antracitosa» i como «Formacion Devoniana i Siluriana». Esta determinación de la edad carece de todo fundamento.

R. A. Philippi.—Los fósiles terciarios i cuaternarios de Chile. Santiago. 1887.

En este trabajo, tan importante para el conocimiento de los fósiles cretáceos i terciarios, Philippi asigna, con mucha justicia, las capas de la isla Quiriquina al cretáceo, i al terciario, las capas de Lota, Lebu, etc., pero sin espresarse sobre una determinación mas detallada del terciario. Tan meritorio como es el trabajo de Philippi, es de lamentar la circunstancia de que él en persona no haya recolectado todos los fósiles. Se han introducido, por este motivo, numerosos errores en las indicaciones de procedencia de los fósiles, lo cual tuvo por consecuencia, para no mencionar otra cosa, que Philippi confeccionara una lista de 13 especies al parecer comunes al cretáceo i al terciario, lista que ha dado un nuevo punto de apoyo al antiguo error de que el carbon pertenezca a una época de transición entre el cretáceo i el terciario. La inexactitud de esta aseveración fué comprobada posteriormente por Steinmann.

H. Engelhardt.—Ueber Tertiärpflanzen aus Chile. Abhandl. der Senckenberg. Naturf. Gesellsch. Frankfurt 1891.

En este trabajo, que debe contarse entre las publicaciones mas importantes sobre la zona carbonífera de Chile, se describen mas de 100 especies de plantas de las capas de Coronel i Lota. Este material fué recolectado por el conocido ingeniero de minas aleman Ochsenius. A éste le debemos tambien un gran número de perfiles de piques, como un gran perfil por las minas de carbon de Coronel.

La edad del carbon la considera Engelhardt como del eoceno, oligoceno o mioceno. La indicacion de la edad oscila entre límites tan distantes, porque las plantas fósiles solas no bastan para la determinacion de la edad exacta. La flora de las capas terciarias muestra, segun Engelhardt, un carácter netamente tropical i una gran coincidencia con la flora actual del Perú oriental, del Brasil i de las Antillas.

A. Nogués.—La formacion lignitífera del sur de Chile. 1895. Boletin Inspeccion Jeografía i Minas. 1907, p. 121.

Nogués distingue tres yacimientos carboníferos diferentes en cuanto a su edad:

- 1) Grupo de Quilacoya =cretáceo.
- 2) » » Arauco =cretáceo hasta eoceno.
- 3) » » Malleco =mioceno superior.

Aun cuando Nogués tiene razon con esta sub-division en tres grupos de diferente edad, sin embargo, la determinacion de la edad 2) i 3) es completamente errada, pues entre las capas cretáceas i terciarias reunidas por Nogués en el Grupo de Arauco, existe una fuerte discordancia.

La comparacion intentada por Nogués en la páj. 159, del Grupo de Arauco con el de Laramie i el Grupo de Chico-Tejon de Norte América, no tiene base científica alguna. Ademas, ya ántes de redactarse el trabajo de Nogués se habia comprobado la completa separacion del eoceno i del cretáceo en el Grupo de Chico-Tejon.

Segun Nogués, el Grupo de Malleco contiene los yacimientos carboníferos del valle longitudinal. Como el Grupo de Arauco debe asignarse, segun las investigaciones de Steinmann i Möricke, al oligoceno i mioceno, resulta insostenible la opinion de Nogués, de que el mas moderno Grupo de Malleco pertenezca al mioceno.

Las arenas i arcillas marinas de Colico las reune Nogués en el Grupo de Curanilahue, estimando que estas capas son del plioceno. Segun los fósiles encontrados por mí, estas capas son indiscutiblemente de una edad posterior al plioceno.

La asignacion del Grupo de Quilacoya al cretáceo inferior, respectivamente al Jura, no la ha comprobado Nogués de un modo definitivo por medio de fósiles, pero está mui cerca de la verdad. La descripcion de la tectónica en la obra de Nogués es mui poco clara. Con escepcion de pocas fallas, (por ejemplo, la falla de Plegarias i las fallas en las minas Errázuriz de Lebu), la mayoría de las dislocaciones están descritas de una manera completamente insuficiente, i en parte ni siquiera existen las fallas que indica Nogués.

La parte mas valiosa de todo el trabajo la constituyen las descripciones de las minas (pájs. 276 a 305), en las cuales se dan a conocer un gran número de perfiles de piques.

*G. Steinmann.*—Das Alter und die Fauna der Quiriquina Schichten in Chile. Neues Jahrbuch für Mineral. etc. Beilageband X. 1895, p. 1 i sigs.

*W. Moericke und G. Steinmann.*—Die Tertiärbildungen des nördlichen Chile und ihre Fauna. Ibid Beilageband X. 1895. p. 533 i sig.

*O. Wilckens.*—Revision der Fauna Quiriquina—Schichten. Ibid Beilageband XVIII p. 181 i sig.

Solo mediante las observaciones practicadas por Steinmann en 1883 en la isla Quiriquina, i por el estudio de sus colecciones ejecutado por él mismo i otros jeólogos alemanes, se ha hecho luz sobre la estratigrafía i tectónica de la zona carbonífera.

Steinmann fué el primero en descubrir la discordancia entre el cretáceo i el terciario, discordancia que separa completamente las capas cretáceas ricas en fósiles de las capas carboníferas superpuestas. Por los hallazgos de fósiles, llegó a ser posible determinar la edad del carbon como terciario (oligoceno-mioceno), como tambien separar ademas una época terciaria mas moderna, el plioceno. Una crítica de la lista de fósiles confeccionada por Philippi, lista que contiene 13 fósiles comunes, como se decia, al cretáceo i al terciario, demostró la completa inexactitud de dicha lista, pues ninguna de las 13 especies pudo resistir a una crítica un tanto mas minuciosa.

*I. Domeyko.*—Mineralojía IV, p. 552, i Jeolojía V, p. 125. 1900 i 1903. (1.<sup>a</sup> Edicion: 1888).

Domeyko trata brevemente de los yacimientos carboníferos de la provincia de Concepcion, i estima que su edad es la del terciario; pero no separa el cretáceo de la isla Quiriquina.

*A. Russel.*—The Coalfields and Collieries of the Republic of Chile. Transact. Inst. of Mining Engineers, 1909, Newcastle upon Tyne.

Russel, que durante largos años fué ingeniero de la Compañía de Arauco, da una descripcion mui detallada de todas las minas de carbon del sur de Chile, especialmente de sus instalaciones técnicas i de sus maquinarias. Agrega algunos planos i numerosos perfiles de piques. De especial importancia son sus exposiciones sobre las antiguas minas de Peumo, Maquegua i Quilachanquin, minas que ya no se esplotan. En cuanto a la determinacion de la edad del carbon, Russel acepta la errada opinion de Nogués.

*M. R. Machado.*—El carbon de Chile i su distribucion jeográfica.—Boletín del Museo Nacional de Chile, IV. 1912. páj. 114.

Machado acepta a ciegas la errada estratigrafía de Nogués, sin intentar siquiera de dar una comprobacion. No obstante los estudios de Steinmann de hace mas de 15 años, que el señor Machado parece ignorar en absoluto, se sigue conservando la «famosa formacion» de transicion entre el cretáceo i el terciario.

Del todo incomprensible es, cómo el señor Machado pudo aceptar tambien las demas divisiones de Nogués en las siguientes tres secciones:

3.—Piso Lebusiano (Provincia de Arauco).

2.—Piso Lautariano (Lota, Coronel).

1.—Piso Quiriquiniano.

¿Acaso el señor Jefe de Sección del Museo Nacional conoce tan mal las colecciones del mismo Museo, que no sepa cuántas especies comunes a Lota, Coronel i Lebu han sido dadas a conocer por el señor Philippi?

En la segunda página, el señor Machado hace valer sus propios conocimientos paleontológicos, espresándose de la manera siguiente: «Agregamos además, que en Chile, las plantas Dicotiledóneas con flores verdaderas i hojas caedizas, han aparecido mucho ántes que en el viejo mundo».

Por consiguiente, el señor Machado ignora en absoluto que desde mas de 20 años se conocen hojas de 74 especies distintas de Dicotiledóneas de las capas de Potomac de N. América pertenecientes a la formación cretácea inferior, i que tambien se conocen plantas Dicotiledóneas del cretáceo central en las mas diversas rejiones de Europa i N. América. Pero apesar de estos hechos tan conocidos, para el señor Machado, las plantas Dicotiledóneas han aparecido en Chile mucho ántes que en el viejo mundo, sin embargo aun si se aceptara, en conformidad con la errada opinion de Nogués, la formación de transición carbonífera de Quiriquina, ésta tendria siempre que ser mas reciente que cualquiera de los sedimentos cretáceos europeos mas arriba nombrados.

La segunda parte de la frase del señor Machado: «Los moluscos Cefalópodos, Ammonites i Belemnites vivian en la América Meridional cuando habian desaparecido completamente de la Europa», no es mas que una aseveración falsa sin tener ni siquiera un indicio de comprobación.

Para contrarrestar esta teoría completamente errada, ya se ha dicho lo necesario al hablar de los estudios de Steinmann. En este conflicto entre la opinion de todos los jeólogos de la tierra i la del señor Machado solo podríamos aceptar la de este último, si supusiéramos como él que la jeología de Chile es completa i absolutamente distinta de la del resto de la tierra, cosa que, naturalmente, desechamos enérgicamente.

En la página 119 dice Machado que al sur de Lebu existen capas con fósiles del período secundario. De acuerdo con los usos de la ciencia, el señor Machado deberia haber dado a conocer tambien el nombre de esos fósiles.

Por lo demas, este trabajo se limita a dar algunas breves noticias sobre las diferentes minas; en comparación a trabajos anteriores, nada de nuevo trae el presente; por el contrario, el trabajo de Russel «The Coalfields and Collieries of the Republic of Chili», publicado en 1909, es mucho mas detallado e inspira mayor confianza.

#### TRABAJOS PUBLICADOS POR LA OFICINA DE GEOGRAFIA I MINAS

*Pedro Coevas.*—Exploraciones carboníferas. Apuntes sobre la rejion carbonífera de Nielol, provincia de Cautin. (Boletín de la Inspección de Jeografía i Minas) I. 1905. p. 26.

Coevas da un perfil de un barreno de 50 m. de profundidad, que solo ha perforado arcillas i arenas, respectivamente rocas arenosas mui poco consistentes. Además espone un perfil de un chiflon N.º 1; el manto del chiflon se compone de numerosos mantitos separados entre sí por arcillas i areniscas. La observación de que el carbon tiene el aspecto de una antracita, será falsa; probablemente se trata de una lignita brillante parecida al carbon de Valdivia.

*M. R. Machado.*—Formacion lignitífera en Chile. (Boletín de la Inspeccion de Jeografía i Minas) I, 1905, páj. 122.

Machado da una breve esposicion de la jeolojía de Arauco i Concepcion. No trae nada de nuevo. Considera el carbon como terciario. Todavía 10 años despues de la publicacion del trabajo de Steinmann, sigue considerando las capas de Quiriquina como del «famoso período de transicion».

*F. Quillot.*—Sondajes carboníferos de Catamutun en la provincia de Valdivia. (Boletín de la Inspeccion de Jeografía i Minas). 1908. páj. 153.

Se describen los sondajes practicados en Catamutun, i se reproducen sus perfiles. Por la ausencia de una carta topográfica, quedan del todo oscuras las indicaciones sobre las fallas i sobre la situacion de los puntos en los cuales se hicieron los sondajes. No se hace ninguna tentativa para determinar la edad del carbon, i sólo se menciona que en «bolones» se encontraron fósiles; nada se dice si se trata de vejetales o conchas; tampoco se dice si estos Bolones se encuentran en yacimiento primario o secundario. Una determinacion de los fósiles, que habria sido de gran importancia, no se ha hecho.

*I. de C. Fuenzalida.*—Sondajes carboníferos de Luanco en Constitucion. (Boletín de la Inspeccion de Jeografía i Minas). 1908, páj. 317.

Este trabajo es interesante por el hecho de ser la única publicacion de la Inspeccion de Jeografía i Minas en la cual se ha ensayado una determinacion de los fósiles; no ménos interesante es el resultado a que se arriba. Se sostiene que la fauna orijinaria de un banco fosilífero situado al norte del rio Pacoco se compone de dos especies cretáceas, una del mioceno i tres del plioceno—respectivamente del cuaternario.—La imposibilidad de que en una capa se encuentren reunidas especies del cretáceo, mioceno i plioceno, es un hecho que se supone conocido, de modo que este trabajo sólo demostraria la inesactitud de la determinacion de los fósiles.

Al final se publica un informe de Lemaître sobre las probabilidades del sondaje; a este informe se agrega un cróquis jeográfico, un perfil de barreno i dos cróquis de perfiles. Tanto los cróquis como la carta carecen de escalas.

*E. Lemaître.*—Formacion carbonífera de Chile. Rejion en actual estudio. (Boletín de la Inspeccion de Jeografía i Minas). 1910, páj. 67.

A esta publicacion pertenecen dos planos de los alrededores de Concepcion i Talcahuano, i que se encuentran en el cuaderno II. El testo es estraordinariamente pobre, apénas algo mas que un índice para las dos cartas.

Lo único que se asevera sobre comparacion de los mantos, pero sin esponer comprobantes, es que el manto de Talcahuano corresponde al de Cerro Verde. De una importancia mucho mayor habria sido ensayar una comparacion con uno de los cinco mantos del pique de 93 m. de profundidad de la mina Santa Ana. No se hizo ningun ensayo en este sentido. Tampoco se informa sobre la relacion en que se encuentran los mantos encontrados en el chiflon de las minas Rosal con los de Santa Ana, o de cuál manto parte el barreno reproducido en el plano II, fig. 12. Nada se dice tampoco sobre el objeto que se tuvo a la vista al practicar el barreno de 20 m. de profundidad en Penco (plano II, fig. 4), barreno que principia i termina en capas desconocidas. Por consiguiente, los gastos orijinados por estos dos sondajes han sido completamente

inútiles; no hai ni siquiera indicios de que dichos sondajes se hayan hecho en conformidad a un plan sistemático establecido de antemano.

Para el sondaje en Talcahuano faltan completamente los trabajos científicos preparatorios, necesarios para tal objeto. Ingenieros de reconocida competencia en Concepcion, como por ejemplo el señor Guillermo Raby, estiman que el manto de Cerro Verde es el último de los mantos explotables. Ahora bien, si Lemaître comparó el carbon de Talcahuano con el manto de Cerro Verde, i si sin embargo, practicó un sondaje inmediatamente encima de este manto, indudablemente debería haber discutido la opinion de Raby, i explicar claramente cuales fueron las razones en que apoyó su distinto modo de pensar. Además, en la comparacion con el manto de Cerro Verde debería haber establecido un pronóstico, i decirse que para los siguientes 100 m. no se podian esperar mantos explotables.

Como parece que la Oficina de Jeografía i Minas no colecta ni guarda (\*) núcleos de taladros, i como las descripciones de las rocas encontradas en los perfiles son todo lo que se quiera, ménos espresiones científicas claras i precisas, resulta que tambien aquí los miles de pesos invertidos en este sondaje de mas de 250 m. de profundidad, han sido gastados inútilmente. La poca base científica de estas descripciones de rocas queda evidenciada ya tan sólo por el frecuente empleo que en los perfiles de los barrenos se hace de la palabra «tosca» que los mineros en la rejion carbonífera usan indistintamente para asignar areniscas, arcillas i pizarras.

En el plano N.º I se encuentran perpendicularmente a las líneas de perfil G-H, G-H e I-I, tres líneas que, segun la esplicacion de los signos, tienen el siguiente significado:

Direccion	2400 m. del pique	..	hondura	650 m.
»	1700 » » »	..	»	449 »
»	800 » » »	..	»	224 »

En estas líneas cree él que se encuentra el manto de Cerro Verde en profundidades de 650, 449 i 224 metros. Estas líneas carecen completamente de importancia, pues pueden estar cruzadas, en la desconocida rejion cubierta del mar i aluviones, por un gran número de fallas. Naturalmente, cada falla exige una interrupcion de las líneas de igual hondura de manto. Por lo demas, estas líneas sólo indican que al señor Lemaître le es completamente desconocido que en la parte sur del manto de Cerro Verde el rumbo de las estratas por lo jeneral N-S se desvía fuertemente hácia la direccion E-O, lo que demuestra que Lemaître no ha estudiado los alrededores de la bahía de Talcahuano con la prolijidad que se requiere para fijar los puntos en que deben hacerse los sondajes.

La poca escrupulosidad gastada por Lemaître en la construccion de tales líneas de igual hondura de manto, lo demuestra una comparación de sus mapas de Talcahuano, levantadas el año anterior (1909 no se publicaron), con las de

---

(\*) A pesar de haber sido comisionado por Decreto Ministerial para estudiar todas las colecciones de la Inspeccion de Jeografía i Minas no se me pudo mostrar ninguna coleccion ordenada ni de núcleos de taladros ni de rocas o fósiles.

que nos preocupamos. En el mapa de 1909, Lemaître ha prolongado estas líneas hasta Concepcion; según el trazado de estas líneas de hondura, debería encontrarse el manto de Cerro Verde en una profundidad de más o menos 200 m. en un punto determinado; en este mismo punto dibuja Lemaître, en el año siguiente (plano N.º 1), una «Cantera de sienita».

Con un método de trabajo así, se explica que las inversiones de fondos, hechas por el Gobierno en los 4 últimos años en los alrededores de Talcahuano, no guarden relación alguna con los resultados obtenidos.

*E. Lemaître.*—Estudios carboníferos en Talcahuano. Trabajos de sondaje, en el Porton con la sonda rotativa Sullivan B.—Boletín de la Inspección de Geografía i Minas, 1910, pág. 515.

Se informa sobre la continuación del trabajo en el sondaje de Talcahuano; a una profundidad de 185.55 metros se perforó una «serie de mantos» compuesta de un mantito de 0.10 m. i otro de 0.30 m. de espesor. Cuán insignificante es la «trascendental importancia» de los mantitos de carbon i de los «sedimentos más francamente carboníferos» lo demuestra claramente el hecho de que en la actualidad i hasta una profundidad de 250 m. no se han encontrado nuevos mantos.

*E. Lemaître.*—Rejion carbonífera de Chile (conclusion). Provincia de Arauco. Boletín de la Inspección de Geografía i Minas, 1910, pág. 245.

Al testo se acompañan tres planos, de los cuales el signado con el N.º 2 contiene perfiles de mantos. El plano N.º 1 no tiene valor alguno, i para demostrarlo, basta con mencionar los siguientes errores bastante graves que en él se notan: el estero de Colcura corre al norte de Lota en vez de pasar por el sur; el rio Raqui desemboca directamente en el mar, en lugar de hacerlo al rio Tubul; Peumo está situado al oriente del rio Carampangue, debiendo estar al poniente; Colico queda situado al poniente en vez de al sur de ese mismo rio. El curso superior del rio Carampangue, a partir de Colico para arriba, como está marcado en la carta ni siquiera existe, ni tampoco otro rio que corresponda al dibujado en la carta. El rio Descabezado desemboca en el rio Rana, i por consiguiente en el rio Curanilahue i rio Lebu, en vez de desembocar en el rio Carampangue, como se encuentra indicado en el plano. Todo esto se encuentra correctamente representado en la carta publicada ya en el año de 1909 por la Oficina de Mensura de Tierras; sin embargo, el señor Lemaître comete todavía en el año 1910 errores topográficos tan graves para la rejion carbonífera principal; estos errores se estienden, en su gran mayoría, también a la rejion de Centro-Arauco, que él estudió tan detalladamente.

En la pág. 248 se declaran como «sinónimos» justamente aquellos mantos que con la mayor probabilidad son distintos, i los que verdaderamente son «sinónimos» se califican como mantos distintos. Lemaître ha notado que el manto «doble» i el «alto» en Curanilahue son dos mantos distintos, pero que el manto «alto» de Curanilahue, el de Pilpilco («esplotante») i el manto de la mina Mattinson, en Cullinco, son un mismo manto, como queda demostrado por las mismas capas fosilíferas encima de los mantos, eso se ha escapado completamente al señor Lemaître. De este modo es como se llega a obtener 5 metros de carbon para cada corte en Centro-Arauco, i es así como en un cálculo de existencia de carbon se obtienen 187.200.000 toneladas tan solo para Centro-Arauco

como lo hace Lemaître en la pág. 254. En realidad, i según el estado actual de nuestros conocimientos, lo más probable es suponer un término medio de 15 metros de carbon por corte.

*E. Lemaître.*—Estudio sobre Centro-Arauco. Boletín de la Inspección de Jeografía i Minas. 1910, pág. 372.

Después de un capítulo de introducción, en el cual se habla sobre el consumo de carbon extranjero en Chile, se tratan las condiciones jeográficas i técnicas de las minas de carbon de Centro-Arauco.

En la página 377 menciona Lemaître la inclinación hacia el oriente de las capas en Lebu i la inclinación hacia el occidente en los campos carboníferos orientales. Su opinión, indicada en el perfil (Tabla 4, fig. 21) sobre estratificación sinclinal de las capas en la provincia de Arauco, queda destruida por el hecho de que en el cerro Camaron (minas Victoria) he encontrado los más variados rumbos i manteos, mientras en el caso de una sinclinal la inclinación debería ser al oriente.

En la página 378 se designa el carbon como perteneciente a la «famosa formación de transición» entre el cretáceo i el terciario, a pesar de que Steimann comprobó, en sus publicaciones de 1895, la inexactitud de esta aseveración. Además, hai que tomar en cuenta que la opinión de Steinmann ha sido universalmente aceptada en los textos de jeología alemanes, franceses, ingleses, etc. Tanto más es de admirar que el señor Lemaître en el año de 1910, i la Oficina de Jeografía i Minas en 1911 en un informe pasado al señor Ministro, sostengan todavía la completamente errada opinión de Nogués. En el informe de 1911, la Inspección de Jeografía i Minas no menciona hechos observados en la naturaleza misma, sino que invoca la autoridad de Nogués. Esta citación de Nogués es tanto más sorprendente, por cuanto éste, justamente en el capítulo sobre la edad del carbon de Arauco, emplea métodos que en todo jeólogo e ingeniero de minas con preparación jeológica, no pueden dejar sino una impresión pésima. Pero hai que suponer que todo ingeniero de minas, que se preocupa de la elección de puntos para hacer los sondajes, posea cierta preparación jeológica.

En la página 384 se menciona nuevamente la falsa opinión de que el manto de Pilpilco i Cullinco (Mattinson) sea distinto de los mantos de Curanilahue. En el último acápite de esta página se mencionan los mantos de Laurela, Tronco, etc., pero sin entrar más en detalle de su relación con los mantos conocidos.

En la página 387 arriba dice Lemaître con mucha razón que aun no es oportuno establecer relaciones entre los mantos de Centro-Arauco i los de Lota i Coronel; pero Lemaître tampoco establece las relaciones con las mucho más cercanas minas de Colico i Peumo, tal como lo logré hacer en mi trabajo del verano próximo pasado.

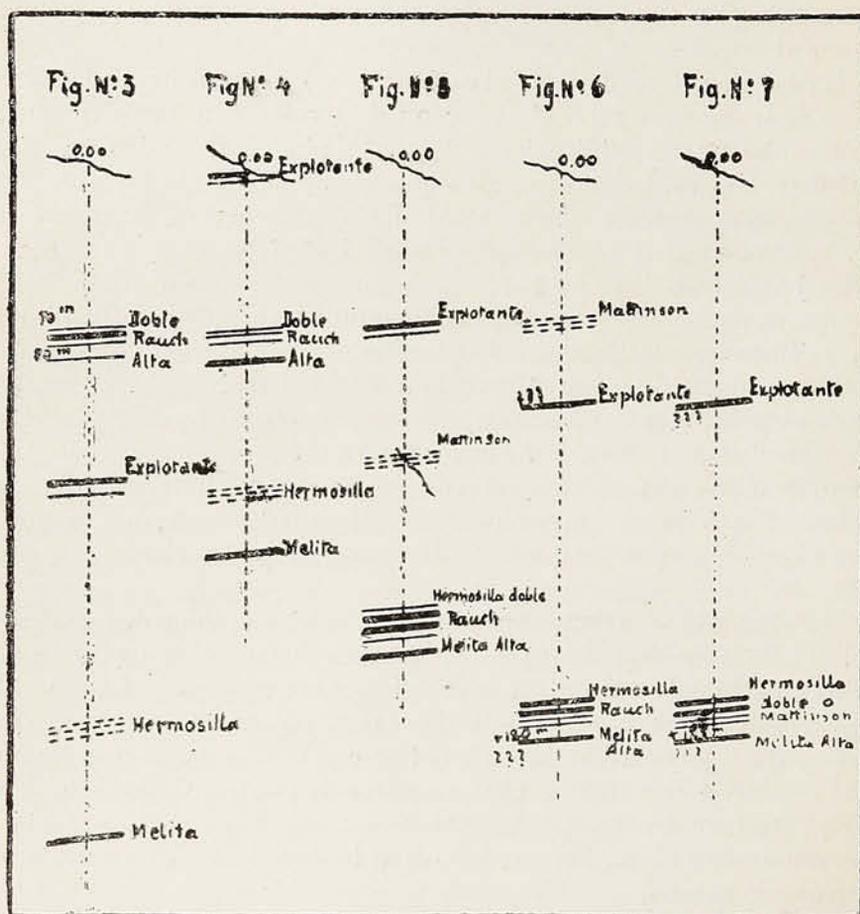
En la misma página considera Lemaître la «composición de los mantos como el más importante de los caracteres». Que a esto no debe dársele la más mínima importancia, lo veremos al echar una mirada a los diversos perfiles de los mantos en Colico, perfiles que dan a ver inmediatamente la gran variabilidad de los mantos.

Después de una nueva reproducción de su lista sinónima de los mantos, describe Lemaître las fallas. Como no se acompaña ningún plano, la descrip-

cion es completamente incomprensible para los lectores que no hayan estudiado personalmente dicha rejion.

En la pág. 388 habla Lemaître de una probable analogía entre los mantos de La Chupalla i de Curanilahue, pero sin indicar, ni siquiera con una palabra, los motivos que tuvo para estampar esta opinion. Lo que Lemaître menciona en la pág. 389 arriba, que los ríos no deben su oríjen necesariamente a fallas, es un hecho exacto, pero cuál haya sido la consideracion que lo indujo para esperar a mayor hondura mantos dispuestos con mas regularidad, es una cuestion completamente inesplicable. Ni los conocimientos jeolójicos, ni los de la minería apoyan tal concepto.

En la pág. 389 abajo, se resumen en 10 puntos las esperiencias i opiniones de Lemaître; del aun no publicado plano, al cual Lemaître se refiere aquí espresamente, reproducimos el siguiente dibujo en una escala mas reducida.



Nada puede caracterizar mas la completa ignorancia de Lemaître con respecto a la comparacion de los mantos carboníferos que este traslado de los diferentes mantos, sobrepasándose o entrelazándose en los diversos cortes. En el perfil N.º 3 encontramos el manto («esplotante») a 70 m. debajo del manto «alto», i en el perfil N.º 2 a 80 m. encima, siendo en realidad ámbos el mismo

manto. «Hermosilla» i «Melita» conservan la misma colocacion, pero en el perfil N.º 5 corresponden repentinamente al manto «doble» i al «alto», en este mismo perfil se agrega de nuevo el manto «Mattinson» de Cullinco, que a su vez es en realidad el manto «alto». Tambien en el perfil N.º 6 se encuentra el manto «alto» indicado tres veces, sólo se han cambiado el «esplotante» i el «Mattinson». El N.º 7 por su parte, hace del manto «Mattinson» (= «alto»), que hasta ahora llevaba una existencia propia en los perfiles, un equivalente del manto «doble».

Cuando se está tan completamente en las tinieblas sobre las condiciones estratigráficas mas sencillas como lo está el Sr. Lemaitre, la confeccion de «cortes de relacion hipotética» es una empresa harto peligrosa, pues del conjunto de todos estos perfiles solo se puede decir que su gran mayoría esponen cosas directamente falsas, i en el resto, justamente lo mas inverosímil.

## II

### ESTRATIGRAFIA I TECTONICA DE LAS PROVINCIAS DE CONCEPCION I ARAUCO

#### I).—LAS CAPAS BASALES PRECRETÁCEAS (\*)

Las capas basales precretáceas están formadas por mica-esquitas, filitas, pizarras arcillosas, Grauwackas, Arkosas fuertemente plegadas, i rocas intrusivas, de la serie granítica-diorítica i sus rocas de filones i efusivas. Todas estas rocas, en menor o mayor grado, muestran metamorfosis regional, con escepcion de la mayor parte de las rocas eruptivas. A continuacion trataremos primeramente de las rocas sedimentarias i en seguida las eruptivas en cuanto a su formacion i edad.

Las rocas sedimentarias mas antiguas de esta rejion son las mica-esquitas i las filitas, aisladamente tambien los gneis sericíticos i biotíticos. Estos son arcillas i areniscas con un cimientto predominante arcilloso trasformadas por la fuerte presion tectónica. El metamorfismo de las rocas ha llegado en muchas partes a tal grado, que aun no ha sido posible determinar su primitivo carácter por medio del exámen microscópico, pero es de esperar que el exámen microscópico, que me he propuesto hacer, aclare tambien estas dudas. Dudoso es el orijen de algunos gneis biotíticos entre San Rosendo i Buenoraqui, en el valle del Bio-Bio. Entre Lota i Santa Juana, el gneis i pizarra arcillosa forman una sucesion concordante de capas con las pizarras arcillosas, los Grauwackas i Arkosas fuertemente plegadas. En esta parte puede considerarse el gneis como sedimento metamorfoseado. Ademas se efectuó una inyeccion de granitos en esta serie de capas, lo que se comprueba por el metamorfismo de contacto. Por la inyeccion del magma granítico, los sedimentos mas antiguos han sido transformados en mica-esquitas, pizarras quiastolíticas i pizarras nudosas. Ademas toda esta sucesion de capas está atravesada por numerosos filones. La rejion de contacto de este macizo de granito aflora, en la vía férrea entre Hualqui i Quilacoya, de una manera mui perfecta, como pocas veces se

(\*) Este capítulo ha sido elaborado i redactado por el señor Dr. J. Felsch.

puede observar. Mas hácia el oriente se encuentran pizarras arcillosas arenosas, Grauwackas i Arkosas, pero hasta la fecha no se puede comprobar una relacion jenética de las pizarras arcillosas, Grauwackas i Arkosas con las mica-esquitas metamorfoseadas de contacto. Entre Buenoraqui i Gomero, una considerable erupcion de porfirita separa las pizarras arcillosas i Grauwackas de las mica-esquitas. Las pizarras arcillosas i Grauwackas han sido trasformadas en «Hornfelse» por la erupcion porfirítica. El horizonte de la pizarra arcillosa i Grauwackas se encuentra plegado de la misma manera que el gneis i la mica-esquita; pero este plegamiento ha afectado a dos series distintas separadas por una discordancia. La existencia de tal discordancia entre las mica-esquitas i las pizarras arcillosas se hace probable porque en las capas inferiores del horizonte arcilloso hai varias intercalaciones de conglomerado, i porque ademas entre Malvoa, Buenoraqui i Gomero no tiene lugar una paulatina transicion de mica esquitas a pizarras arcillosas i Grauwackas, sino un brusco cambio en la estructura de las rocas. Por lo tanto, la sedimentacion ha estado interrumpida entre ámbos horizontes durante cierto tiempo.

En el horizonte de pizarras arcillosas i Grauwackas se nos presentan las sedimentaciones mas recientes de las capas basales precretáceas. En las capas inferiores predominan las pizarras arcillosas, i en las superiores las Grauwackas i Arkosas, pero solo en tal forma, que arriba i abajo tiene siempre lugar una alteracion entre las diferentes clases de rocas, teniendo solo una u otra clase de roca la mayor participacion en la constitucion de los horizontes. Todo el conjunto de capas tiene aproximadamente un espesor de 300 a 350 m.

En las capas inferiores del horizonte de pizarras arcillosas i Grauwackas, se encuentra una gran cantidad de fósiles vegetales, en parte mui bien conservados. Las pizarras arcillosas contienen gran número de hojas de plantas; en las Grauwackas encontré entre Gomero i Talcamávida, restos de troncos de árboles hasta de 4 m. de largo i 0,50 m. de diametro. 12 km. al norte de Talcamávida, en el cerro de Calquinhue, se encuentran en las pizarras arcillosas 2 mantos de carbon, de los cuales el inferior tiene un espesor de 0.42 m. i el superior uno de 0.15 m. En el techo del manto de carbon superior se encuentran numerosas i bien conservadas hojas de helechos, Cicadáceas i Coníferas; tambien encontré allí una gran cantidad de conchas Lamelibranquios, mui deformadas por la fuerte presion que han sufrido. Los mismos horizontes fosilíferos, pero sin los mantos de carbon, los encontré junto a Buenoraqui i entre Gomero i Talcamávida. Con el auxilio de la literatura (\*) que está a mi disposicion, logré clasificar las siguientes especies:

*Cladophlebis haiburensis* Lind and Hutt.

» *denticulata* Brong,

» cf. *Williamsoni* Hamshaw Thomas.

*Taeniopteris* sp.

*Sagenopteris* cf. *Kamenkensis* Hamshaw Thomas.

*Zamites* sp.

(\*).—H. Hamshaw Thomas: The Jurassic Flora of Kamenke in the district of Isium. Mémoire du Comité Géologique. Livraison 71. 1911. A. C. Seward and H. Hamshaw Thomas: Jurassic Plants from the Balagansk District, Government of Irkutsk. Mémoire du Comité Géologique. Livraison 73. 1911.

Williamsonia sp.

(Gingko sp.)

Equisetites.

Junto a Talcamávida encontré gran cantidad de conchas de pequeños Branquiopódos (Estheria). Las especies de Cladoplebis, tienen una semejanza sorprendente con las especies conocidas de los yacimientos carboníferos jurásicos de la Siberia. Por lo demas, todo el carácter de la flora habla en pro de una edad jurásica de las capas. El horizonte superior de Grauwackas i pizarras arcillosas está depositado concordantemente sobre el horizonte inferior; mui raras veces se encuentran tambien aquí restos clasificables de hojas de Cladoplebis; de mucha frecuencia son restos vegetales indeterminables por su mal estado de conservacion. En las capas inferiores de este horizonte de Grauwackas se encuentran varias capas de conglomerado, en las cuales existen grandes trozos poco redondeados del horizonte mas antiguo de pizarras arcillosas; la forma de estos trozos indica que ha habido solo un trasporte mui corto. Las Grauwackas se esplotan en grandes canteras en la estacion de Gomeró.

Los mantos de carbon del cerro Calquinhue son, por ahora, técnicamente sin importancia. En los mantos de carbon hai numerosas intercalaciones de arcilla, i por otra parte, el espesor es mui variable. Pero si en estas capas se encontrara una capa de carbon puro, este carbon adquiriria gran importancia, pues, por su mayor edad i los efectos de una fuerte presion tectónica, poseería un contenido mas alto en Carbono, i, en consecuencia, mayor número de calorías que los carbones terciarios de la costa.

En las formaciones sedimentarias se efectuaron inyecciones graníticas en gran cantidad, que provocaron en los sedimentos metamorfismo de contacto; las magmas inyectadas se presentan hoi dia, despues de la denudacion parcial de la cubierta sedimentaria, como grandes macizos de granito. Tal macizo de granito, con su respectiva rejion de contacto, lo encontramos entre Coronel i Santa Juana, i entre Hualqui i Quilacoya. El metamorfismo de contacto en las pizarras demuestra que el granito es mas reciente que las pizarras. Pero no se logró comprobar si estas pizarras metamórficas son de la misma edad que las pizarras arcillosas i Grauwackas jurásicas que contienen restos vegetales. Este macizo de granito i su cubierta sedimentaria son atravesados por numerosísimos filones mas recientes de porfirita i andesita. En ninguna de estas rocas eruptivas pude comprobar hasta ahora una trasformacion por metamorfismo rejional.

Entre San Rosendo i Buenaquí se encuentra un grueso macizo de granito, que en sus zonas exteriores se ha trasformado en gneis.

Entre San Rosendo i Malvoa, poco ántes de llegar a la estacion de este último pueblo, encontramos el núcleo de este macizo poco trasformado. Digno de observarse es el hecho de que este gneis es atravesado por numerosos filones básicos, que por la presion tectónica se han trasformado en gneis biotítico, observaciones que suministran material para un trabajo científico posterior.

La rejion de las capas basales precretáceas es atravesada por numerosos filones i efusiones porfíricas que por lo tanto son mas recientes que las Grauwackas jurásicas. En la isla Quiriquina los no plegados horizontes del cretáceo superior son atravesados por una veta de porfirita.

Por lo tanto, las porfiritas son precretáceas.

Todas estas rocas sedimentarias i eruptivas, son a su vez, atravesadas por andesitas. De gran importancia es aquí el fenómeno de que las andesitas forman jeneralmente las mas elevadas cumbres de lá Cordillera de la Costa, indicando por su posicion que estas cubiertas de andesita se han extendido encima de una «penepłaine» formada por las rocas mas antiguas. Este penepłaine tenia suave pendiente hácia el O. Los sedimentos terciarios son atravesados por andesita sólo en casos mui aislados.

Como se puede desprender de estas esposiciones, todas las rocas que se han formado hasta fines de la época jurásica, han sido plegadas fuertemente. La direccion principal de estos pliegues es N. 25°, hasta N. 5° O., es decir, por lo jeneral una direccion N. a S. La inclinacion oscila entra 29° i 72° al E. u O.

En la vecindad de líneas de fuertes dislocaciones, la direccion es de E. a Oeste.

Como los sedimentos del cretáceo superior en la isla Quiriquina no están plegados, el plegamiento de la Cordillera de la Costa se ha efectuado entre la época jurásica i el cretáceo superior. Por el hecho de haberse encontrado granitos que no han sufrido metamorfismo alguno por plegamiento postjurásico, es probable que una parte de los granitos sean mas recientes que el plegamiento.

## 2).—EL CRETÁCEO

Sobre estas capas mas antiguas i de pliegues mas o ménos pronunciados se ha depositado el cretáceo superior a lo largo de toda la ladera occidental de la actual Cordillera de la Costa. Estas capas, que tienen su desarrollo típico en la isla de Quiriquina, fueron llamadas por Steinmann, por este hecho «capas de Quiriquina»; por los fósiles encontrados en ellas, determinó su edad como del senon.

Estas rocas, tan interesantes i fácilmente reconocibles por su riqueza en fósiles, han sido divididas por la erosion posterior, en diversas partidas que ahora están enteramente separadas unas de otras. Sedimentos cretáceos en la zona carbonífera se conocen hasta ahora en la isla Quiriquina, en la bahía de San Vicente, en Tomé i en Lirquen. En mis escursiones por los alrededores de Colico, logré descubrir un nuevo sedimento cretáceo hasta ahora no conocido.

En todas partes está discordantemente depositado el cretáceo, con un conglomerado basal de espesor variable, sobre las pizarras mas antiguas. En la isla Quiriquina se encuentran en este conglomerado numerosas ramas de coral de *Astrocoenia retifera* Stol. Un punto especialmente interesante fué descubierto por un corte de ferrocarril al norte de Lirquen. Aquí se habian retirado las poco consistentes areniscas cretáceas que en esta parte reemplazan al conglomerado basal, dejándose así a descubierto las antiguas rocas de cuarzito bañadas i alisadas por el mar cretáceo. Sobre el conglomerado basal siguen las areniscas ricas en fósiles, de color verde i que contienen glaukonita.

En la costa occidental de la isla Quiriquina hemos comprobado el siguiente perfil:

4).—10 m. de arcillas arenosas calcáreas, con bancos duros de cal en partes lentiformes, i que contienen numerosos fósiles.

3).—Lentejas de bancos hasta de 0.15 m. de espesor mui ricos en fósiles.

2).—Arenisca de grano mui fino i color verde claro, hasta de 1.40 m. de espesor.

1).—Conglomerado basal con *Astrocoenia retífera* Stol, 2.00 m.

Filitas.

Las capas cretáceas de la bahía de San Vicente muestran una formacion análoga, solo que los bancos calcáreos firmes disminuyen considerablemente. Esto mismo vale tambien para la formacion de Lirquen, donde el conglomerado basal contiene numerosas ostras. En Colico sigue sobre el conglomerado basal una arenisca firme de color verde i rica en fósiles; las capas cretáceas superiores son mui ricas en arcilla i contienen numerosos *Inoceramus* i restos vegetales.

Los fósiles recolectados en el verano próximo pasado i su distribucion en los diversos puntos con afloramientos cretáceos, puede contemplarse en la lista que damos a continuacion.

Nombre del fósil	Se encuentran en:			
	Quiriquina.	S. Vicente.	Lirquen.	Colico.
<i>Pliosaurus</i> Spec.....	»	»		
<i>Cimaliosaurus</i> spec.....	»			
<i>Holcodiscus gemmatus</i> Hupé.....	»			
<i>Pachydiscus Quiriquinae</i> Phil.....		»		
<i>Baculites vagina</i> Forb.....	»	»		
<i>Nautilus subplicatus</i> Phil.....	»		»	
<i>Ampullina australis</i> d'Orb.....	»			
<i>Pugnellus tumidus</i> Gabb.....	»			
<i>Pyropsis Hombroniana</i> d'Orb.....	»	»	»	
<i>Ostrea</i> spec.....			»	
<i>Trigonia Hanetiana</i> d'Orb.....	»	»	»	»
<i>Cardium acutistatum</i> d'Orb.....	»	»	»	»
<i>Amathusia veneriformis</i> Hupé.....	»	»		
<i>Cytherea auca</i> d'Orb.....	»	»		
<i>Tellina</i> spec.....				»
<i>Mactra araucana</i> d'Orb.....	»	»	»	
» <i>colossea</i> Phil.....	»		»	
<i>Panopaea simplex</i> Hupé.....	»	»		»
<i>Inoceramus</i> spec.....				»
<i>Astrocoenia retífera</i> Stol.....	»			

Esta tabla muestra la coincidencia en la fauna de los afloramientos cretáceos hasta ahora investigados. De todas las especies mencionadas no se ha encontrado ni siquiera una sola en las capas terciarias carboníferas.

### 3).—EL TERCIARIO

En la isla Quiriquina se puede observar en muchas partes la discordancia entre el terciario carbonífero i el cretáceo superior. Esta discordancia, acompañada jeneralmente de un conglomerado, habla en favor de una larga interrupcion en la formacion de los sedimentos; han tenido lugar dislocaciones de las capas cretáceas, como tambien una denudacion de ellas, ántes de que el terciario se hubiera podido depositar. Todo esto habla en favor de un largo período que se ha intercalado entre la formacion de las capas de Quiriquina i el terciario. Esto mismo lo demuestra tambien la fauna completamente distinta del terciario. Ni un solo fósil es comun al cretáceo i al terciario. La falsedad de la lista formada por Philippi con 13 especies comunes al cretáceo i al terciario, ha sido demostrada, como ya lo hemos dicho, por el Sr. Steinmann.

Por consiguiente, es del todo errado considerar las capas terciarias carboníferas como una formacion de transicion entre el cretáceo i el terciario, como lo hace Nogués i la Oficina de Jeografía i Minas. Por la fauna de las capas marinas colocadas sobre, entre i debajo de los mantos de carbon, todo el terciario carbonífero de la provincia de Arauco debe asignarse al grupo de Navidad establecido por Steinmann i Möricke; la edad jeológica de este período, segun la opinion de los dos sabios que acabamos de nombrar, debe considerarse como del oligoceno-mioceno.

En la tabla N.º 12 i N.º 13 se han reunido todos los perfiles obtenidos hasta ahora por la minería en las capas terciarias de las provincias de Arauco i Concepcion. Segun esto, el terciario alcanza un espesor a lo ménos de 400 a 500 m.

Ademas, se puede observar fácilmente una triple division de todo el macizo, de capas. Tenemos una seccion inferior no carbonífera, una central carbonífera i una superior marina no carbonífera.

#### I).—SECCION INFERIOR NO CARBONÍFERA

Las capas terciarias mas inferiores, superpuestas a la mica esquita o al cretáceo, se componen de conglomerados basales de espesor variable. Siguen mas arriba areniscas i arcillas, que representan sedimentos de aguas dulces. El espesor de esta seccion es mui diverso: en el pique N.º 5 de las minas Cousiño, en Coronel, es de 45 m. i en Colico, en cambio, es mayor de 100 m. Al norte, en Cerro Verde, el espesor es mayor de 90 m.; en esta parte dichas capas inferiores sin mantos son especialmente dignas de observacion por el gran desarrollo de la arcilla refractaria que tiene un espesor aproximado de 60 m. En Lebu, este grupo de capas se ha desarrollado en un espesor de mas de 80 m. en las escarpadas pendientes de la costa al norte del pique Amalia, distinguiéndose especialmente por el hecho de que aquí se incluyen areniscas marinas con una fauna, compuesta de las siguientes especies:

*Fusus* cf. *Lebuensis* Phil.

*Turritella* *trilirata* Phil.

*Nucula* *Lebuensis* Phil.

*Nucula* cf. *discors* Phil.

*Lutraria* cf. *undata* Phil.

Ademas se encuentra en concreciones calcáreas un gran cangrejo ricamente adornado que probablemente pertenece a la especie Cáncer, i cuya exacta determinacion no se puede hacer momentáneamente por la falta de literatura paleontológica.

## 2).—SECCION CENTRAL CARBONÍFERA

A esta seccion deben asignarse todos los mantos conocidos de las provincias de Arauco i Concepcion. En la de Arauco se puede hacer fácilmente otra division mas: en una serie superior de mantos, el grupo «Mora-Fortuna», i en una serie inferior, el grupo «Chico-Alto». Estas dos subdivisiones se pueden comprobar en todas las rejiones mineras de la provincia de Arauco, i las trataremos mas detalladamente en el capítulo respectivo. Su existencia en la provincia de Concepcion todavía no se puede comprobar de un modo definitivo, lo que se debe solo en parte a las condiciones un tanto complicadas de la formacion de los mantos de carbon, pero principalmente, a la negativa opuesta por la Compañia de Lota i Coronel a la visita de las minas.

Las rocas de esta seccion del terciario se componen de areniscas arcillosas, de color verde, que frecuentemente encierran capas de rodados del tamaño de arvejas. Las areniscas muestran casi siempre estratificacion diagonal. Mui característico es que ciertas partes de la arenisca son cimentadas por carbonato de cal i debido a su mayor dureza aparecen como concreciones diseminadas en la masa mas blanda de la arenisca. El tamaño de estas «concreciones» oscila entre 10 cm. i 1 m. de diámetro. Los conglomerados que se encuentran dentro de las areniscas, constan en su mayoría de rodados de andesita i de cuarzo. La masa principal de esta seccion consta de areniscas sueltas; las arcillas son ménos frecuentes i se presentan por lo jeneral como acompañante de los mantos de carbon. Son por lo jeneral arcillas refractarias, que frecuentemente encierran impresiones mui bien conservadas de hojas. Por la fuerte mezcla con sustancia carbónica, estas arcillas se trasforman en pizarras carbónicas.

En esta serie de capas formada principalmente en tierra firme, se han incluido algunas capas marinas. La mas importante de estas inclusiones se encuentra directamente sobre el grupo inferior de mantos, el grupo «Chico-Alto». A ella pertenecen las areniscas marinas que se pueden ver en Curanilahue en el sendero abierto por la Oficina de las minas Rabal hácia la casa del ingeniero Irvine, sendero que conduce a lo largo del rio. Fuede verse esto tambien en la quebrada situada mas arriba del chiflon principal. Tambien en Colico i en Lebu (v. perfiles, Tabla 12) se encuentran inclusiones marinas en partes análogas.

En la zona carbonífera de la provincia de Concepcion encontramos las mismas clases de areniscas i arcillas como en Arauco. En cuanto a una probable comparacion de los mantos de ambas rejiones, solo podemos decir con toda seguridad, que en Coronel i Lota existe el grupo inferior de mantos, pues poseemos perfiles, (tabla 13) que llegan hasta el límite inferior del terciario. A juzgar por las capas marinas encima de los mantos de carbon de Lota i Coronel, es mui probable que aquí se encuentre desarrollado tambien el grupo su-

perior de mantos; pero hasta la fecha todavía no he visto muestras de esta seccion marina superior.

A la seccion central carbonífera pertenecen tambien los mantos de carbon de Penco i Lirquen; estos mantos, como tambien las rocas que los acompañan, tienen una estructura petrográfica un tanto distinta a la existente en las rejiones minerales del sur. Esta fué la causa que indujo a Concha i Toro a considerar el carbon de los alrededores de Talcahuano como mas reciente que el de las rejiones mas australes. En el capítulo sobre la jeología de la provincia de Concepcion se dará una esplicacion de esta diferente constitucion petrográfica de los sedimentos al norte de Concepcion.

Los mantos de carbon mismos, son sin duda de oríjen autóctono, es decir, el carbon se ha formado en estensos pantanos de la costa que ocupaban los lugares en los cuales encontramos hoi dia los mantos de carbon. En pró de esta opinion habla la frecuente presencia del carbon junto con arcillas refractarias como tambien la excelente conservacion de delicados restos vejetales en estas arcillas, i por último que las arcillas del suelo están cruzadas por gran cantidad de restos fósiles de raíces.

Ademas habla en favor de la autoctonía del carbon la gran regularidad en la configuracion de los mantos de carbon a traves de grandes estensiones. A pesar de toda la variabilidad de las rocas que los acompañan los diversos mantos de carbon mantienen, a traves de toda la provincia de Arauco, intervalos casi iguales entre sí.

### 3).—SECCION MARINA SUPERIOR NO CARBONÍFERA

He encontrado esta seccion hasta ahora únicamente en la provincia de Arauco; tiene un desarrollo notable i la observé en los puntos mas distintos.

Las formaciones de transicion entre la seccion central i la superior son extraordinariamente características, i se pueden reconocer fácilmente en el campo. Los perfiles de Lebu (tabla 12), muestran especialmente bien esta formacion: sobre el manto de carbon superior siguen areniscas verdes i arcillosas, de mas o ménos 25 a 30 m. de espesor con falsa estratificacion i zonas de rodados. Sobre estas areniscas depositadas en agua dulce, sigue una serie de areniscas verdes, glaukoníticas, de estratificacion laminosa i que contienen conchas fósiles; con estas rocas se alternan capas de areniscas análogas que contienen principalmente restos vejetales. Los sedimentos marinos se componen jeneralmente de capas calcáreas mas duras.

Fósiles que con frecuencia se encuentran en estas capas son:

*Nucula cuneata* Phil,

*Nucula Darwini* Phil

*Mytilus spec.*

En Colico i en Lebu se encuentra en gran cantidad *Mytilus spec.* en algunas capas (perfil 12). Las dos especies *Nucula* se presentan en gran cantidad junto a Llico i Raimenco.

Despues siguen, segun el perfil del pique Amalia, nuevamente varias capas

que se han depositado en agua dulce; pero muy pronto comienzan nuevos sedimentos muy ricos en fósiles. Las rocas son areniscas, de color verde, arcillosas i de grano muy fino; de frecuencia son concreciones calcáreas del tamaño hasta de un puño, que generalmente encierran conchas o cangrejos fósiles. Son estas las capas marinas superiores del pique Amalia, que también se ven en el camino desde este pique a Lebu. Las mismas capas se encuentran en la playa de Ranquil i en la Punta Fraile situada entre Arauco i Llico.

En el camino desde el pique Amalia hacia Lebu contienen esas capas:

*Limopsis araucana* Phil.

*Oliva dimidiata* Sow.

En la playa de Ranquil, además de diversas especies *Venus* muy grandes i bonitas i hasta la fecha no descritas, se encontró también:

*Cancellaria Medinae* Phil.

*Cassis monilifera* Sow.

*Natica obtectiformes* Mör.

*Natica* cf. *solida* Sow.

*Fusus Macsporrani* Phil,

*Oliva* n. spec.

*Dentalium* spec.

La mayor parte de los fósiles ha sido suministrado hasta la fecha por la Punta Fraile situada entre Arauco i Llico:

*Cancer Tyro* Phil.

*Cancellaria Medinae* Phil.

*Cassis monilifera* Sow.

*Oliva dimidiata* Sow.

*Bulla Rémondi* Phil.

*Fusus discors* Phil.

*Fusus oxytropis* Phil.

*Dentalium* spec.

*Pinna tumida* Phil.

*Nucula Volkmanni* Phil.

*Venus* n. spec.

*Tellina* spec.

*Panopaea vetula* Phil.

Sobre estas capas marinas siguen, al oriente del pique Amalia en Lebu i en Ranquil, rocas de color verde claro cuyo producto de descomposición son arcillas blancas caoliniformes.

En la Punta Fraile se encontraron, por el contrario, sobre las areniscas marinas ricas en fósiles, otras capas marinas más; arcillas arenosas de color gris en parte calcáreas de la Punta Pichicui. La fauna se compone de:

Turritella spec.  
Natica Volkmanni Phil.  
Pectunculus araucanus Phil.  
Nucula cuneata Sow.  
Tellina auca Phil.  
Limopsis spec.

Estas capas de Pichicui constituyen probablemente los sedimentos mas nuevos del mioceno en la provincia de Arauco, i corresponden a las descompuestas arcillas arenosas ricas en caolina, respectivamente a las areniscas arcillosas, que componen casi todos los cerros desde la Punta Lavapié hasta Yane. En la mitad del camino entre Llico i Yane se encuentra, en areniscas descompuestas de color café:

Natica cf. famula Phil.  
Solen elytron Phil.  
Nucula Medinae Phil.  
Nucula oxyrhyncha Phil.

#### *El plioceno*

Como plioceno señalan Steinmann i Möricke las areniscas ricas en fósiles de Coquimbo i Caldera, cuya fauna, en contraposicion a la de las capas de Navidad, tiene un marcado hábito pacífico. Capas con la misma fauna se encuentran tambien en la costa norte de la provincia de Arauco, en el camino desde la ciudad de Arauco hácia el rio Tubul. Son areniscas de color gris oscuro, de grano fino i solo poco cimentadas, que constituyen aquí las escarpadas pendientes de 100 m. de altura. En cuanto a fósiles, se encontraron:

Balanus spec.  
Fusus Steinmanni Mör.  
Tritoninia cf. Thersites Phil.  
Pecten tenuicostatus Hupé.  
Pecten cf. Hupéanus Phil.  
Pecten spec.  
Cardium obesum Phil.  
Solen spec.  
Venus araucana Phil.

Tanto por su fauna como tambien por su estructura petrográfica, estas capas del plioceno se pueden distinguir fácilmente de las del mioceno.

#### *El cuaternario*

Los sedimentos mas recientes de la provincia de Arauco pertenecen al cuaternario. Como los sedimentos de esa época se formaron en tierra firme que se levantaba paulatinamente, las capas de mayor altura son al mismo tiempo

tambien las mas antiguas. Las capas cuaternarias mas antiguas forman el subsuelo de la altiplanicie de Colico; en esta localidad tienen una altura de cerca 140 m. i un espesor aproximado de 30 m.; forman el horizonte principal de las aguas subterráneas. Los piques, a causa de la poca consistencia de estas capas, tienen que revestirse firmemente con madera en la parte superior. La fauna del cuaternario es completamente idéntica con la del mar que hoy día baña la costa de Arauco. En un corte de la vía férrea junto a Colico, i segun comunicacion del señor Finger de Colico, se encontró el esqueleto completo de una ballena a mas o ménos 140 m. de altura.

Mas hácia el norte, estas capas aumentan en espesor, i en el fundo Huacho, situado al sur de Arauco, alcanzan un espesor de 60 a 70 m. Junto al hospital de la ciudad de Arauco, es digno de observarse el cuaternario por un pequeño yacimiento de carbon impuro.

Un sedimento cuaternario mas moderno se encuentra en el fundo de las minas Errázuriz, junto a Lebu, sobre un terraplen marino. Por lo demas, deben considerarse aquí tambien los terraplenes formados en los valles de los rios.

Las capas cuaternarias faltan por completo en la Cordillera de la Costa i en el terraplen mas alto, antepuesto a dicha Cordillera; en este terraplen están situadas las minas de Curanilahue. Las capas cuaternarias faltan ademas en los cerros situados entre la Punta Lavapié i Yane, que en la época de la formacion del terraplen de Colico salian en forma de isla por sobre la superficie del mar.

### *La Tectónica*

En cuanto a la tectónica de las antiguas rocas de la Cordillera de la Costa, que no tiene gran importancia para los sedimentos carboníferos, se ha dicho ya lo necesario en el capítulo que trata de las capas precretáceas.

En la época en que se sedimentó el terciario carbonífero en Arauco, es mui probable que la Cordillera de la Costa no existiera todavía en su forma actual de montaña; formaba talvez una planicie plana que ascendia paulatinamente del mar hácia la Cordillera de los Andes. En la ladera occidental de esta superficie se depositaron, en pantanos grandes, los mantos del carbon i las rocas que los acompañan. Por las investigaciones practicadas en el verano, de 1911-12 aun no se puede constatar hasta donde llegaron estas capas terciarias en direccion oriente, ni tampoco si han llegado mas hácia el oriente del meridiano que en la actualidad corresponde mas o ménos a la línea de las altas cumbres de la Cordillera de la Costa. Pero esta cuestion es de tan alta importancia, que se hace absolutamente necesario un exámen mas minucioso del valle longitudinal en el verano próximo. Llamamos espresamente la atencion hácia el hecho de que los yacimientos de carbon que hasta la fecha conocemos en el valle longitudinal, no tienen relacion ni la mas mínima con los de la zona carbonífera propiamente tal. Los carbones del valle longitudinal, en cuanto nos son conocidos hasta la fecha, son mucho mas recientes.

Las capas del oligoceno-mioceno, depositadas horizontalmente, ya no las encontramos en ningun punto de Arauco o Concepcion en su posicion primitiva. A los procesos posteriores de solevantamiento, que han conducido a la actual

forma de la Cordillera de la Costa, las capas terciarias deben su inclinacion hácia el occidente, que varia entre  $8^{\circ}$  i  $20^{\circ}$ , siendo su rumbo el de norte a sur.

Si desde la ciudad de Arauco se sigue caminando mas hácia el occidente, las capas carboníferas se encuentran cubiertas primeramente por sedimentos mas recientes; en la Punta Pichicui i en la del Fraile, el mioceno marino superior tiene tambien rumbo de norte a sur, con un débil manteo que oscila entre  $3^{\circ}$  i  $7^{\circ}$ , hácia el E. Por consiguiente, domina en la rejion norte de Arauco una tectónica sinclinal.

Mas al occidente de la Punta del Fraile cesa en seguida la tectónica regular. Desde aquí hasta Llico se encuentran dos anticlinales que corren en direccion norte-sur. Los cerros entre Lavapié i Yane tienen una tectónica irregular debido al gran número de fallas. Una tectónica sinclinal del terciario en Arauco, no se puede comprobar mas hácia el sur con las observaciones hechas hasta ahora. Junto a Ranquil, el manteo occidental llega hasta la costa; en Lebu domina un manteo hácia el E. en el fundo Errázuriz, pero mas hácia el oriente, en las minas Victoria, dominan condiciones completamente irregulares, que de ningun modo pueden clasificarse como de una estructura sinclinal.

Las numerosas fallas que cruzan el terciario, se han formado simultáneamente con la inclinacion de las capas. Tambien en la estructura de las fallas se distingue la rejion oriental antepuesta a la pendiente occidental de la Cordillera de la Costa, por la gran regularidad en el desarrollo de la estructura de las fallas.

En la parte oriental, las fallas levantan siempre de nuevo los mantos inclinados hácia el occidente; las fallas de esta naturaleza, en las cuales la parte oriental se ha bajado, constituyen la regla. Las fallas mismas tienen inclinacion hácia el E. Las escasas fallas con la parte occidental bajada, tienen tambien siempre un manteo hácia el occidente.

Por lo jeneral, las fallas corren aproximadamente en la direccion del rumbo de las capas, es decir, de norte a sur, pero frecuentemente con pequeñas desviaciones hácia el oriente u occidente. Una escepcion de esto la constituye la rejion de Curanilahue, de la cual hablaremos mas detalladamente en la seccion respectiva.

Completamente distintas son las condiciones en las rejiones mas occidentales de la zona carbonífera, por ejemplo, en Lebu. Aquí, dada la estraordinariamente irregular construccion tectónica de la rejion minera, no se pueden establecer reglas jenerales sobre la direccion i sentido de las fallas. Solo podemos decir por ahora, que las fallas que corren en direccion EO., desempeñan un papel mucho mayor que en las rejiones carboníferas situadas mas al oriente. Esto mismo rije tambien con respecto a las rejiones de Ranquil situadas al norte de Lebu, i de las de Yane-Huenapiden.

Aun no se puede indicar con toda exactitud la edad de las fallas. Con toda seguridad es precuaternaria i postmiocena. Hasta la fecha aun no se ha podido observar la superposicion del plioceno del Tubul sobre el mioceno, i como plioceno, dislocado solo mui débilmente, se encuentra justamente en el centro del del sinclinal donde tambien el mioceno se encuentra relativamente poco dislocado, no se puede decir si el plioceno se ha depositado despues de la formacion de las fallas en forma de «trasgresion», o si lo ha hecho ántes. En atencion

a la gran diferencia en la fauna del plioceno i mioceno, parece ser lo mas probable que las fallas sean de la edad prepliocena.

Junto a Colico, i en muchos otros puntos de la provincia de Arauco, las arenas i arcillas cuaternarias están depositadas horizontalmente sobre las capas terciarias carboníferas con manto hacia al occidente, pasando sin dislocacion alguna por sobre las fallas mas intensas. Estas capas mas recientes se depositaron inmediatamente despues de la formacion de las fallas sobre las ya aplanadas rocas terciarias. Una vez solevantado todo el continente, la provincia de Arauco formaba una planicie cubierta por arenas de 30 a 60 m. de espesor, i en la cual comenzaban a formar sus lechos los rios actuales. Por consiguiente, queda del todo escludido que las fallas, cubiertas por una capa de arena de a lo ménos 30 m. de espesor, tuvieran ni siquiera la mas mínima influencia sobre la configuracion de los valles fluviales. La opinion sostenida por Nogués i actualmente todavía por numerosos ingenieros de minas, acerca de una relacion entre los valles i las fallas, carece de todo fundamento.

### III

## DESCRIPCION GEOLOGICA DETALLADA DE LAS DIFERENTES REJIONES MINERAS EN LA ZONA CARBONIFERA

### A. La rejion minera de Lebu

- 1). Relacion jeográfica.
- 2). Estratigrafía del mioceno de Lebu.
- 3). Mantos de carbon.
- 4). Descripcion de las diversas rejiones mineras.

#### I) RELACION GEOGRÁFICA

(Plano núm. I.) (\*)

La rejion minera de Lebu tiene, desde Millongue en el norte hasta las minas Errázuriz al sur, una longitud de 8 a 9 kms. Tanto en el norte como en el sur, las minas se encuentran restringidas a las inmediaciones del mar, pues la presencia de mantos explotables, pudo reconocerse fácilmente en las escarpadas costas, creadas por la fuerza de las olas. En el valle del rio Lebu, que en sus laderas lleva tambien mantos descubiertos, las minas llegan hasta a mas o ménos 7 kms. aguas arriba de la desembocadura.

La rejion de Lebu se divide orográfica i tectónicamente, en las siguientes tres partes:

(\*) Los trece planos que ilustran este informe no ha sido posible darles cabida en el Boletín, pero se publican en folleto separado i, ademias, se insertarán en el volúmen V de la Estadística Minera, actualmente en prensa.

1. *Minas Errázuriz*, un macizo de capas con rumbo principal NS. i con manteo hácia el E. que forma la península de 100 m. de altura situada al SO. de la ciudad de Lebu.

2. *Camaron (Minas Victoria)*. El límite con las minas Errázuriz está formado por una falla de aproximadamente 400 m. que corre en direccion NS.; el límite norte lo forma el rio Lebu i la dislocacion que en su valle corre en direccion EO. El rumbo predominante es el de NO. a SE., i el manteo es hácia el SO.

3. *La rejion al norte del rio Lebu* (Minas Millaneco i Millongue), con direccion EO. i manteo hácia el N.

## 2). ESTRATIGRAFÍA DEL MIOCENO DE LEBU

(Plano núm. 2 i núm. 12).

Segun el perfil del pique Amalia, i segun las capas descubiertas en la costa de las minas Errázuriz i demas alrededores de Lebu, puede establecerse la siguiente division jeneral del mioceno de esa rejion:

3. Seccion superior { b) arcillas claras sin cal  
no carbonífera { a) areniscas arcillosas ricas en fósiles.

2. Areniscas límnicas con arcillas i mantos de carbon incluidos.

1. Areniscas marinas inferiores con *Serpula*.

1. Las capas mas profundas conocidas hasta ahora en Lebu, son areniscas oscuras ricas en mica i arcilla, que incluyen frecuentemente concreciones calcáreas del tamaño de un puño. En las concreciones calcáreas se encuentran con mucha frecuencia colonias de *Serpula* i cangrejos fósiles. Por lo demas, se encontraron en estas capas, ademas de numerosos trozos de madera fósil, tambien los siguientes fósiles:

*Fusus* cf. *Lebuensis* Phil.

*Turritella* *trilirata* Phil.

*Vermetus* spec.

*Lutraria* cf. *undata* Phil.

*Nucula* *Lebuensis* Phil.

*Nucula* cf. *discors* Phil.

*Serpula* spec.

En formacion típica se encuentran estas capas en la playa de las minas Errázuriz, desde la Boca Mina Planchon hasta mas allá de la Punta Tucapel, i ademas en el costado norte de la bahía de Millaneco. Tambien en el socavon principal de las minas Victoria se encuentran concreciones calcáreas con tubos de *Serpula* debajo del manto «Alto».

Hácia arriba tiene lugar una lenta transicion hácia las areniscas límnicas de la 2.<sup>a</sup> seccion.

En la mas arriba mencionada playa de las minas Errázuriz, se encuentra

un gran bloc caído de lo alto de la ladera, i que por constitucion petrográfica debe asignarse indudablemente a la 2.<sup>a</sup> seccion de la tabla estratigráfica indicada anteriormente; este bloque contiene una estensa colonia de *Serpula*.

2. Con estas areniscas, que constituyen el suelo del manto «Alto», hemos llegado ya a la seccion carbonífera.

La roca dominante de este grupo es una arenisca arcillosa de color verde, casi siempre con falsa estratificacion. En las areniscas se encuentran diseminados irregularmente rodados de cuarzo del tamaño de una arveja. Frecuentemente se encuentran incluido tambien zonas de conglomerados de 0.20 a 0.40 m. de espesor, cuyos rodados tienen casi siempre el tamaño de arvejas i solo escepcionalmente el de un puño; los rodados se componen casi siempre de cuarzo i andesitas.

En comparacion con las areniscas, las arcillas ocupan un lugar mui secundario, i se encuentran siempre acompañando los mantos de carbon; jeneralmente son arcillas oscuras ricas en mica, que contienen numerosos vegetales. En las laderas del fundo Errázuriz hácia el mar, las arcillas se conocen fácilmente por su tendencia a formar terrazas.

De importancia son 3 inclusiones de capas marinas en estas capas que por lo demas son casi esclusivamente terrestres. La capa inferior de estas tres, se encuentra mas o ménos a 10 m. sobre el manto «Chico», i se ha encontrado en el pique Amalia. Sensible es que en la coleccion de la Minas Errázuriz ya no existia ninguna muestra de esta capa fosilífera.

Las otras dos capas con fósiles consisten en areniscas mui arcillosas, que encierran un gran número de *Anomia Ovallei Phil.* Una de estas capas está a distancia de 2 m. i la otra de 30 m. encima del manto «Sin Nombre».

Llama la atencion el brusco cambio que a distancias tan cortas se opera en el espesor de esta seccion central. En un trecho de sólo 1,5 km., el espesor baja de 160 m. en el pique Amalia, a 110 m. en el pique Rosario. Estos 110 m. permanecen invariables mas hácia el norte en las minas de Millaneco.

3. a.—La característica transición de la 2.<sup>a</sup> seccion a la 3.<sup>a</sup>, se puede ver perfectamente en los tres perfiles de Lebu (perfiles Tabla 12). Sobre el manto superior, el manto «Huitrero», siguen en un espesor de 20 a 25 m., areniscas pertenecientes a la 2.<sup>a</sup> seccion; en seguida comienza la 3.<sup>a</sup> seccion, en el perfil de la Boca Mina Santa Cruz directamente con una arenisca glauconítica marina, sigue despues una constante alternativa entre areniscas arcillosas verdes con restos vegetales i areniscas marinas mas duras que contienen cal. El fósil mas característico de este grupo es el *Mytilus*, que se encuentra en cantidades enormes en ciertas capas de rocas.

Segun el perfil del pique Amalia, siguen mas arriba de nuevo unos 60 m. de areniscas i arcillas apizarradas sin fósiles marinos; sobre estos sigue otra vez una capa marina que puede observarse tambien en el camino desde el pique Amalia hácia Lebu, mas o ménos 200 m. al NE. del pique. Son areniscas verdes mui arcillosas que se descomponen tomando color blanco, i que contienen una numerosa fauna del mioceno de la «Punta del Fraile».

Exactamente las mismas capas se encuentran mas hácia el norte de la playa junto a Ranquil i en Lebu. (Véase páj. 26).

3. b.—Tanto en Lebu como tambien en Ranquil siguen sobre estas capas,

capas arcillosas sin fósiles. Son estos bancos consistentes de color verde claro, unos 10 m. de fractura concoidal i que al descomponerse toman color blanco; su espesor alcanza a 0,60 m. i se alternan con capas mas arcillosas. Esto se puede comprobar tanto en Lebu al oriente del pique Amalia, como tambien en Ranquil en la playa.

### 3).—MANTOS DE CARBON

La ya mencionada oscilacion en el espesor de la seccion carbonífera, tiene naturalmente por consecuencia una correspondiente irregularidad en las distancias entre los diversos mantos. Como al mismo tiempo las capas del suelo i del techo de los mantos tienen una gran variabilidad, resulta mui difícil indicar señales características para cada manto, segun las cuales pudieran reconocerse sin dificultad en cualquier punto del campo. Pero justamente los mantos principales «Huitrero», «Chico» i «Alto» pueden reconocerse fácilmente, siempre que sea posible ver bastante capas descubiertas.

El manto «*Huitrero*» es el manto superior. Al sur del rio Lebu posee un espesor de 1.00 m. i constituye en las minas Errázuriz i Victoria, uno de los mantos principales. Por el contrario, al norte del rio, en Millaneco, el espesor es considerablemente menor, de modo que en esta parte no es rentable la explotacion. El carbon es de color negro brillante i fractura coidal. Para reconocer este manto en el terreno, es de gran importancia su posicion a mas o ménos 25 a 35 m. debajo de la seccion marina superior con sus características rocas. Característico para el manto «Huitrero» es tambien el manto que le sigue hácia abajo despues de una capa de 6 m. de arenisca. Me refiero al manto «*Bronceado*». El espesor de este manto, que es de escasa pureza por la mezcla con pirita i arcilla, oscila entre 0.30 i 0.60 m. al sur de Lebu. Al norte del rio, en Millaneco, el espesor se reduce a 0.10 m. i la distancia del manto «Huitrero» es de 2.00 m.

En el pique Amalia sigue despues a 48 m. de hondura, un pequeño manto de 0.27 m. de espesor, que es notable por un suelo de arcilla que contiene numerosos restos de conchas de Anomia Ovalle i Phil. El manto mismo se conoce únicamente en el perfil del pique Amalia. Pero en el pique Rosario se observa claramente su situacion por la capa de arcilla apizarrada que se presenta a los 36 m.

El manto «*Sin Nombre*», en el pique Amalia, tambien posee como acompañante, una capa rica en fósiles con Anomia Ovalle i Phil, que se encuentra en el techo. Practicamente, este manto de 0.30 a 0.50 m. de espesor, no tiene importancia alguna.

El manto «*Raton*» tampoco se explota en las minas Errázuriz. En cambio, este manto es explotable en las minas Camaron Viejo, situadas al sur de Lebu i donde tiene un espesor de 0.60 m. i en Millaneco donde su espesor es de 0.75 m. El carbon es mui semejante al del manto «Huitrero» i posee, tal como este último, una fractura concoidal.

El manto «*Chiflon*» tiene un espesor que oscila entre 0.40 i 0.80 m., i se explota en el pique Amalia. En Millaneco el carbon contiene excesivas cantidades de pirita i arcilla, de modo que su explotacion no es remunerativa.

El *manto «Chico»* es uno de los mantos principales de las minas situadas al sur del río Lebu, donde alcanza un espesor de 0,60 i 1,10 m. El carbon es de color negro brillante, i se fractura como la pizarra. En las minas Victoria, sin ninguna capa intermediaria, posee en la playa junto al pique Cármen, inclusiones irregulares de capas arcillosas negras ricas en pirita. Al norte del río Lebu en las minas Porvenir, el manto «Chico» tiene un espesor demasiado insignificante, i en Millaneco contiene excesivas cantidades de arcilla i pirita para ser apropiado para la explotacion.

Un acompañante característico del manto «Chico» en toda la rejion carbonífera de Lebu, son areniscas grises, delgadas, de grano mui fino i ricas en fierro, que se concentra en delgadas capas cimentadas por limonita. El suelo está constituido por arcillas refractarias oscuras en parte arenosas, i arcilla apizarrada, que en la playa junto al pique Cármen contiene un pequeño manto de 0.10 m. de espesor; en Millaneco corresponde a este manto un mantito de 0.05 de espesor.

El *manto «Alto»* sigue debajo de los anteriores mantos a una distancia de 10 a 11 m., i es el manto explotable mas profundo. El carbon tiene el mismo aspecto que el manto «Chico», i tiene un espesor de 1.00 a 1.50 m.; frecuentemente se encuentran intercaladas capas intermediarias de arcillas apizarradas oscuras i ricas en mica.

#### 4).—DESCRIPCION DE LAS DIFERENTES REJIONES MINERAS

##### a) *Minas Errázuriz*

(Planos núms. 1 i 2)

La rejion de las minas Errázuriz consta, como ya se ha dicho, de un conjunto de capas que, por lo jeneral, tiene rumbo N-S i manteo hácia el E. El plano N.º 1 i el perfil en la Tabla N.º 2 espone claramente la tectónica.

En este perfil se reconoce la inclinacion hácia el E., que llega mas o ménos a 20°, como tambien la dislocacion de los mantos en el E., por la gran falla de Santa Fé, que hace subir los mantos situados al oriente. Esta falla de Santa Fé, es acompañada probablemente por varias otras fallas, que en conjunto provocan una diferente altura de 400 m. en la situacion de los mantos al oriente i occidente de esta línea. La falla situada al occidente del pique Cármen, tiene aproximadamente una altura de 40 m. i ha obrado en sentido contrario al de la falla de Santa Fé. El campo carbonífero del pique Amalia está situado entre estas dos fallas que corren en direccion N-S., i queda limitado al sur por una falla de 40 m. que hace bajar al manto «Huitrero» casi hasta la superficie del mar. Al norte del pique Amalia se encuentra la falla Constancia, que ha hecho bajar en 140 m. la parte norte i que ha llevado al manto «Huitrero» del campo carbonífero norte, casi hasta la misma altura del manto «Alto» del campo Amalia. Mas al norte parecen tomar mayor intensidad las dislocaciones tectónicas en los antiguos campos del pique Rosario i Javier, hecho que se comprueba por las variaciones en los rumbos i manteos de los mantos de esta parte. Las numerosas fallas situadas entre la Boca Mina Santa Cruz i las «Minas Antiguas» en el extremo sur de las minas Errázuriz, constituyen la continuacion de la falla Santa Fé.

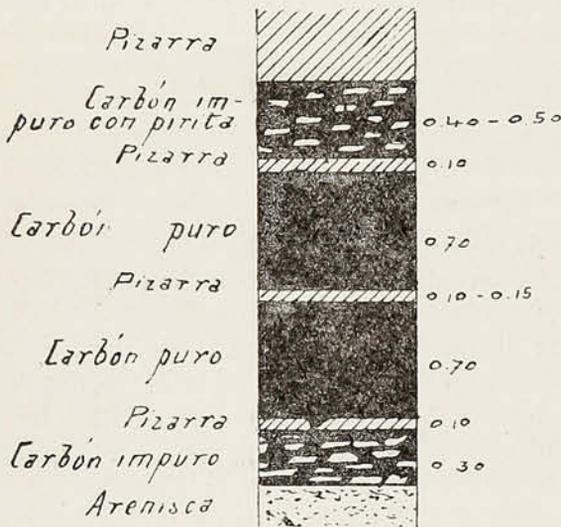
La extracción del carbon está concentrada hoi dia casi esclusivamente al pique Amalia; se esplotan los mantos «Huitrero», «Chiflon», «Chico» i «Alto». Estos mantos corresponden del todo a las esposiciones hechas en el capítulo anterior sobre los mantos, de modo que solo nos resta hacer algunos pequeños agregados.

El techo del manto «Chico» varia completamente en la playa a 500 m. de distancia, pues en lugar de una arenisca de 9 m. de espesor en la vecindad del pique Cármen, se encuentra ahora una arenisca de solo 1 m. de espesor, encima de la cual siguen 5 m. de areniscas que incluyen varias capas de arcilla; el suelo queda el mismo, i lo constituyen arcillas blandas oscuras, debajo de las cuales se encuentran arcillas apizarradas i arenosas.

El manto «Alto» muestra en el pique Amalia, segun datos sumistrados por el señor Proessel de Lebu, ex-injenerio de las minas Errázuriz, el siguiente perfil de detalle:

*Pique Amalia*      *Escl. 1:50*

*Manto Alto*      *Lebu*



Capas intercaladas de pizarra dividen el carbon en 4 partes, de las cuales se esplotan únicamente las dos centrales, que en conjunto tienen un espesor de 1.40 m. de buen carbon. Una gran desventaja del manto «Alto» de las minas Errázuriz es su tendencia hácia la auto-inflamacion.

b) Camaron.

En esta parte de la altiplanicie de la provincia de Arauco, que sobrepasa en el sureste de la ciudad de Lebu, se encuentran los laboreos principales de las minas Victoria. Los planos N.º 1 i N.º 2 reproducen las condiciones tectó-

nicas. El rumbo predominante es el NO.-SE. pero sufre frecuentes desviaciones debidas a fallas. La inclinacion está dirijida hácia el SO. i por regla jeneral no es mayor a 18º a 20º. Ademas de numerosas pequeñas fallas, se pueden mencionar dos grandes, una que corre de ONO. a ESE. casi paralelamente al rio Lebu i de 120 m. de altura que ha hecho bajar las capas hácia el N. en direccion hácia el valle del rio Lebu; esta falla es probablemente la prolongacion oriental de la falla Constancia de las minas Errázuriz. La segunda falla corre casi perpendicularmente a la primera, de NNE. hacia SSO. i hace bajar la parte occidental de mas o ménos 40 m. Las fallas mas pequeñas tienen jeneralmente una direccion de NE. a SO.

En total se esplotan 4 mantos: el manto «Huitrero» con 0.90 a 1.70 m., el

manto «Raton» con 0.55 m. el manto «Chico» con 0.90 m. i el manto «Alto» con 1.50 m.

El carbon del manto «Alto» no ofrece dificultades en el Camaron, pues no existe la tendencia de la auto-inflamacion; pero este manto tiene un espesor mui poco constante i mucha irregularidad en la calidad del carbon. En el pequeño campo situado al norte de la falla de 120 m. mui cerca de la ciudad, el manto «Alto» tiene un espesor de 1.60 m. i se compone totalmente de carbon puro. En el «socavon principal», en el lado norte de esa misma falla, el manto tiene la estructura ordinaria: 1.50 m. de carbon con capas intermediarias de arcilla apizarrada. Al otro lado de la falla, el manto «Alto», a causa de impurezas demasiado considerables, no es explotable; solo en la parte actualmente en explotacion viene a poseer de nuevo la estructura normal.

Llama la atencion la ausencia de los mantos «Raton» i «Sin Nombre» al norte de la falla principal.

### c) *La rejion al norte del rio Lebu*

Como ya se ha mencionado, domina aquí el rumbo de E-O. con manteo hácia el N. El límite sur lo constituye el rio Lebu, a lo largo de cuyo valle corre probablemente una falla en direccion E-O. (Véase Plano N.º 2 perfil e. f.)

Inmediatamente al norte del rio se encuentran las minas de Conquil, que pertenecen a las minas Errázuriz. Una clavada avanzada en el manto «Chiflon» en la direccion de la inclinacion de éste, ha comprobado la existencia de un extenso campo carbonífero regular.

Mas hácia el norte siguen las minas Porvenir, en las cuales se explota el manto «Alto», a pesar de ser aquí solo de poco espesor. El rumbo es E-O., el manteo es de 23°.

En una escala mayor bajo condiciones mas favorables se trabajaba mas al norte en las minas de Millaneco, abandonadas hace solo poco tiempo. Los planos n.º 1 i 2 dan esplicaciones sobre las condiciones tectónicas. Los mantos tienen aquí un rumbo de E. a O. i el manteo es de 23° al N. Hasta ahora se ha encontrado solo una falla grande que corre en direccion NNE. a SSO. i que ha hecho bajar la parte oriental en 40 m.

El conjunto de capas existe aquí completo, desde las capas marinas fosilíferas superiores hasta el manto «Alto». Pero los mantos muestran, en comparacion con las rejiones situadas al sur del rio Lebu, varias diferencias.

El manto «Huitrero» que en el campo del sur es uno de los principales, no es explotable a causa de su poco espesor (0.50 m). El manto «Bronceado» no sigue a una distancia de 6 m. como lo hace comunmente, sino a una de 2 m. El manto «Raton» se explota aquí con un espesor de 0.75 m.

El manto «Chico» en comparacion con el de las minas Porvenir, ha aumentado en espesor, pero todavía no es explotable por contener mucha pirita i arcilla. El manto «Alto» tiene una formacion normal, pero en un punto la capa intercalada de arcilla apizarrada llega hasta tener un espesor de 1.00 m. La division superior del manto tiene un espesor de 0.60 m. i la inferior uno de 0.64 a 0.70 m.

En la playa al norte de Millaneco se encuentran las antiguas minas de *Millongue*. El perfil esquemático del Plano N.º 2 fué confeccionado por mí, según las capas descubiertas observadas en la playa, i comprueba la exacta coincidencia de las condiciones tectónicas i estratigráficas con las de Millaneco. El rumbo es de E. a O. i el manto es de 30º al norte.

Al norte de Millaneco, una falla que corre en direccion E. a O., de 400 m. de altura, coloca las rocas de la seccion marina inferior del terciario al lado de las de la seccion marina superior. Una segunda falla de igual sentido, de aproximadamente 200 m. de altura, se encuentra al norte con direccion N. NE.-S. SO. en una quebrada situada al sur del antiguo pique de las minas *Millongue*.

Los mantos i su distribucion son como en *Millaneco*. El manto «*Huitrero*» tiene un espesor de 0.50 m. i fué explotado en otros tiempos. Los mantos «*Chico*» i «*Alto*» tienen en la parte sur de *Millongue* un espesor de 0.85 m. En la parte norte de *Millongue* se explotaban anteriormente estos dos mantos en un pique, hasta que el mar, entrando a los laboreos por el pique, obligó a abandonar las minas.

Al norte de *Millongue*, en *Ranquíl*, el rumbo E.-O. i el manto al norte, son reemplazados por una direccion N.-S. i una inclinacion hácia el O. La línea de separacion corresponde probablemente a una gran falla.

#### IV.—MINAS EN LOS FUNDOS VICTORIA I CHICAUCURA

En la curva del rio *Lebu* i situadas en la ladera norte del valle, se encuentran las minas del fundo *Victoria*, pertenecientes a la Sociedad de igual nombre, i de cuyas minas principales, situadas en el *Camaron*, hemos hablado ya. La explotacion iniciada solo hace poco tiempo, se limita actualmente al manto «*Huitrero*». La direccion es la de N.-S. i la inclinacion es hácia el E. Hasta ahora se han encontrado condiciones completamente regulares en la colocacion de las capas.

La misma falla, que corre mas abajo en el valle, separando las minas *Conquil* de las del *Camaron*, se hace notar tambien aquí, pues al sur del rio, en el fundo «*Chicaucura*», en la Boca Mina «*Antihua*» domina una direccion E.-O.

##### *B. La rejion minera de la provincia Arauco oriental*

- 1) Relacion jeneral orográfica-jeológica.
- 2) El campo carbonífero norte.
- 3) El campo carbonífero sur.
- 4) Estratigrafía comparada de los mantos de carbon del campo norte i los del campo sur.

##### 1) *Relacion jeneral orográfica-jeológica*

Los campos carboníferos situados en ámbas orillas del rio *Carampangue*, como tambien los de *Curanilahue* i *Pilpilco* hasta *Temuco* (Provincia *Arauco*) al sur, se encuentran todos antepuestos a la ladera occidental de la Cordillera de la Costa. En parte están situados, como sucede con los de *Colico*, sobre la

altiplanicie de Arauco que en Colico alcanza una altura de 140 ms. Esta altiplanicie está cubierta junto a Colico por arenas i arcillas sueltas, que alcanzan un espesor de 20 a 30 ms. Por la fauna que contienen, estas capas deben asignarse al cuaternario. Por la gran cantidad de agua subterránea, el cuaternario opone algunas dificultades a la escavacion de los piques. Entre la altiplanicie de Colico i los Cerros de la Cordillera de la Costa, a 200 ms. de altura, hai otro terraplen mas antiguo, de edad indeterminada; en este terraplen están situadas las minas de Curanilahue, Pilpilco, Cullinco, etc. No tomando en cuenta una capa de greda roja, de espesor variable, que contiene aislados rodados de cuarzo, faltan por completo las sueltas capas superiores de la altiplanicie de Colico.

De interes es la presencia de la formacion cretácea (capas de Quiriquina) en el estrecho valle del rio Carampangue, junto a Colico; dichas capas se encuentran aquí poco mas abajo de la desembocadura del estero Nahuelan. El cretáceo con un conglomerado basal de mas o ménos 15 ms. de espesor, descansa discordantemente sobre las antiguas filitas de la Cordillera; mas arriba siguen areniscas verdes de unos 5 ms. de espesor con numerosa fauna, principalmente *Cardium acuticostatum* d'Orb i *Trigonia Hanetiana* d'Orb. Ademas se presentan areniscas quebradizas, ricas en arcilla, que contienen restos vegetales e *Inoceramus*. Encima de estas areniscas comienza el terciario carbonífero. En este punto, por la falta de tiempo i ausencia de afloramientos de capas, no se pudo determinar la discordancia entre el cretáceo i el terciario. Es de suponer que mas tarde cuando se investigue mas minuciosamente la zona limítrofe entre el terciario i la mica-esquita, se encuentren todavía numerosos sedimentos de capas cretáceas.

En el campo carbonífero norte, en el cual deben entenderse comprendidos Colico, Quilachanquin (minas Carampangue), Peumo i Maquegua, los mantos están distribuidos en una série de capas de 150 a 200 ms. de espesor i por esto tienen una gran semejanza con los de Lebu. En el campo carbonífero sur, Curanilahue, Pilpilco, Cullinco i mas al sur, reinan aparentemente condiciones distintas; en estas minas se limita la explotacion a dos mantos separados entre sí por sólo 12 a 20 ms. de arcillas i areniscas. Pero en realidad no existe una diferencia jeológica entre los dos campos carboníferos norte i sur, lo que se demostrará en el capítulo B, 4.

La direccion del límite entre el terciario i las antiguas pizarras de la Cordillera de la Costa (véase Tabla N.º 3) es en primer lugar la de N. a S. en el fundo Quilachanquin i en Colico; pero despues, en el fundo Descabezado, el límite retrocede bruscamente en 10 kms. hácia el E. siguiendo el valle del Nahuelan, para pronto despues avanzar nuevamente, prolongando la antigua direccion. Esta gran bahía terciaria sobresaliente hácia el E. debe probablemente su origen a fallas de direccion E.-O., hecho hácia el cual indican las fallas que en las minas del valle Plegarias tienen una direccion mas E.-O., siendo que en Colico tienen jeneralmente una direccion NNE-SSO.

La tectónica de los mantos de esta rejion sur es relativamente sencilla. El rumbo es de N.-S. i el manteo es de 15 a 20º hácia el O. Este conjunto de capas inclinadas uniformemente hácia el O. habria hecho bajar rápidamente el carbon a grandes honduras, si las mas o ménos numerosas fallas inclinadas

hacia el E. i de direccion NNE.-SSO. no hubieran levantado siempre de nuevo los mantos. Son raras las escepciones, es decir, las fallas que han hecho bajar la parte occidental; en este caso, las fallas mismas tienen una inclinacion hacia el O. La desviacion E.-O. de las fallas en las minas de Curanilahue se ha mencionado ya.

La única diferencia es la tectónica del campo carbonífero norte i el del sur consiste talvez en que este último está surcado por menor número de fallas. Pero los trabajos de Pilpilco i mas al sur aun no han avanzado lo suficiente para poder dar a este respecto un fallo definitivo.

## 2) *El campo carbonífero norte*

### a) *Colico*

(Planos núms. 4 i 5)

#### *Orden de sucesion de las capas.*

El orden en que se suceden las capas, puede consultarse en el perfil de las minas Colico que se encuentra en el plano N.º 12. Como por desgracia faltan las capas descubiertas tal como existen en la escarpada ladera de las minas Errázuriz, no se pudo seguir aquí en la superficie del suelo, ningun estenso perfil coherente; las observaciones hechas hasta ahora pueden clasificarse sólo con cierta inseguridad en este perfil.

Si desde el hotel de Colico se toma la calle hacia el NO. i si al llegar a las últimas casas del pueblo se dobla directamente hacia el N., se llega al valle del rio Colorado, que ha descubierto las capas terciarias situadas debajo de las capas cuaternarias superiores. Mas o menos junto a la última letra de la palabra «Rio Colorado» en el mapa, se encuentran areniscas arcillosas de color verde que contienen numerosas concreciones calcáreas que, en su gran mayoría, encierran restos de cangrejos. Mui raras son las conchas. Además se encuentra madera petrificada llena de taladros de conchas perforadoras. Este punto es tocado por el perfil trasversal C-D trazado a traves de las minas Colico (Plano N.º 5). Según este perfil, nos encontramos mas o menos a 150 ms. sobre el manto «Mora».

Los siguientes 70 ms. de areniscas no pudieron observarse en la superficie. Vienen en seguida, mas o menos a partir de 70 ms., capas descubiertas en el valle del Carampangue, poco mas abajo del punto en que desemboca el estero Colorado. Una comparacion de este perfil con los perfiles a traves de las capas encima del manto «Huitrero» en Lebu, perfiles que se encuentran representados en el mismo plano ya citado, comprueba mucha semejanza. Las areniscas que contienen restos vejetales i *Mytilus* se encuentran tambien en Lebu cerca de la Boca Mina Santa Cruz (minas Errázuriz), sobre el manto superior como en Colico. Tambien las areniscas arcillosas de color verde, que contienen los bancos firmes, pertenecen a las fácilmente reconocibles capas encima del manto «Huitrero». Según esto, ya no cabe lugar a dudas de que el manto «Huitrero» de Lebu es idéntico con el manto «Mora» de Colico. Pero en Colico faltan

los 30 ms. de areniscas limnicas, que forman el techo del manto «Huitrero» de Lebu.

Con el manto «Mora», comienza la seccion carbonífera del terciario, la cual, lo mismo que en Lebu, se compone principalmente de areniscas; éstas tienen la misma estructura que las areniscas correspondientes de Lebu; son generalmente de color verdoso i de grano fino, regular i grueso, con frecuencia de estratificación diagonal i con capas intercaladas de conglomerados. Las arcillas son ménos frecuentes; sólo se encuentran acompañando a los mantos «Fortuna», «Mezcla», «Chico» i «Alto». En su mayoría son arcillas refractarias con numerosas impresiones de hojas, como también arcillas apizarradas i pizarra carbonífera. En el techo del manto «Chico» se encuentra una intercalación de capas marinas entre los 260-287 ms. del perfil. Probablemente pertenecen a estas capas las areniscas con *Turritella* encontradas en la ladera de la Boca Mina Porvenir. Debajo del manto inferior, el manto «Arbol», ya no se encuentran capas marinas terciarias, o aun no se han encontrado hasta la actualidad.

#### MANTOS DE CARBON

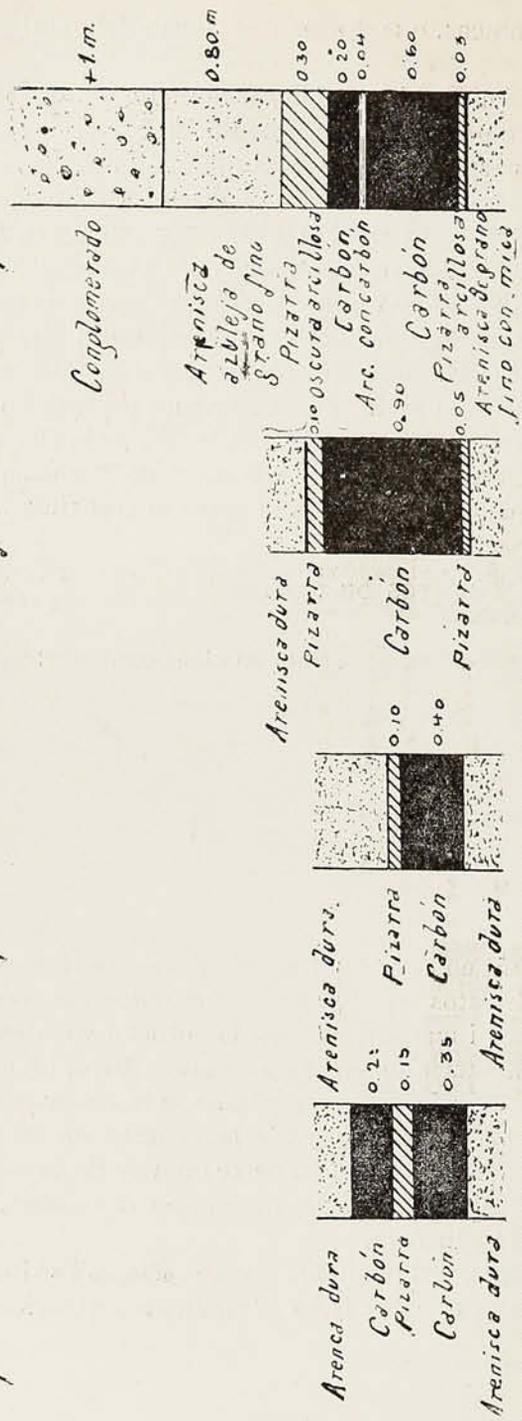
Los nombres de los seis mantos de carbon son los siguientes:

- 1) Manto «Mora».
- 2) » «Fortuna».
- 3) » «Mezcla».
- 4) » «Chico».
- 5) » «Alto».
- 6) » «Arbol».

Una sola mirada al perfil en el cual se han marcado estos mantos, muestra la peculiar distribución de éstos en dos series, una superior con los mantos «Mora», «Fortuna» i «Mezcla», i una inferior con los otros 3 mantos, que podemos designar con la denominación de «grupo del manto Alto». La distancia del grupo de los mantos «Mora», «Mezcla» i «Fortuna», a la del grupo del manto «Alto», es de 90 a 100 ms.; las capas intermediarias constan en su parte superior de areniscas blancas compactas, i en su parte inferior de areniscas azules con fósiles marinos. Esta distribución de los mantos en dos zonas, la volveremos a encontrar con cierta frecuencia.

Actualmente se explotan únicamente los mantos «Mora» i «Alto». El manto «Mora» tiene en el pique N.º 1 la siguiente formación:

Manto Mora Colico Escala 1:50  
 Pique No 1 400.m.W. Pique No 1 200m E Chiflon No 2 Aque No 1



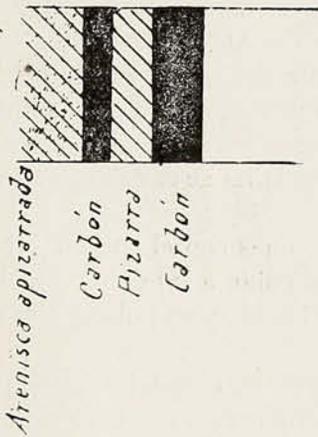
Los 4 perfiles aqui reproducidos del manto «Mora», comprueban la gran variacion en la estructura del suelo i del techo, como tambien del manto mismo. Se deduce de esto, cuan dificil puede llegar a ser la identificacion del manto aun en pequenas distancias, siempre que no se conozca mas que el manto, el suelo i el techo. Esta peculiaridad, que se encuentra casi en todos los mantos de esta zona, nos enseña ademas, que al hacer una comparacion de los mantos de minas separadas por grandes distancias, nunca nos debemos valer unicamente del suelo i del techo, es decir, solo debemos tomar en cuenta todo el orden de sucesion de las capas simultaneamente.

El grupo de los mantos «Fortuna» i «Mezcla», está separado del manto «Mora» por mas o menos 20 ms. de areniscas; los diversos pequeños e irregulares mantos del grupo «Fortuna» - «Mezcla», se encuentran distribuidos en un espacio de cerca 25 ms. i se alternan con bancos intermediarios de arcilla i arenisca. Sólo en el centro se concentra el

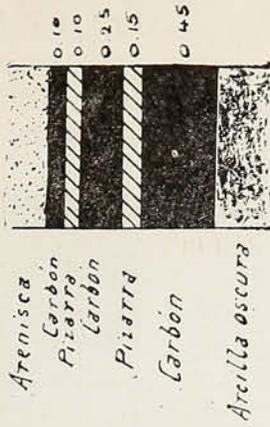
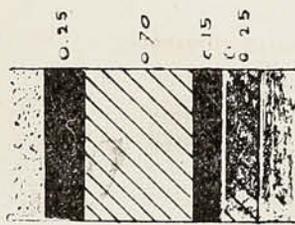
carbon en un verdadero manto de 1.25 m. de espesor; pero a causa de las muchas capas intermediarias de arcilla, este manto no es explotable. Una capa de rodados de cuarzo i andesita del tamaño de nueces, se encuentra superpuesta directamente a este manto.

Manto Fortuna Escal. 1:50

Cerca Pique No 1 Cerca Pique No 3 Cerca Pique No 6



Arenisca dura  
Carbon  
Pizarra  
Carbon  
Arcilla apizarrada  
id. oscura



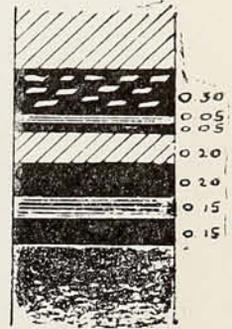
\* Estos tres perfiles muestran las diversas formas de estructura del manto «Fortuna». El manto «Mezcla» que sigue 15 ms. mas abajo, tampoco es explotable. La figura que sigue, nos muestra un perfil de este manto.

Manto Mezcla Colico

Pique Mora Escal. 1:50

Pizarra azulada

Carbon, pizarra  
Arcilla  
Carbon  
Pizarra  
Carbon  
Arcilla  
Carbon  
Arcilla



El manto «Chico» consta de 0.50 a 0.60 m. de un buen carbon puro; pero el techo que se compone de arcillas apizarradas, es poco favorable para la explotacion; por este motivo, i por su poco espesor, ya no se explota el manto «Chico».

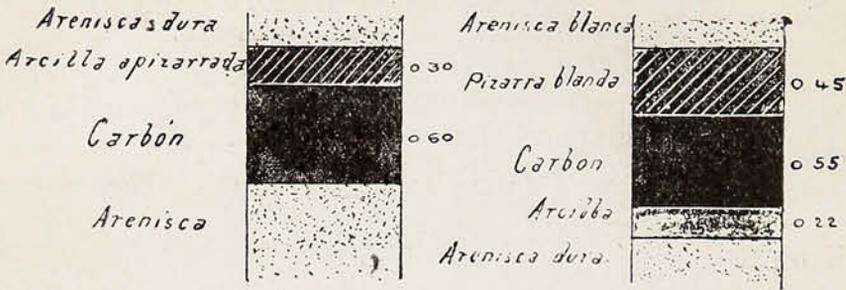
El manto «Alto» tiene un espesor que varia entre 0.80 i 1.00 m; el techo es una arenisca firme mui arcillosa; el suelo, por el contrario, es una arcilla refractaria de 0.90 m. de espesor, mui desfavorable para la explotacion.

El manto mas profundo es el manto «Arbol», que sigue a 20 m. debajo del manto «Alto», es prácticamente sin importancia a causa de su reducido espesor de 0.10 m.

# Manto Chico, Colico, Escala 1:50

Pique N.º 6, 400 m. S.E

Pique Páscua, 500 m. S.E



## TECTÓNICA DE COLICO.

Los mejores datos sobre la tectónica de las minas de Colico nos los dan el mapa tectónico (Plano N.º 4) i los 3 perfiles trasversales respectivos (Plano N.º 5).

En el E. poco mas abajo de la confluencia de los rios Nabuelan i Carampangue, el límite entre las antiguas pizarras de la Cordillera i el terciario, cruza los dos rios que acabamos de mencionar, como tambien la esquina E. del fundo Colico. Sobre las filitas que bajan hácia el O. se depositó el cretáceo i mas encima el terciario tambien con inclinacion hácia el O.

En los perfiles vemos que los mantos «Chico» i «Alto» penetran al cerro por el E. i correspondientemente en el mapa, se encuentran los afloramientos de estos mantos mas profundos en el punto mas oriental, mui cerca del límite inferior del terciario; el afloramiento del manto de mas encima, el manto «Mora», se encuentra mas hácia el occidente. Los perfiles nos muestran los mantos con inclinacion hácia el O. levantados nuevamente por numerosas fallas inclinadas hácia el E. Solo 3 fallas hacen una escepcion de esto; de estas se encuentra una de 70 m. de altura en el perfil C-D. i una segunda en el perfil E-F. poco al occidente de la mina Porvenir. La tercera de estas fallas se encuentra al SO. del pique N.º 8 en el plano tectónico.

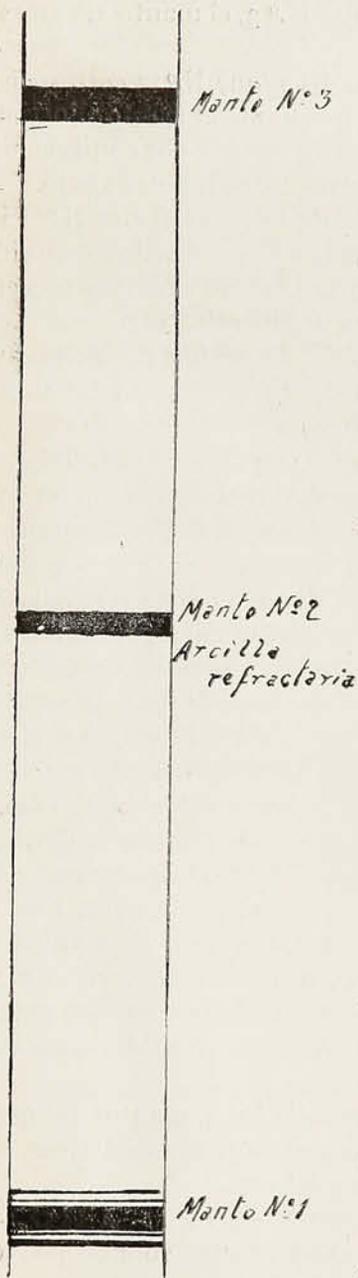
Podemos dividir las fallas en dos clases, unas con el rumbo NNE-SSO. i otras con la direccion oblicua hasta perpendicular a las primeras. Estas dos clases de fallas han dividido las capas en varios bloques poligonales dislocados entre sí.

La altura media de las fallas es de 50 a 80 m. Una falla principal de 150 m. de altura, viene de la curva del rio Carampangue, con direccion NE-SO. a Colico; de ella se bifurcan otras dos grandes fallas mas, una de 90 m. de altura toma la direccion hácia el O. i la otra, de 80 m. toma hácia el SSE. La falla principal misma pierde en estas bifurcaciones una altura de 70 m. i con una desviacion hácia el SSE. pasa por debajo de la iglesia de Colico; por este motivo se denomina a esta falla «falla de la Iglesia».

El plano jeneral muestra, por lo demas, mui claramente cuán independientes son aquí los valles de los rios, de las fallas, i cómo una planicie cas-perfecta, como lo es la de Colico, puede estar cruzada por fallas.

Las condiciones estratigráficas i tectónicas que acabamos de describir, son en jeneral las mismas tambien en las minas de Quilachanquin, Peumo i Maque-gua, situadas mas al norte. Las últimas dos de estas minas se han abando-

*Escala 1:250*



nado hace varios años i ya no son accesibles; las minas de Quilachanquin, despues de cambiar varias veces de propietario, se explotan actualmente bajo el nombre de *Minas de Carampangue* por la Compañía Carbonífera de los Rios de Curanilahue» (Minas Rabal).

#### MINAS CARAMPANGUE

Como están situadas en la proximidad de las minas de Colico, i separadas de ellas únicamente por el profundo corte del valle del Carampangue, es de esperar aquí la mayor semejanza con Colico. El perfil reproducido al márgen, confeccionado segun las indicaciones hasta ahora obtenidas, nos muestra los tres mantos hasta ahora conocidos i su colocacion.

El manto N.º 1 tiene un espesor de 1,80 m. pero solo contiene 0.50 m. de carbon de escasa pureza.

El manto N.º 2 tiene un espesor de 0.55 m. con fajas de pizarra; el suelo lo constituye una arcilla refractaria.

El manto N.º 3 tiene un espesor de 1.00 m. i se explota por el chifon «Mora»; el espesor oscila entre 0.90 i 1.05 m. i lleva incluido fajas de pizarra.

Por la situacion i la estructura, el manto N.º 3 es el manto «Mora» de Colico miéntras que los mantos N.º 2 i N.º 1 corresponden a los mantos «Fortuna» i «Mezcla». Por lo tanto, hasta la fecha solo se han explotado los mantos del grupo superior.

La Compañía Carbonífera de los Rios de Curanilahue construye actualmente un nuevo pique en la rejion de las minas Carampangue. Como por indicacion del ingeniero jefe se hace un exacto perfil del pique i se coleccionan muestras de rocas, este pique será sin duda de gran importancia para el estudio i comparacion de los mantos de Arauco.

c). *Peumo*.

(Planos núms. 6 i 7).

El perfil del pique N.º 1 (Tabla N.º 12) nos da los mejores datos sobre las capas i los mantos i reconocemos a primera vista una igual division como en Colico, es decir, un grupo superior de capas i uno inferior; solo que la distancia es aquí un poco mayor. En las minas abandonadas ya hace algunos años, se explotaban tres mantos, a saber: el manto del pique N.º 3, el manto «Peumo» o «Upper Seam», i el manto «Alto».

Hai muchas probabilidades de que el manto del pique N.º 3 corresponda al manto «Mora» de Colico. El manto «Peumo» corresponde al manto «Fortuna» o al manto «Mezcla» de Colico i el manto «Retamal» de Peumo, por consiguiente, al manto «Mezcla» de Colico o al pequeño manto situado 10 m. mas abajo.

El manto «Peumo» se explotaba principalmente en los chiflones N.ºs 1 i 3, pero estos fueron abandonados a causa de las variaciones demasiado considerables en el espesor i calidad del carbon. El techo del manto «Peumo» es siempre una arenisca blanca i compacta, i el suelo una arcilla refractaria.

*Manto Peumo Esc 1:50*

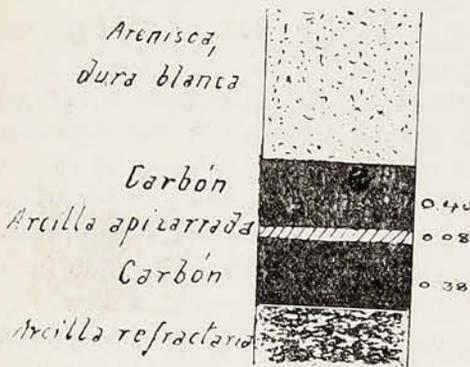
Este cróquis nos demuestra un perfil del manto del chiflon núm. 2.

Como ya se ha dicho, el manto presenta grandes variaciones; así, por ejemplo, en el chiflon núm. 1 se encuentra en algunas partes reemplazado completamente por arcilla apizarrada. Además, numerosas fallas dificultaban la explotación, especialmente en el chiflon núm. 3, situado a 400 m. al oriente del chiflon núm. 2, i que fué perforado desde la orilla del rio Carampangue.

En el pique núm. 1 se cor taron, mas o ménos a 150 o 170 ms. de profundidad, una serie de mantos del grupo inferior, entre ellos el manto «Alto» de 1.00 m. de espesor, que se explotó con buen éxito. Pero hubo que interrumpir los trabajos en este pique a causa de las demasiado frecuentes explosiones provocadas por la insuficiente ventilacion.

En cuanto a lo que se refiere a la importancia de los 5 mantos del grupo «Alto» en comparacion al grupo «Doble» de Curanilahue, informaremos mas detalladamente cuando tratemos la rejion minera del sur.

El rumbo de las capas es de N. a S., i el manteo de 16º hácia el O. Las fallas encontradas por la explotación, llevada a cabo siempre sólo en pequeña escala, son jeneralmente de poca altura, pero siempre tan numerosas. que



provocaron junto con la calidad siempre decreciente del manto superior, la paralización de la explotación.

d) Maquegua

(Planos núms. 6 i 7).

En estas minas, situadas al norte de Peumo, se hacía la explotación solamente en dos piques, en el pique Carlos i en el pique Prado. En ambos piques se tocaron dos mantos: el «Chico» i el «Alto». Estos dos mantos tienen entre sí una distancia vertical de 10 a 12 ms.; aun no se puede afirmar con toda seguridad, si se trata efectivamente de los mantos «Chico» i «Alto» de Colico; sin embargo es muy grande la probabilidad de que se trate del grupo inferior de mantos, ya que el pique Prado se encuentra sólo a 300 ms. al oriente del límite de la pizarra micácea.

El perfil superior de la Tabla núm. 7 se ha dibujado según esta opinión. El perfil inferior es una copia un tanto simplificada de un dibujo de G. Raby, de Concepción, quien en años anteriores estudió más detalladamente esta región. Según la opinión de Raby, los mantos explotados en Maquegua corresponderían al grupo superior de mantos; por consiguiente, a mayor hondura se encontrarían los mantos del grupo inferior. No conozco los motivos en que se fundara Raby; según los planos que he podido observar personalmente, i por los datos a mi alcance, no puedo sino mantenerme en mi distinta opinión.

El manto «Chico» en el pique Carlos i el manto «Alto» en el pique Prado, tienen la siguiente estructura:

Manto Chico

Manto Alto



Estos perfiles deben considerarse como términos medios, pues los mantos presentan variaciones en su espesor.

La dirección e inclinación es tal como en Peumo; las numerosas fallas tienen todas una altura que bordea los 10 ms. Una falla más grande de 40 a 45 ms., corre en dirección NNE-SSO. entre las dos capas i ha hecho bajar la parte oriental. Las demás fallas tienen las direcciones más variadas (véase el plano núm. 6) i se cortan en ángulos agudos, de modo que se han formado numerosos bloques triangulares, tal como en Colico, trozos que se han desviado entre sí.

### 3).—EL CAMPO CARBONIFERO SUR

#### a) *Curanilahue*

(Planos núms. 8, 9 i 12)

Las capas mas profundas hasta ahora conocidas, son las atravesadas por el socavon de la mina núm. 6 de la Arauco-Company; son de 80 ms. de areniscas netamente límnicas con una inclusion arcillosa, que contiene hojas de palma mui bien conservadas. Mas encima sigue una série mas arcillosa con los dos mantos principales, el manto «Alto», i 10 a 15 ms. mas arriba el manto «Doble». El techo del manto «Doble» está constituido por areniscas arcillosas con dos capas de conglomerados que se intercalan a 4 ms. i a 15 ms. sobre el manto «Doble». Despues siguen 20 a 30 ms. de areniscas arcillosas con restos vegetales i conchas marinas (Venus); mas o ménos a 50 ms. sobre el manto «Doble» se encuentran areniscas arcillosas verdes en un espesor de 2.5 ms. que contienen numerosas concreciones calcáreas en las cuales se encuentran restos de cangrejos i colonias de Serpula.

Hasta aquí se puede observar el perfil sobre el chiflon principal de la Compañía Carbonífera de los Rios de Curanilahue (Minas Rabal) en un pequeño valle del estero Plegarias; tambien en el camino particular hácia la casa del ingeniero de las minas Rabal, camino que conduce a lo largo del rio Curanilahue, pueden observarse afloramientos de estas capas. Por la falta de capas descubiertas, no se puede proseguir el perfil mas hácia arriba; en el fundo de las minas Rabal se encuentran algunos afloramientos de pequeños mantos carboníferos que estarán colocados a lo ménos 150 a 200 ms. sobre el manto «Doble».

A los perfiles a traves de los mantos «Doble» i «Alto», perfiles que esponen todos los detalles dignos de observacion, sólo hai que agregar mui poco. El manto parcial superior del manto «Doble», contiene excesivas cantidades de pirita i arcilla. Los 3 mantos que siguen mas abajo suministran un carbon de buena calidad. El manto «Rauch», a pesar de suministrar un carbon mui bueno, no puede ser explotado en las minas Rabal a causa de que el techo i el suelo están constituidos por arcilla refractaria. El manto «Alto» se explota a pesar de las dificultades que oponen el mal techo i el mal suelo.

Una comparacion de los dos perfiles de las minas Rabal i de la mina núm. 6 de la Compañía Arauco, nos muestra la gran variabilidad en el espesor i clase de las rocas. A una distancia de sólo 4 kms., que es la que hai entre ambas minas, la distancia entre el manto «Doble» i el manto «Alto» de 11 a 12 ms. que era, se reduce a 5-8 ms., i en lugar de las areniscas que separan a estos dos mantos en las minas Rabal, existen arcillas apizarradas i arcillas arenosas en la mina núm. 6 de la Cía. Arauco. Desde el chiflon de las minas Rabal se pueden observar los mantos «Doble» i «Alto», interrumpidos frecuentemente por fallas, a lo largo del valle Plegarias, hasta llegar a la mina núm. 8 de la Cía. Arauco, en una estension lonjitudinal de mas de 6 kms.

En las minas Rabal, el rumbo es N. 18° O., el manto es de 15° hácia el O, por término medio. El chiflon de estas minas ha atravesado una falla de 12 m. i dos pequeñas quebraduras, estas tres han hecho bajar la parte occidental. Las grandes fallas comienzan ya en la parte sur de las minas Rabal, i se presentan con direccion N. 45° hasta N. 75° E. Tanto la desviacion de la direccion N-S., como tambien la altura de las fallas aumentan de N. a S. Como ya lo hemos dicho, esta diferente direccion puede tener relacion con la bahía terciaria que en Curanilahue avanza hácia el E.

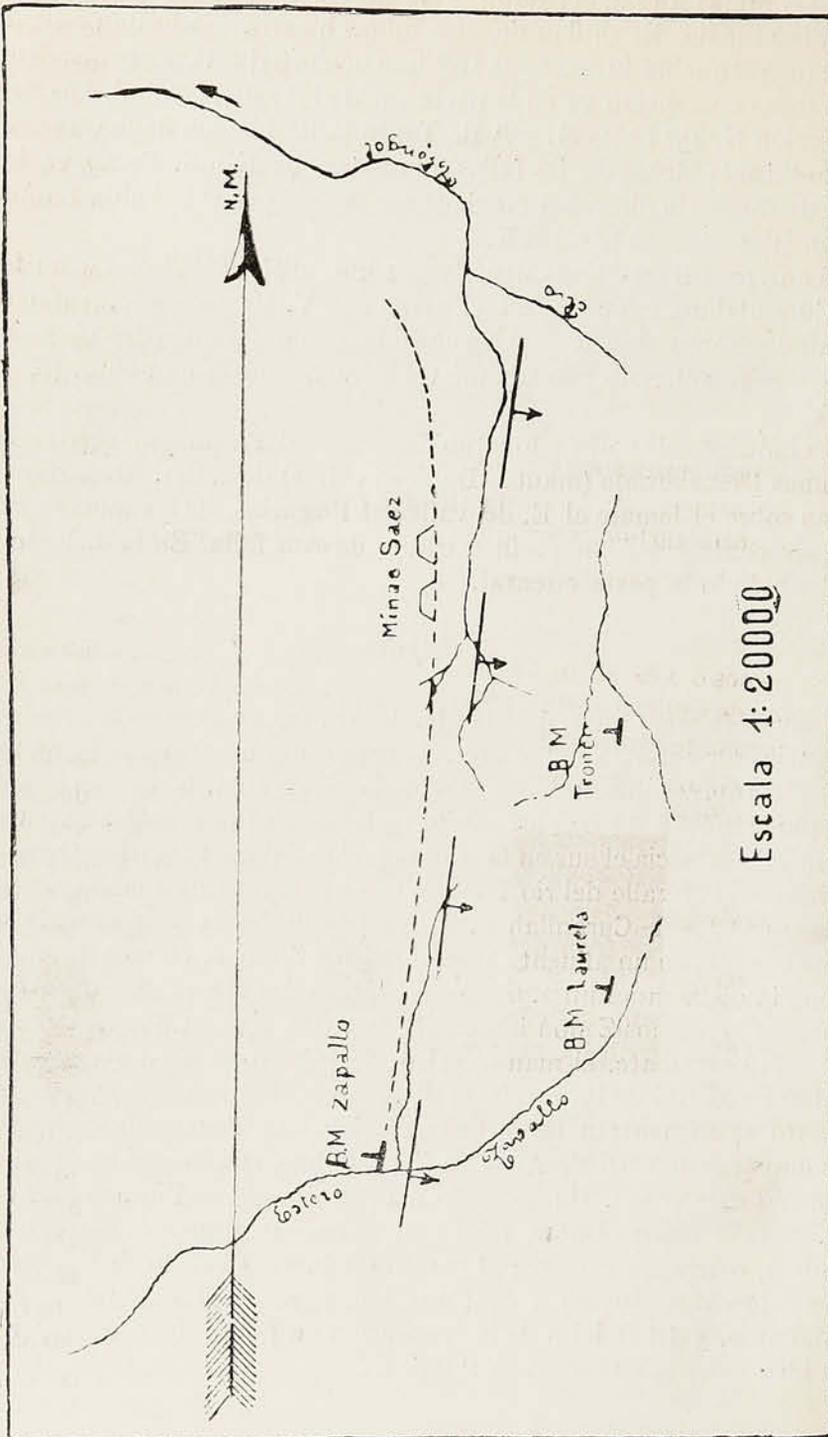
Las antiguas Boca-Minas situadas a 1 km. al NNE de la estacion ferroviaria de Curanilahue, indicadas en el mapa con V. Herrera, etc., estaban en su totalidad desmoronadas. Russel las considera como mantos del grupo superior de Colico. Segun él, solo han suministrado carbon malo e impuro. (Russel, página 40).

Una falla grande corre a lo largo del valle del Plegarias, i separa las antiguas minas Descabezado (manto «Doble» i «Alto») de la Cía. Arauco que se encuentran sobre el lomaje al E. del valle del Plegarias, de las minas situadas al O. Nogués confeccionó un perfil a traves de esta falla. En la dislocacion Plegarias ha bajado la parte oriental.

### *Pilpilco*

Al sur de la mina núm. 6 de la Cía. de Arauco, se encuentra en el valle del rio Plegarias Oriental, la mina núm. 8 inaugurada hace solo poco tiempo. Los mantos son aquí los mismos como los de la mina núm. 6, con la sola diferencia de que el manto «Doble» ha perdido sus dos mantos parciales superiores. Avanzando mas hácia el sur en la prolongacion del rio Plegarias Oriental, nos encontramos en el valle del rio Trongol con un manto de mucho espesor, que es el manto «Alto» de Curanilahue. El manto «Doble» ha desaparecido aquí del todo. Mas al sur, en un afluente austral del rio Trongol, i a mas o ménos 5 km. de distancia de la mina núm. 6, se encuentran las minas de Pilpilco pertenecientes a los hermanos Zenon i Manuel Saez. Con 1.30 a 1.60 m. de carbon puro de calidad excelente, el manto «Alto» de Pilpilco es sin duda el yacimiento carbonífero mas rico de la provincia de Arauco. Mas o ménos 15 a 20 m. sobre este manto se encuentran las mismas areniscas arcillosas con fósiles marinos, como sobre el grupo «Doble-Alto» de Curanilahue, con lo cual se comprueba la relacion con este grupo. Un pequeño manto situado en Pilpilco mas o ménos 4.50 m. sobre el manto «Alto», i del cual se encontraron solo algunos rodados en la ladera, corresponde talvez al manto «Doble» o «Rauch» de Curanilahue.

El cróquis reproducido a continuacion, cuya base topográfica se dedujo del plano núm. 5 del Boletin de la Inspeccion de Jeografía i Minas, 1910, III, da una idea sobre la situacion en Pilpilco.



El carbon se estrae de dos chiflones. El rumbo i manto son los mismos como en Curanilahue. Desde allí el manto de carbon se prolonga, en igual calidad i espesor, aproximadamente 1,1/2 km. mas hácia el sur, como se puede observar en numerosos afloramientos. (La línea negra puntuada en el cróquis

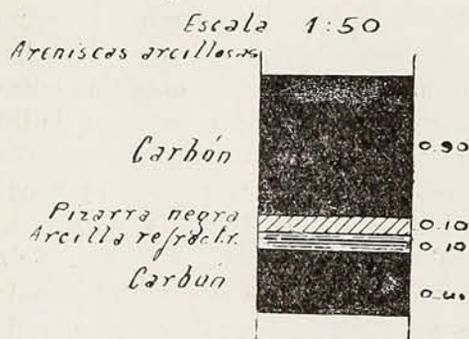
indica la situacion aproximada de estos afloramientos hasta la boca-mina Zapallo). Se dice que tambien en la orilla opuesta del estero Zapallo se conoce este manto en una estension de varios kilómetros, en varias pequeñas boca-minas.

Las boca-minas Tronco i Laurela han cortado el mismo manto «Alto». De esto se deduce la existencia de una falla grande con rumbo N-S, i en la cual ha bajado la parte oriental. La probable situacion de esta falla se indica en el cróquis por una línea entrecortada.

La esplotacion de las minas Pilpilco por los hermanos Zenon i Manuel Saez se hace actualmente solo en escala mui reducida. El carbon estraido tiene que trasportarse en carretas desde las minas hasta la línea férrea de la Cía. Arauco distante 6 km. en el valle superior del rio Plegarias. Solo una vez en manos de una sociedad que cuente con un capital suficiente i que esté en situacion de solucionar convenientemente la cuestion del transporte, podrán las minas de Pilpilco arrojar una utilidad que guarde justa proporcion con la riqueza de sus yacimientos carboníferos.

### Cullinco

Mas o ménos 9 km. al sur de las minas Pilpilco i aproximadamente 3 a 4 km. al oriente de Cullinco, están situadas las minas Mora i Mathinson. El manto tiene la siguiente estructura:



Las areniscas arcillosas fosilíferas que se encuentran a una altura de 12 a 14 m. sobre este manto, nos hacen ver que aquí se trata nuevamente del manto de Pilpilco; tambien aquí existe 1.30 m. de carbon, tal como en Pilpilco, separado por una intercalacion de 0.20 m. de espesor, compuesta de pizarra i arcilla. El perfil se obtuvo cerca de una falla de direccion N. a S. por este motivo, no es del todo im-

posible que en la parte mas profunda de la mina, parte que estaba inundada, se encuentre un espesor mayor. Segun comunicacion del propietario, el espesor del carbon es en la parte inundada mayor en 0.20 a 0.30 m.

Las minas Mora i Mathinson de Cullinco se han esplotado hasta la fecha solo poco tiempo i en una escala mui reducida. El carbon se enviaba en carretas a la ciudad de Lebu, distante mas de 25 km. Para las minas de Cullinco, cuyo manto en cuanto a calidad no es inferior al de Pilpilco, el ferrocarril de Lebu a Cañete, que pasará relativamente cerca de las minas, significará un gran alivio en el transporte. Solo de esta manera será posible una esplotacion continúa en gran escala.

En consecuencia, se ha comprobado la existencia del grupo de los mantos «Doble» i «Alto», en una estension aproximada de 18 km. desde Curanilahue hasta Cullinco; es este el grupo de mantos que en los años venideros desempeñará el papel mas importante en la produccion carbonífera de la provincia de Arauco; por consiguiente, es el grupo que en mayor grado exige un estudio mi-

nucioso, a mas que por la construccion del ferrocarril de Lebu a Cañete se dará una intensa vida económica a esa rejion.

4). *Estratigrafía comparada de los mantos de carbon del campo carbonífero norte i los del campo sur*

(Planos núms. 9 i 12)

A primera vista parece casi un imposible comparar los mantos de ámbos campos; parece que los mantos de Curanilahue no existieran en el campo carbonífero de Colico, i al revés. En Colico, los dos grupos principales de mantos se encuentran separados por 100 m. de areniscas, i están distribuidos en un espacio de mas de 160 m. En Curanilahue se encuentra solo un grupo compuesto de dos mantos principales i numerosos secundarios, restringidos a 15 m., i 150 m. mas arriba existen solo algunos mantitos, apenas conocidos.

La opinion actualmente dominante entre los injenieros de Curanilahue, es la de que todos los mantos de Colico se encuentren reducidos en Curanilahue a un espacio de 15 a 20 m. El manto «Doble» no seria un manto unitario, sino que cada uno de los dos mantos parciales corresponderia a uno del grupo superior de Colico; los mantos «Doble» i «Rauch» representarian en tal caso todo el grupo superior de mantos de Colico. Del mismo modo, el manto «Alto» con sus mantos secundarios representaria el grupo inferior. Sin duda que esta opinion tiene, a primera vista, algo de convincente, sobre todo en lo que respecta a la igual disposicion simétrica en dos grupos, importancia capital se da al hecho de que el manto «Doble» i el manto «Mora» de Colico tienen el mismo techo de areniscas i conglomerados. Esto es exacto en parte; pero en lugar de los 0,80 m. de areniscas de grano fino i el conglomerado superpuesto se encuentran en Curanilahue 4 m. de areniscas con pequeños rodados de cuarzo, i solo mas encima sigue el conglomerado. Como ya se ha dicho al hablar de los perfiles de los mantos de Colico, el techo de los mantos es esencialmente variable. Solo uno de los cuatro perfiles reproducidos del manto «Mora» posee un techo de arenisca, miéntras que en los tres restantes se intercala una faja de pizarra de 0.10 a 0.30 m. de espesor. Por lo tanto, i como ya se ha mencionado oportunamente, no hai que dar gran importancia a la constitucion del techo i del suelo.

Por otra parte, se puede oponer a esta opinion grandes dudas. En un trecho de solo 10 km. deberian haber desaparecido mas de 140 m. de rocas, lo que es del todo improbable, a mas que en la misma forma como en Colico tambien en Lebu los mantos estan distribuidos en un espacio de mas de 160 m. Ademas, la distribucion de los mantos de Coronel tiene tambien mucha semejanza con la de Colico. Por consiguiente, en toda la rejion carbonífera, en una estension N a S. de 45 km. (Colico-Coronel), i en una direccion ENE. a OSO. (Colico-Lebu) de 40 km. reina una gran constancia en las condiciones de estratificacion, miéntras que desde Colico hasta Curanilahue, en una distancia de solo 10 km. deberia existir, casi en la línea de perfil Colico a Lebu, una variacion tan fuerte que redujera los mantos distribuidos en 160 m. a solo 20 m.

Pero hai otro momento importante mas que habla en contra de dicha opinion; en Lebu, Colico i Coronel, las areniscas límnicas carboníferas terminan

hacia arriba por capas marinas, mas encima de las cuales ya no se encuentran nuevos mantos. Ahora bien, si el manto «Doble» correspondiera en parte al manto «Mora» de Colico, la presencia de nuevos mantos, que en las minas Rabal se encuentran 120 a 150 m. sobre el manto «Doble», seria igualmente una gran escepcion aun no conocida en ningun punto de la rejion carbonífera.

Segun el estado total de las condiciones estratigráficas, solo puede aceptarse como la mas natural la siguiente opinion: el grupo de los mantos «Doble» i «Alto» corresponde al grupo inferior de mantos de Colico: los mantos que se encuentran mas encima en el fundo de las minas Rabal, pertenecen al grupo superior de mantos. Por consiguiente, tendríamos el siguiente perfil mui semejante a las condiciones de Colico:

1). Grupo superior de mantos.

2). Areniscas separatrices en su parte inferior con fósiles marinos (tal como en Colico), de un espesor de 120 metros.

3). Grupos inferior de mantos (mantos «Doble» i «Alto»).

Una comparacion especial del sistema Doble-Alto con el grupo inferior de mantos de Colico, es cierto que no muestra grandes semejanzas: pero la muestra en grado mui alto con el mismo grupo de Peumo. La diferencia entre Colico i Peumo se debe talvez a que las minas de Peumo están mucho mas distantes del borde de la zona carbonífera que las minas de Colico. En consecuencia, en Peumo la sedimentacion ha sido mas tranquila i mas favorable a la formacion de mantos de carbon en Colico. Una comparacion del grupo inferior de mantos de Peumo, que se encuentra reproducido a la escala 1:100 en la tabla 9, con los mantos «Doble» i «Alto» dibujados a la escala 1:50, nos muestra una inequívoca semejanza entre los mantos de ámbas rejiones. El manto «Chico» de Peumo, con los dos mantos que le siguen mas abajo, corresponderia a los mantos «Doble» i «Rauch», i el manto «Alto», de Peumo, con los mantitos inferiores, al manto «Alto» de Curanilahue con los pequeños mantos de mas abajo.

Una exacta comprobacion de esta opinion solo será posible una vez que se encuentren las areniscas fosilíferas características de los mantos «Doble» i «Alto», areniscas que comienzan a 12 o 15 m. sobre el manto «Doble», tambien en Colico o Peumo sobre el manto «Chico». Areniscas fosilíferas de tal situacion se conocen en el perfil del pique de Colico (Plano N.º 12), pero actualmente faltan todavía los datos detallados con respecto a los fósiles.

A este respecto son de esperar datos importantes del nuevo pique en construccion en las minas de Carampague. Ademas, un sondaje en el fundo Pilpilco, cuya ejecucion se recomienda en el último capítulo del presente informe, seria apropiado para obtener claridad definitiva sobre esta cuestion.

*A.—Breve descripcion jeológica de las partes de la provincia de Arauco distantes de los centros mineros actuales.*

I. LA REJION AL SUR DEL CAMINO DE LEBU A LOS ÁLAMOS.

Con el mismo ancho que el que poseen en la parte norte, se estienden estas capas terciarias carboníferas mas hacia el sur. A partir de Lebu, pude perseguir

el terciario hácia el sur hasta mas allá de Chimpe (Punta Chimpel en el mapa de la Oficina de Mensura de Tierras). Es mui probable que estas capas lleguen hasta la Punta Morguilla i aun mas allá.

Afloramientos de mantos de carbon se conocen en varios puntos; así, por ejemplo, un manto grande en la rejion de Los Alamos. Al <sup>E</sup>O. de Cullinco se encuentran las pequeñas semi-destruidas boca-minas Melita i Hermosilla. La direccion de las capas es aquí tambien completamente normal de norte a sur; la inclinacion es hácia el O. En la rejion del arroyo Quelen-Quelen, entra el camino de Lebu a Cañete a la rejion de las pizarras micáceas. En el camino mas occidental de Temuco a Cañete, se observan únicamente las areniscas i arcillas mas recientes del cuaternario, que cubren la altiplanicie.

El límite entre la pizarra i el terciario tiene, en la rejion al norte del arroyo Quelen-Quelen, probablemente la direccion suroeste hácia el mar. Mas allá hasta Cañete i hasta la Punta Tirúa situada a 60 km. al sur de esta ciudad, todas las laderas occidentales de la cordillera de la costa se componen exclusivamente de pizarras micáceas; la planicie antepuesta, con las hermosas lagunas de Lanahue, Lleu-Lleu i otras, muestran únicamente areniscas sueltas, que pueden observarse en las barrancas de los arroyos. La estratificacion falsa de estas areniscas indica que su formacion se debe a antiguas dunas cuaternarias. Sobre estas antiguas areniscas de dunas se han depositado las dunas recientes de la enorme faja de dunas que se estiende desde la Punta Quidico hácia el norte hasta la rejion de la Punta Morguilla. Las dunas antiguas han sido talvez la causa de la formacion de los lagos mas arriba nombrados.

Al norte de la Punta Tirúa se encuentran algunas boca-minas abandonadas, de las cuales se trató de estraer carbon. Pero estas boca-minas están situadas en la rejion de las pizarras micáceas, i prácticamente no tienen valor alguno. La existencia del carbon, del cual se encontraron algunos trozos sueltos en el escorial, solo se puede esplicar suponiendo que el carbon haya bajado a la pizarra micácea junto a dislocaciones, o que se trate de trozos dejados por la erosion. Por desgracia, no me fué posible hacer observaciones en las boca-minas, pues éstas estaban llenas de agua. Mi opinion acerca de la completa falta de importancia práctica de estos yacimientos carboníferos, me fué confirmada por el señor Guillermo Raby de Concepcion, quien habia podido estudiar esas boca-minas bajo circunstancias mas favorables. El me comunicó que no existia nada que se podia llamar un manto de carbon.

Aun cuando en el continente en el departamento de Cañete, con escepcion de la parte de mas al norte, ya no se encuentran capas del terciario carbonífero, sin embargo, encontramos estas capas en la isla Mocha antepuesta a la Punta Tirúa; se deduce esto del informe pasado por el señor Machado, i de los fósiles colectados allí.

## 2. LA REJION NORTE DE LA PROVINCIA DE ARAUCO

### a). Desde Lebu hácia la Punta Lavapié

Al hacer la descripcion de la rejion minera de Lebu se mencionaron ya unos puntos de la estratigrafía de Ranquil al norte de Lebu. En la

playa al sur de la desembocadura del río Quiapo, se presentan las inequívocas capas del terciario marino superior. Si se comparan estas capas con las del pique Amalia en Lebu, se debería esperar aquí a una profundidad aproximada de 170 a 200 m. el manto superior «Huitrero». Las capas corren aquí regularmente de norte a sur, i tienen una inclinación de 15° hácia el oeste, de modo que mas al este se pueden esperar afloramientos de los mantos en los cerros. Esta rejion designada brevemente con la denominación «rejion de Ranquil», limita al sur con la rejion de Millaneco; en el norte llega hasta el río Quiapo. Yacimientos carboníferos se conocen en varios puntos de la rejion Ranquil.

A causa de la posición regular de las capas, se recomienda hacer en el futuro un estudio detallado de esta rejion, i determinar eventualmente las profundidades i espesores de los mantos.

En la rejion de los cerros entre las antiguas minas de Huenapiden i la Punta Lavapié, reina una tectónica irregular, que no pude descifrar suficientemente en mi único breve viaje a través de esta rejion. También aquí se conocen yacimientos carboníferos en varios puntos; los cerros están constituidos en su totalidad por el terciario carbonífero.

La nueva mina Raimenco en el NO., contiene un manto de carbon de aproximadamente 0.80 m. de espesor. El rumbo es N. 20° E., i el manto es de 29° hácia el SE.

Al occidente de la mina junto a la costa del mar, se encuentran las capas inferiores del terciario marino superior con rumbo N. 10° E. i manto 21° SE.; por consiguiente, en esta parte es de esperar que el manto superior se encuentre a una profundidad de 20 a 30 m.

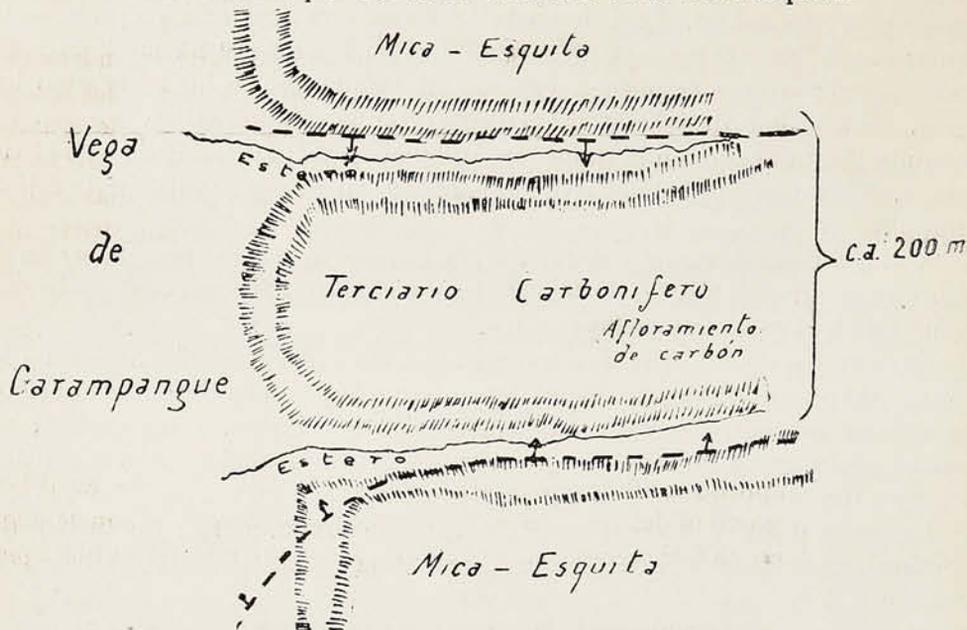
#### *b). Desde Llico hácia el río Carampangue*

La tectónica i la estratigrafía se ha tratado ya minuciosamente en el segundo capítulo, que trata de la tectónica. Repetiremos aquí brevemente que desde la Punta Fraile hasta el río Carampangue domina una tectónica sinclinal, i que en la Punta Fraile el terciario marino superior está colocado casi horizontalmente (3° a 7° de inclinación hácia el E.) De gran importancia para el conocimiento del terciario, sería practicar aquí un sondaje, pues este punto está situado casi en el centro entre Lota i Lebu, i porque aportaría un material valioso para la aun no hecha comparación entre los mantos de ambas rejiones. Por otra parte, abriría un campo minero que podría adquirir gran importancia a causa de la tectónica complicada i por la facilidad de construir comunicaciones ferroviarias (con la ciudad de Arauco).

Los afloramientos de mantos de carbon en el fundo Puga, situado a 10 km. al suroeste de la ciudad de Arauco, demuestran que también en la parte entre el río Tubul i el río Carampangue es de esperar que en la profundidad exista el terciario carbonífero debajo de las capas mas recientes. El terciario con inclinación hácia el oeste, está cubierto aquí por arenas i arcillas del cuaternario en un espesor de 50 a 60 metros.

Al norte del pueblo de Carampangue se encuentra un afloramiento de carbon en el fundo Tres Cruces, del cual no tengo mayores datos por encon-

trarse el pozo lleno de agua. Aquí los cerros de la Cordillera de la Costa se componen de mica-esquita. Solo en el fundo Tres Cruces una faja estrecha del terciario ha sido botado por dos fallas en medio de la mica-esquita.



Las fallas tienen el rumbo E.O., pero parece que la falla del sur desvía en la parte occidental hácia la dirección NE-SO. En este caso se podría esperar encontrar el carbon también debajo de las vegas australes de Carampangue.

#### D.—LA REJION MINERA DE LA PROVINCIA DE CONCEPCION

- 1) Relacion jeográfica.
- 2) Condiciones estratigráficas.
- 3) Tectónica.
- 4) Descripcion de las diferentes minas.

##### I.—Relacion jeográfica

Mientras que en el sur, en la provincia de Arauco, la Cordillera de la Costa se encuentra separada del mar por la ancha altiplanicie cuaternaria que constituye la mayor parte de esta provincia, en la de Concepcion el Océano Pacífico llega con sus bahías de Arauco i Talcahuano, hasta el pié mismo de dicha Cordillera. Sin embargo, la transicion entre estas dos rejiones no es tan brusca como parece al contemplar el mapa topográfico. La altiplanicie de Arauco, cuya altura ha disminuido ya considerablemente hácia el norte, encuentra su complemento en la poco profunda bahía de Arauco; la isla Santa María, al juzgar por su forma, constituye la directa prolongacion del terraplen de Colico.

Pero en la rejion de la ciudad Concepcion, las condiciones son mas difíciles. Las alturas antepuestas aquí a la Cordillera de la Costa, como por ejemplo

las «Tetas» en la desembocadura del Bio-Bio, la península «Tumbes» junto a Talcahuano i la isla «Quiriquina», aun no se pueden incluir en los terraplenes de la provincia de Arauco; en todo caso, son mas antiguas que el terraplen de Colico.

Tambien la Cordillera de la Costa varia de forma hácia el norte; en la provincia de Arauco tiene elevaciones hasta de 1,400 m. Al norte del Bio-Bio, por el contrario, forma una baja altiplanicie de apénas 100 m. de elevacion.

Los rios, tal como los de la provincia de Arauco, muestran terraplenes antiguos, pero no tan bien conformados. La situacion de las minas de Lota i Coronel, aunque a orillas del mar, corresponde exactamente a la situacion de las minas de Peumo, Colico i Curanilahue.

## 2.—*Condiciones estratigráficas*

(Plano núm. 13)

En el 2.º capítulo sobre estratigrafía i tectónica (páj. 23), se estableció una division tripartista del terciario carbonífero; esta misma division se puede observar tambien en Concepcion, aun cuando su desarrollo no es tan típico.

### SECCION INFERIOR NO CARBONÍFERA

La seccion inferior no carbonífera corresponderia a todas las capas desde la pizarra micácea hasta el manto inferior. El límite entre la seccion carbonífera i el terciario inferior no carbonífero, se encuentra en el Plano núm. 13 mas o ménos a las siguientes profundidades de los perfiles de piques:

Lota, Pique Gran Carlos.....	190 m.
Coronel, Minas Cousiño, Pique núm. V.....	120 »
» Puchoco, Pique Morro.....	165 »
» Buen Retiro.....	170 »
Penco, Cerro Verde.....	60 »

Tal como en Colico, faltan tambien aquí las capas marinas en la seccion inferior; como las capas se han depositado exclusivamente en agua dulce, no es sorprendente que de vez en cuando se encuentren intercalados algunos pequeños mantitos de carbon, que sin duda no llegarán nunca a ser mantos de importancia práctica.

### SECCION CENTRAL CARBONÍFERA

Esta seccion contiene, tal como en Arauco, los mantos carboníferos explotables. Así como en Arauco, las rocas predominantes son tambien aquí areniscas verdes i arcillas refractarias, pero en la provincia de Concepcion las arcillas desempeñan un papel mucho mas importante que en Arauco. Una division de los mantos en un grupo superior i otro inferior, se puede practicar

aquí solo con una inseguridad crecida. Al grupo inferior se asignarian los siguientes mantos de los diferentes perfiles de piques:

Lota, Pique Gran Carlos; Mantos «Delgado» i «Grueso».

Coronel, Pique Roble Corcobado; todos los mantos encontrados.

» Minas Cousiño, Pique núm. V.; Mantos «Delgado» i «Grueso».

» Puchoco, Pique Morro; Mantos núms. 5 a 8.

» Buen Retiro; Mantos desde los 138 m. a 165 m. de profundidad.

Penco, Minas Rosal; Mantos desde los 87 m. de profundidad hasta el manto «Alto».

Penco, Cerro Verde; Todos los mantos.

Estos mantos corresponden probablemente al grupo de los mantos «Chico» i «Alto» de la provincia de Arauco.

La identificación de los diferentes mantos en este grupo, se puede hacer con seguridad solo con respecto a los tres primeros perfiles de piques mas arriba nombrados, tal cual se indica por la línea lacre en el plano núm. 13.

El manto «Delgado» de Lota, Pique Gran Carlos, corresponde al manto de igual nombre de Coronel, minas Cousiño, pique núm. V, i ademas al manto «Principal» del pique Morro. Mas hácia el norte, en Buen Retiro i en las minas Rosal junto a Penco, parece haberse dividido este manto en varios pequeños. El manto «Grueso» de Coronel, pique núm. V, parece haber corrido idéntica suerte mas hácia el norte, de modo que a partir de Coronel se hace difícil su exacta identificación.

Es probable que el manto «Alto» de Cerro Verde corresponda efectivamente al manto de igual nombre de las minas Rosal, pero es este un hecho que aun no se ha podido comprobar con toda exactitud.

Sobre el manto «Delgado» se encuentra en Coronel un pequeño manto (pique Roble Corcobado a 15 m. de profundidad; minas Cousiño, pique núm. V a 68 m. de profundidad); este manto que en estos dos piques pertenece indudablemente al grupo inferior, parece que mas al O. i mas al N. se separa de los mantos del grupo inferior, trasladándose al centro entre ambos grupos. En el perfil de Coronel, Pique Morro, le corresponderia el manto núm. 4, en Buen Retiro el manto de 107 m. de profundidad, i en Penco, Minas Rosal el manto de 66 m. de hondura.

Simultáneamente con este aumento del intervalo con respecto a los demas mantos del grupo inferior, se presentan en lugar de las arcillas separatrices en el pique núm. V de las minas Cousiño, areniscas que en parte son de grano grueso. Este cambio simultáneo de la estructura i espesor de las rocas, es sumamente interesante i se puede explicar con facilidad por el hecho de que en un lapso de tiempo determinado, dado en este caso por la formacion de los dos mantos de carbon, se forma una capa de arenisca de grano grueso en un espesor mucho mas considerable que una capa de arcilla de grano fino.

Los mantos superiores aun no nombrados, deben considerarse como pertenecientes al grupo superior. A juzgar por las capas marinas con *Turritella* i

*Mytilus* que siguen mas arriba, debemos considerar estos mantos como equivalentes al grupo superior de mantos de Arauco. Aquí tal como en Colico, i en contraposicion a lo que sucede en Lebu, las capas marinas siguen solo despues de un intervalo mui pequeño sobre el manto superior. Con respecto a los mantos del grupo superior, nada de esencial puede decirse a mas que su importancia es menor que los del grupo inferior. En Buen Retiro puede observarse una intercalacion de capas marinas, intercalacion que no se encuentra en los demas perfiles.

En los tres perfiles de piques de Coronel (pique Roble Corcobado, pique núm. V de las minas Cousiño i pique Morro) se nota claramente en la direccion E. a O. un aumento del espesor total de la seccion carbonífera. Pero segun los mismos tres perfiles, parece que el espesor de los mantos de carbon aumentan en Coronel en direccion contraria, es decir, de O a E. Si se trata en esta observacion de una regla jeneral para toda la zona carbonífera de Concepcion, no me fué posible determinar, pues ni en Lota ni en Coronel (minas Schwaiger) se me permitió el acceso a las minas.

#### SECCION SUPERIOR NO CARBONÍFERA

Las capas de esta seccion no están bien formadas en la provincia de Concepcion, pues el terciario, en comparacion a la parte central i occidental de la provincia de Arauco, está situado a mayor altura, i porque las partes superiores han sido arrastradas ya por la erosion. El límite con la seccion carbonífera, se puede fijar fácilmente en el límite inferior de la capa marina, que en los perfiles de Coronel se encuentra por encima del manto superior. En Lota, pique Gran Carlos, este límite se encuentra probablemente a 100 m. de profundidad. Las rocas son mui semejantes a las de la seccion central. Las capas marinas, en comparacion con las de la provincia de Arauco, parecen disminuir considerablemente.

Hasta la fecha aun no se ha encontrado indicios del plioceno i del cuaternario marino en la provincia de Concepcion.

#### 3.—*Tectónica*

La tectónica de Lota i Coronel corresponde completamente a la de Peumo i Colico, de modo que no tenemos nada de nuevo que agregar.

Mas hácia el norte, en los alrededores de la bahía de Talcahuano, reinan por el contrario condiciones mui distintas.

El carbon se encuentra aquí en una faja de direccion N. a S., rodeado en ámbos lados por las antiguas rocas de las capas fundamentales; al E. por la Cordillera de la Costa i al O. por la isla Quiriquina, península Tumbes, i por las Tetas situadas mas al sur en la desembocadura del Bio-Bío.

El límite occidental del terciario es una falla, como se puede observar en el corte de la vía férrea en Talcahuano. Es mui probable que el borde occidental se componga no de una sola, sino de numerosas fallas. En cuanto al límite oriental, todavía faltan los detalles necesarios. Las dislocaciones que en las minas Rosal i Cerro Verde junto a Penco atraviesan el terciario, son, en

término medio, de importancia mucho menor que en las rejiones carboníferas mas australes. Es notable tambien la estructura mucho mas suelta de los sedimentos terciarios al norte de Concepcion. Una de las causales principales de esta desviacion debe buscarse talvez en el predominio de los granitos i dioritas en los alrededores de la bahía de Talcahuano. Estos granitos constituian una base mucho mas firme para las capas terciarias que las pizarras micáceas de mas al sur; en los procesos tectónicos, despues de la sedimentacion del terciario carbonífero, los granitos sufrieron la presion principal, protejiendo así las capas mas nuevas superpuestas, capas que por esto no pudieron consolidarse tanto como lo hicieron las de mas al sur.

El límite sur de la rejion carbonífera lo constituye mas o ménos el Bio-Bio; el límite norte corre, a partir de Lirquen, en direccion occidental.

#### 4.—*Descripcion de las diferentes minas*

##### a).—*Lota*

La Compañía de Lota i Coronel (minas Cousiño), no me ayudaron en lo mas mínimo. Dicha Compañía no me permitió bajar a las minas, ni siquiera estudiar los perfiles de los piques i sondajes. En consecuencia, me fué del todo imposible obtener dato alguno sobre la tectónica de las minas de Lota i Playa Negra.

En los cerros detras de Lota i Coronel, el conglomerado basal del terciario se puede observar en varios puntos sobre las antiguas pizarras de la Cordillera de la Costa. En las escarpadas costas que desde Lota Alto bajan al mar, afloran las areniscas verdes de la seccion carbonífera, con algunos mantos intercaladas. Inmediatamente al sur de Lota nos encontramos con las antiguas rocas de la Cordillera de la Costa, separadas del terciario que sigue mas al norte, por una dislocacion de direccion E. a O. La tectónica de las minas de Lota, ha de ser mui semejante a la de Coronel, que se describe en el párrafo siguiente.

A partir de Lota, la formacion terciaria sigue sin interrupcion hasta Coronel. En el centro entre ámbas localidades, se encuentran las minas de Playa Negra pertenecientes a la Compañía de Lota i Coronel. Estas minas se explotan sólo en escala reducida, pues aquí existen, segun he oido decir, numerosas dislocaciones.

##### b).—*Coronel*

(Plano núm. 10)

Son tres las minas grandes que se explotan en esta localidad:

- 1.—Compañía Carbonífera i Fundicion Schwager, en Puchoco i Maule.
- 2.—Compañía de Lota i Coronel, en Buen Retiro.
- 3.—Minas Rojas.

Sobre Buen Retiro no se obtuvo noticia alguna. Con respecto a las otras minas, consúltese el Plano N.º 10. La rejion terciaria de Coronel la encontra-

mos aquí limitada al E. i al N. por la pizarra micácea. Mientras que el límite oriental corresponde a la posicion de las capas terciarias inclinadas al oeste sobre la mica-esquita; el límite norte debe su oríjen a una falla.

La tectónica corresponde exactamente a la de Peumo i Colico, es decir, el rumbo de las capas es de N. a S., i hai una débil inclinacion hácia el occidente. En las minas Schwager de Puchoco, la inclinacion de las capas hácia el occidente disminuye constantemente hasta encontrarse casi horizontales en el campo carbonífero submarino.

La tectónica del terciario es sumamente regular en esta rejion; una escepcion hacen las antiguas minas en el Merquin i Sebastopolito, cruzadas por innumerables fallas.

No tomando en cuenta estas minas ni las minas Cousiño situadas mas al oriente, que han explotado un campo carbonífero de inclinacion regular hacia el O. encontramos como primer gran campo carbonífero el de las minas Rojas en Puchoco-Rojas al occidente de Coronel. Las capas tienen aquí una inclinacion de mas o ménos 10° hacia el occidente. Las fallas son mui escasas i de poca altura, i tienen jeneralmente una direccion E a O. El límite noreste de las explotaciones es formado por una falla de 25 ms.

Como las minas Rojas estan situadas entre el pique N.º 5 de las minas Cousiño i que el pique Morro de Puchoco, los mantos corresponden en cuanto a su distribucion, completamente a los perfiles de los dos piques mas arriba nombrados, reproducidos en la Tabla XIII. Los nombres de los mantos son:

Manto «Gas».....	0.80
» «San Miguel».....	0.90
» «Dolores».....	1.10
» «Blanco».....	0.80
» «Alto».....	1.30

Los tres mantos superiores corresponden a los tres mantos del grupo superior de mantos.

Mas al O. siguen las inundadas minas de Puchoco-Délano. En esta parte, las fallas tienen direccion NNE-SSO; la altura es jeneralmente reducida. Posteriormente, las minas Schwager han pasado por medio de un chiflon doble por sobre los inundados laboreos de Puchoco-Délano, i explotan ahora el carbon submarino que se encuentra al otro lado. Se encontraron aquí dos grandes fallas de direccion NNE. a SSO., entre las cuales la parte central ha sido botada por 70 ms.

Las minas de Maule situadas al norte de Puchoco-Délano, pertenecientes tambien a las minas Schwager, tienen una gran falla de direccion N. a S., de mas de 100 ms. de altura.

Por ahora es imposible dar mayores informes sobre las minas de carbon de Coronel, pues justamente sobre las minas principales no se pudieron obtener datos mas detallados.

c).—*Penco Minas Rosal, Cerro Verde i Lirquen*

Sobre la comparacion de los mantos de las minas Rosal al sur de Penco, se ha hablado ya en el capítulo que trata de las «Condiciones estratigráficas en la provincia de Concepcion».

El chiflon labrado en las minas Rosal, ha atravesado una gran cantidad de mantos de carbon (véase Plano N.º 11), de los cuales son dos de importancia: el manto «Chico» i el «Alto», al cual se llegará una vez que se prolongue mas el chiflon. Las capas corren de N. a S. i tienen una inclinacion de 15° hacia el O. Una gran falla de 65 ms. se encuentra en la parte occidental del campo carbonífero; esta misma falla se encontró ya mas al sur en las antiguas minas de Santa Ana.

Al norte de Penco están situadas las minas de «Cerro Verde». Estas minas explotan el carbon submarino antepuesto a la costa. El campo carbonífero tiene una configuracion estrordinariamente regular.

La direccion dominante es de N. 20° E. En tierra firme domina la inclinacion de 15° hácia el O; mas al occidente, la inclinacion se hace siempre menor, hasta llegar a ser casi horizontal. En el campo explotado se han encontrado hasta ahora sólo mui pocas fallas de altura mui reducida, que oscila entre 1 i 3 ms. Interesante es que la direccion de las capas se desvía en la parte austral del campo hácia la direccion E. a O., de manera que aquí domina una direccion N. 75° E.

En Cerro Verde se ha dado sólo con un manto explotable que tiene un espesor de 1.10 m. Debajo de este manto se conocen 100 ms. mas de rocas, en su mayor parte arcillas refractarias, pero sin contener un solo manto explotable. Por consiguiente, el manto de Cerro Verde representa probablemente el manto explotable mas profundo, que corresponderia al manto «Alto» de las minas Rosal. En este caso, tendrian que haber desaparecido varios pequeños mantos que en el perfil del chiflon San Juan están situados entre el manto «Chico» i el «Alto».

Mui análogas a las condiciones de Cerro Verde son las que reinan en las minas Lirquen situadas un tanto mas al norte, i que hasta la fecha se han explotado sólo en escala reducida. Tambien aquí se explota un solo manto que corresponde al manto de Cerro Verde.

E.—*El carbon del Valle Lonjitudinal*

Desde la rejion de S. Rosendo hasta Puerto Montt i Chiloé al sur, se conocen yacimientos carboníferos en numerosos puntos del Valle Lonjitudinal. Estos yacimientos carboníferos, cuya tectónica i condiciones estratigráficas tienen un carácter mui diverso de los de las provincias de Arauco i Concepcion, los pude estudiar sólo mui superficialmente en el verano pasado en Mafil (Millahuillin) i Mulpun junto a Valdivia.

El carbon, encerrado perfectamente por arcillas refractarias i arenas sueltas, descansa a poca altura sobre las antiguas pizarras micáceas. Las capas carboníferas no han sufrido casi ninguna dislocacion. La mui débil e irregular-

mente variable inclinacion, puede tener su causa en una sedimentacion primaria.

Si se consideran todas las condiciones estratigráficas i tectónicas, es lo mas probable que el carbon del Valle Lonjitudinal sea de edad pliocena.

El manto de Mafil de casi 4 ms. de espesor i cruzado por varias capas de arcilla, comprueba que el carbon del Valle Lonjitudinal no carece del todo de cierta importancia práctica. Una descripcion mas minuciosa del yacimiento carbonifero de Mafil, la daré el año próximo, despues de una nueva i detallada exploracion.

#### IV

##### RESÚMEN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de mis exploraciones del verano próximo pasado, pueden resumirse brevemente en las siguientes frases:

1. Todos los sondajes que desde varios años ha practicado la Inspeccion de Jeografía i Minas en la rejion carbonífera, no han tenido hasta la fecha ni siquiera el mas mínimo resultado.

2. Todas las rocas de la provincia de Arauco pueden resumirse en la siguiente tabla estratigráfica:

Cuaternario: Terraplenes i arenas de la altiplanicie de Colico.

Plioceno: Capas al oriente del rio Tubul.

Mioceno-Oligoceno: Capas carboníferas de las provincias de Arauco i Concepcion.

Discordancia . . . . .

Cretáceo: Capas de Quiriquina.

Discordancia . . . . .

Pizarras i areniscas de Gomero que contienen restos vejetales.

Granitos i rocas metamorfas.

3. El carbon que hasta ahora se conoce en el Valle Lonjitudinal, es mucho mas nuevo que el carbon de Arauco i Concepcion; el carbon del Valle Lonjitudinal es probablemente de edad pliocena.

4. Se confeccionó un esquema tectónico unitario para las minas situadas en la base occidental de la Cordillera de la Costa.

5. El terciario carbonífero de Arauco pudo dividirse en las siguientes tres secciones:

3). Seccion superior no carbonífera;

2). » » carbonífera;

1). » inferior no carbonífera.

6. Los mantos mismos se dividieron en la provincia de Arauco en un grupo superior i otro inferior; se comprobó la existencia de estos grupos a traves de toda la provincia de Arauco. Esta misma division bipartita es tambien mui probable para la provincia de Concepcion.

7. Los mantos de carbon son de formacion autóctona, sedimentados en estensos pantanos cercanos al mar.

8. En vista de las exploraciones hasta ahora practicadas, se recomienda una serie de puntos para las sondas del Gobierno; como tales puntos son:

a) Un punto situado a unos cuantos centenares de metros al occidente de la casa Sáez en el fundo Pilpilco. Este sondaje seria de gran importancia práctica, pues por medio de él se determinaria si el importante manto de Pilpilco se estiende en igual espesor i calidad desde la boca-mina Pilpilco hasta ese sitio. Por otra parte, este sondaje, que atravesaria tambien los mantos del grupo superior, seria de gran importancia para poder comparar definitivamente el grupo «Doble-Alto» con los mantos de Colico i Lebu.

b) Sondaje en la Punta Fraile al occidente de la ciudad de Arauco.

Este sondaje comenzaria en las capas de la seccion superior del terciario carbonífero i haciéndolo de una profundidad suficiente, daria un perfil completo del terciario. El manto superior es de esperar se encuentre a los 130 a 170 ms. de hondura, i el sondaje, con una profundidad total de 350 a 400 ms. atravesaría todas las capas carboníferas.

Prácticamente un sondaje en la Punta Fraile seria de gran importancia por la falta de grandes dislocaciones i la escasa inclinacion de las capas, pues éstas son las condiciones mas favorables para la explotacion. Además, desde la ciudad de Arauco se podria construir fácilmente un ramal que fuera a empalmar con la via férrea de Coronel i Concepcion.

c) Sondaje en la playa de Ranquil al norte de Lebu.

Tambien aquí existen condiciones tectónicas favorables, i practicando el sondaje, es de esperar que se obtenga un perfil completo a traves de todo el terciario carbonífero.

9. Plan de trabajo para los años siguientes

A lo largo de toda la costa, desde Constitucion hasta Chiloé, se conocen numerosos puntos con afloramientos de mantos de carbon, pero ninguno de estos, con escepcion de los de las provincias de Concepcion i Arauco, ha sido hasta la fecha estudiado detalladamente. Esto mismo se puede decir tambien con respecto al carbon mas reciente del Valle Lonjitudinal. Probablemente muchos de estos yacimientos tienen importancia práctica. Una exploracion de toda esta zona, que no pudo realizarse en el verano pasado por falta de tiempo i por el hecho de que solo ha sido disponible un jeólogo, de los dos contratados para estos estudios, deberá considerarse como mision principal para el próximo verano. Esta mision consistiria en determinar, para cada yacimiento carbonífero, la edad jeológica i rasgos fundamentales de la tectónica, i designar al final aquellas rejiones que aparezcan como las mas apropiadas para un estudio mas detallado.

Para la mayor parte de la provincia de Arauco puede considerarse como finiquitado el estudio provisorio, que es el que constituye el contenido del presente informe.

Habria que iniciar ahora la exploracion especial de esta zona, a partir de Curanilahue hácia el sur. La tarea principal consistiria en seguir los mantos del grupo «Doble-Alto» en direccion N. a S.; simultáneamente habria que estudiar los perfiles trasversales creados por los profundos valles de los rios.

Del todo necesario para estas exploraciones es el levantamiento de un

mapa topográfico de la rejion en la escala de 1:25,000 a lo ménos en la de 1.50,000.

Estas exploraciones especiales en la provincia de Arauco, en su gran mayoría solo se podrán ejecutar en el verano subsiguiente.

DR. J. BRÜGGEN,  
Jeólogo del Ministerio de Industria  
i Obras Públicas.



BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCION CHILENA.

BIBLIOTECA NACIONAL  
7- JUN 1958  
Secc. Control y Cat.

