

MEMORIAS CIENTÍFICAS I LITERARIAS.

JEOLÓJIA.—Estudio sobre el carbon fósil que se explota en Chile, por don Enrique Concha i Toro, encargado de este trabajo por el señor don Ignacio Domeyko, presidente de la primera seccion de la Esposicion Internacional de Chile en 1875.

Las ciencias exactas, ensanchando el campo de los conocimientos humanos i dando a éstos hasta cierto punto un carácter de precision, han llevado su poderosa influencia al adelanto industrial de los pueblos, poniendo en sus manos nuevos elementos de accion i de trabajo. Algunos de estos elementos son de tal suerte indispensables al desarrollo industrial, que se ha podido juzgar por la importancia de ellos del grado de prosperidad que han alcanzado las naciones.

Lo que se ha dicho de la produccion del hierro a este respecto, podria tambien decirse del carbon fósil, que, a mas de ser elemento tan necesario para la elaboracion i produccion de ese mineral, contribuye bajo tan variadas formas al desarrollo de la riqueza universal. Bastaria considerar un momento la cantidad a que se eleva la produccion del carbon fósil en algunos países para darse cuenta de su importancia como elemento de la industria i adelanto de las naciones. La Inglaterra produjo en 1870 110.000,000 de toneladas, i se calcula que el aumento de la produccion anual es 3.000,000. En presencia de sumas tan enormes, razon han tenido los pueblos para alarmarse, cuando en 1860 se arribaba a la conclusion de que se podia considerar la existencia en 79,843.000,000 de toneladas, bajo una profundidad de 4,000 piés. Diez años mas tarde, los comisionados ingleses aseguraban que habia 146,480.000,000 de toneladas. La diferencia consistia en

que los comisionados tomaban uno i dos piés mas de espesor en los mantos de carbon. Gracias a estos cálculos, el consumo, que al fin de 100 años llegará a 415.000,000 de toneladas, estaria asegurado por 276 años en Inglaterra. Por esto los países verdaderamente industriales examinan la naturaleza de sus terrenos carboníferos i cuentan los recursos de que disponen, porque en vista de consumo tan grande, puede llegar día, sea por el alza en los jornales, sea por el agotamiento de los depósitos que se explotan con mas facilidad, en que puedan entrar con ventaja en el concurso jeneral que las naciones abren a la industria.

Sabido es que la Inglaterra, con su estraccion anual, que ahora llegará a 140.000,000 de toneladas, es la nacion que mas produce i que mas consume esta clase de combustible. Así como en Europa, esta cuerda nacion ha sabido cimentar sus instituciones i elevar su crédito, puede decirse, hasta ser el banquero jeneral del mundo, así tambien en las repúblicas sud-americanas, bajo un horizonte mas limitado, hai naciones, como Chile, que están llamadas por una série de circunstancias, a tomar tambien el primer rango en este mundo todavia en la infancia. Es verdad, que nuestra república solo cuenta con 2.000,000 de habitantes i apenas tiene medio siglo de nacion independiente; pero es preciso reconocer que el carácter emprendedor de sus habitantes; los rápidos progresos que ha alcanzado a la sombra de la paz, i la amplia libertad i garantías que las leyes otorgan a la industria de nacionales i extranjeros, siempre protegida por todos los actos administrativos, contribuirán poderosamente a que su crédito se haga cada vez mas estable. La naturaleza misma del país ha concurrido a crear este órden de cosas i será una de las principales causas de su prosperidad. La estensa costa bañada por las aguas del Pacífico, pone en comunicacion fácil todo el territorio con los principales mercados del mundo. Su estenso valle, que corre pa-

ralelo a corta distancia de aquélla, con ríos caudalosos que lo fertilizan, con amenos paisajes, con un benigno clima i con las comodidades que ofrece para la vida, presenta condiciones favorables al incremento de la población, a la reducción de la mano de obra, i en jeneral, a los costos de la producción, condiciones esenciales para que un país sea verdaderamente industrial. Por otra parte, sus accidentadas montañas, que son cabalmente las que han dado origen a sus estensos valles, encierran una cantidad de vetas i de sustancias metalíferas mui variadas, que hoi día duermen en la soledad de los montes, pero que se animarán con el trabajo, ensanchándose ese cambio de productos, que es la vida de las naciones destinadas por la naturaleza a un papel importante. Este trabajo en los tiempos modernos, se halla simbolizado por las concepciones atrevidas del entendimiento humano, de que se ha apoderado la mecánica, para hacerlas útiles practicamente adoptándolas a las exigencias de la industria i multiplicando así las fuerzas del hombre. Siendo el combustible el principal agente de esa infinidad de máquinas i aparatos de que se vale la industria moderna para acometer desde las obras de arte que parecen mas insignificantes, hasta aquellas verdaderamente grandiosas, su estudio es de grande importancia en todos aquellos países que, como Chile, se hallan en condiciones de tomar mas tarde o mas temprano, un rango importante en el continente sud-americano i, quiéralo Dios, en el mundo todo. Muchas veces sucede que el interes particular del industrial descubre con un golpe de vista certero los medios de obviar las dificultades que se presentan. La historia de los trabajos del carbon de piedra en Chile, ofrece un ejemplo de esta naturaleza.

La compañía inglesa de vapores en el Pacífico se debió a la iniciativa del jenio emprendedor de un ciudadano ingles, don Guillermo Wheelwright. Una vez que sus numerosos vapores estendieron su carrera desde Panamá

Hasta Valparaíso, se comprendió que era necesario para el desarrollo de la empresa, tomar el carbon que debían surtir los vapores en algun puerto de la costa del Pacifico.

Se tenia a la vista toda la vasta estension que presenta el mar desde Panamá hasta la costa de Chile, i fué en este último país en donde se resolvió iniciar los trabajos, escogiendo la bahía de Talcahuano, allá por el año de 1840.

Muchas debieron ser las dificultades con que se tropezó en un principio. Ya sea por la calidad del combustible que presentaba la parte superior del terreno, ya sea por la cantidad de agua que se encontró, se abandonaron los trabajos. No obstante, se habia reconocido la naturaleza del terreno carbonífero. Los mismos tropiezos que se palparon indicaban el modo de obviarlos, a fin de realizar una idea tan importante. Con efecto, no tardó mucho tiempo sin que llamara nuevamente la atencion un terreno carbonífero situado como catorce leguas al sur de Talcahuano. Desde entonces, los puertos de Coronel i Lota, cuyas playas casi desiertas eran habitadas por pescadores, cuyos campos circunvecinos solo eran susceptibles de un cultivo insignificante, comenzaron a ser el centro de una nueva industria llamada a ejercer una influencia tan benéfica en los otros ramos que constituyen la riqueza del país. Pero solo desde el año 1852 comenzó el trabajo de un modo sério, alcanzando la producción en este año a 5,348 toneladas. Desde entonces, ha aumentado progresivamente año por año, i este impulso ha sido debido especialmente, al carácter emprendedor de capitalistas chilenos. Entre los cuales debe recordarse en primera línea a don Matias Cousiño. Calcúlase en 1.500,000 pesos mas o menos el capital que invirtió en su establecimiento de Lota. Los vapores construídos expresamente para trasportar el combustible a los puertos del norte, conducian de retorno los metales de cobre destinados a ser fundidos en un magnífico establecimien-

to preparado para este objeto. La naciente marina nacional, gracias al incremento de la producción de este combustible, se robusteció mucho. El comercio de cabotaje tenía un gran desarrollo. Los vapores que consumían este carbon ahorraban mucho, tomando en cuenta los gastos que les ocasionaba el carbon inglés. Los envíos desde Inglaterra se hacían con mucha irregularidad, fluctuando su precio entre 15 i 30 pesos la tonelada. La irregularidad de la importación causaba también muchas perturbaciones en la marcha de los establecimientos, por falta del carbon, hasta paralizar el trabajo.

Diez años más tarde, en 1861, se calculaba en 347 los hornos destinados a la fundición del cobre, la que prosperaba a la par con el desarrollo de la explotación del combustible. No obstante, este progreso ha tenido que vencer muchas dificultades i marchar por un camino muy escabroso desde un principio, porque no se apreciaban bien los efectos caloríficos de ese combustible, ni se tenía todavía la práctica suficiente en su aplicación a la fundición de metales, debiendo soportar además la competencia del carbon inglés.

Nuestra legislación ha tomado a veces diversos rumbos. Ocasiones ha habido en que se ha querido proteger la industria carbonífera, ya gravando la internación del carbon extranjero, ya eximiendo de derechos de exportación el cobre fundido con carbon nacional. Mas tarde, los derechos han sido abolidos para restablecerse en seguida. Hoy la ordenanza de aduanas vigente declara libre de derechos de importación el carbon extranjero. No poco ha contribuido a que prevalezca este sistema la relación que tiene la importación del carbon extranjero con la exportación de los demás productos de la industria nacional. Sabido es que es mucho mayor el número de las naves que necesita el comercio para trasportar los artículos que como los cereales, el salitre, guano, minerales de cobre i plata, se exportan desde la costa del Pacífico,

que las que requieren las mercaderías que nos vienen de Europa. Por consiguiente, mientras esto suceda, veremos arribar a nuestros principales puertos los buques cargando el carbon como lastre. Esta es la causa por que últimamente hemos visto el carbon inglés barato como nunca. Apesar de esto i de tratarse de una época escepcional, se ha demostrado que el carbon chileno puede hacerle competencia, gracias a los progresos que esta industria ha alcanzado.

Tambien han tenido sus alternativas, las disposiciones para asignar la propiedad de los depósitos del carbon fósil. Primeramente las ordenanzas de 1789, declaran a estos depósitos propiedad del dueño del suelo; pero si éste no los disfrutase, pertenecía al descubridor que debia pagar al propietario la quinta parte del producto. La lei de 1792 vuelve a declarar que esos depósitos pertenecen al propietario, con las prerrogativas del prédio mismo. En 1825 se hizo la misma declaracion; circunstancia que dió lugar a que en 1824 se suspendiera ésta por redundancia con la disposicion anterior. Después el código civil ha venido a poner en duda el vigor de las leyes precedentes. Por último, la comision encargada por el Supremo Gobierno de la reforma del código de minería, declaraba denunciabile los depósitos carboníferos, concediendo una estension de 200 a 400 hectáreas, segun el mérito del descubrimiento. No obstante, atendidas las perturbaciones que podia introducir esta modificacion, se han dejado sin tocar las disposiciones anteriores, cuando se sancionó el nuevo código de minería en 1874; entendiéndose, segun la costumbre anterior, que las minas de carbon fósil pertenecen al propietario del suelo.

Tales son las alternativas por que han pasado estos trabajos, cuyo estudio dividiremos en tres partes; pero ántes daremos una idea jeneral de la jeolojía de Chile, para in-

dicar desde luego el lugar que ocupa el terreno carbonífero en la serie jeológica de los terrenos.

RESÚMEN DE LA GEOLOGÍA DE CHILE.

Atendiendo a la íntima relacion que existe entre la orografía de un país i los hechos jeológicos que han tenido lugar, nos vemos precisados, para dar mayor claridad a las ideas, a consignar algunas observaciones sobre los principales accidentes que caracterizan el suelo de Chile.

Si nos fijamos en esa inmensidad de montañas, que tan variado hacen el aspecto de este país i que componen casi en su totalidad las provincias del norte de Chile, en los numerosos valles que constituyen las hoyas hidrográficas, i en el crecido número de islas situadas en el sur de Chile, nos parecerá a primera vista que esos accidentes tan variados del terreno están caprichosamente distribuidos.

Sin embargo, cuando los miramos en conjunto, puede observarse que todas esas ramificaciones se ligan por sus propiedades a algun sistema determinado, se dejan ver las leyes a que están sometidos aquellos accidentes, i nos cercioramos de que ellas son tan elementales que nos dan a conocer las causas que han producido tan notables fenómenos.

Esos caracteres distintivos que se observan respecto de las cadenas de montañas, nos hacen dividir las en dos sistemas principales, que son: la cordillera de los Andes i la de la costa. Los sistemas trasversales deben considerarse como ramificaciones de la primera de estas cordilleras.

Para formarnos una idea de esa gran cadena de los Andes que atraviesa el país en todo su largo, fijemos desde luego nuestra atencion en la serie de volcanes que comienzan a mostrarse en la parte correspondiente a las provincias centrales, i que parecen imprimir a los Andes un aspecto diferente del que presentan en las provincias

situadas al norte de la de Santiago. Así, desde el punto denominado «*Los Cruceros*,» situado poco mas al norte del volcan de Tinguiririca, la gran cadena de los Andes atravesando las provincias del norte de Chile se dirige con corta diferencia de sur a norte; i de allí para el sur se advierte que se desvia un poco para el oeste; de manera que la primera parte de esa cadena liga la estremidad volcánica de Bolivia con la que se estiende al sur de Chile, comenzando por el volcan de Tinguiririca. Además, debe observarse, que los Andes se abaten i se estrechan para el sur, hasta llegar al nivel del mar en el Estrecho de Magallanes.

Ahora, supongamos que nos dirijimos hácia el norte, i veremos que la cordillera se levanta en jeneral a medida que avanzamos, siendo dominada en espacios mas o menos largos por grandes macizos que se elevan a alturas considerables. Entrando en la provincia de Santiago, uno de ellos sube hasta 5,384 metros sobre el nivel del mar. Sigue el grupo de volcanes de San José, elevándose la punta culminante a 6,096 metros sobre el mismo nivel. Mas al norte i siempre en la provincia de Santiago, se halla el Tupungato, cuya cúpula se encuentra a 6,434 metros de altitud. Pero, es en la provincia de Aconcagua donde los Andes toman su mayor elevacion, i sus picos, encumbrados jeneralmente de mas de 5,000 metros sobre el mar, exceden en mucho a los mas elevados de los Alpes, que solo llegan a 4,813 metros en el monte Blanco (Saboya). Algunas de esas cumbres son mas altas que el Chimborazo, i solo ceden al nevado de Sorata, el pico mas elevado de los Andes, i sobre todo a los mas gigantescos de Himalaya, cuya elevacion llega hasta 8,592 metros; mientras que el Aconcagua, impropriamente designado con el nombre de «*Cerro del Volcan*,» se eleva a 6,835 metros sobre el mar, i es el punto mas culminante de los Andes occidentales. A partir de la provincia de Aconcagua, los Andes no presentan picos tan eleva-

dos como los precedentes; pero casi nunca descienden de 4,000 metros, ofreciendo en ese intervalo varias depresiones que establecen la comunicacion con la banda oriental.

Además de la cadena de los Andes, tenemos otra, la de la costa, segun hemos dicho. Considerada en grande escala, puede mirarse como paralela a la primera. En las provincias del norte, Atacama, Coquimbo i Aconcagua, esta cadena se confunde algunas veces con las ramificaciones de los Andes, i alcanza entonces a su mayor elevacion (2,315 metros). Mas al sur, forma una ancha faja de cerros que se distinguen claramente de las demás líneas estratigráficas, por la interposicion entre las dos cordilleras del gran valle lonjitudinal, cuyo largo, desde la provincia de Santiago hasta el golfo de Reloncavi, es de 930 quilómetros.

Si nos fijamos ahora en los elementos que componen las dos cadenas mencionadas, no podrá menos de observarse la uniformidad de caracteres bajo los cuales se presentan los que corresponden a un mismo sistema, ya sea que se atienda a la direccion que siguen las crestas mejor determinadas, o a la naturaleza i disposicion que guardan las rocas que los componen. Esta semejanza que se advierte en los elementos de la misma naturaleza, nos hace ver la grande estension en que se han manifestado los hechos jeológicos que han tenido lugar para la formacion de un país tan profundamente accidentado como Chile. Sin embargo, su suelo no se encuentra dividido como Europa, en un gran número de trechos diferentes de terreno, o cortado por innumerables cordones de cuyos cruzamientos es difícil determinar las épocas, como dice D'Orbigny respecto de la América meridional; por el contrario, presenta relieves trazados en centenares de millas, que han permitido a Pissis seguir el rastro de las largas fallas que se abrieron en la corteza terrestre en las distintas épocas a que se debe la formacion de las cade-

nas de los Andes i de la costa. Así es que los estudios jeolójicos de Pissis i los de D'Orbigny, jeólogos que han abrazado con sus trabajos una vasta estension de la jeolojía de Sud-América, se encuentran conformes acerca del modo como se han formado las cadenas de montañas. Los hechos consignados en las investigaciones sobre los sistemas del sollevamiento de Sud-América por Pissis, vienen a dar una prueba de la exactitud de las palabras emitidas por D'Orbigny. «Sin los sistemas de sollevamiento, dice este último jeólogo, la formación de la América sería un verdadero caos, que se trataría en vano de desenredar: mientras que aplicando a su estudio el gran pensamiento de Beaumont, i abrazando en un golpe de vista todo el continente, los hechos aún mas pequeños hallan su esplicacion perfecta: por este medio, se entiende en qué orden las diversas partes de este continente han salido del agua unas en pos de otras, qué conmociones sus diversos relieves han causado en la superficie del suelo, i qué cambios han ocasionado en la naturaleza de los sedimentos i de las formas.»

Recorreremos lijeramente esas épocas en que han acontecido los grandes trastornos, a los cuales se debe la formación de las cadenas de montañas o de los valles de nuestro país; i tomando en consideracion los largos períodos de reposo que han sucedido a esos trastornos, procuraremos distinguir las distintas fases por que ha pasado esta parte de la tierra, una de las mas accidentadas del globo.

Refrámonos a la mas antigua de esas épocas. Después del estado de liquefaccion ignea del globo terrestre; después de la solidificacion de la parte exterior de esa masa líquida por su enfriamiento gradual, comienzan a condensarse los vapores acuosos de la atmósfera, que, acumulándose sobre la tierra, formaron mares que cubrieron casi la totalidad de la superficie de nuestro planeta. En medio de estos mares, se depositaron los terrenos sedi-

mentárcos, cambrianos i los de la formacion antracitosa, que se presenta en toda la estension de Chile. En esta época, debieron producirse vacíos en el interior de la tierra a consecuencia del enfriamiento gradual del globo, i entonces la parte de la corteza terrestre ocupada por aquel terreno esquistoso, se derrumbó, dejando rasgaduras por donde aparecieron los granitos, en diversas épocas trastornando el sistema esquistoso. A la salida de los granitos se debe, pues, la formacion de la cadena de cerros conocida con el nombre de «*Cordillera de la Cosca,*» que, desde la provincia de Aconcagua, se distingue claramente hasta el territorio de Magallanes, presentando una angosta faja, dividida en aquella época en una série de islas separadas por brazos de mar, cuya situacion debia ser la misma que la que ocupan actualmente los rios hácia su desembocadura.

Después viene un largo período de reposo relativo, durante el cual se deposita la arenisca roja, formando, segun Darwin, un terreno continuo de norte a sur i de este a oeste, el cual llega en el centro de Chile a un espesor de mas de una milla. Nuevos hundimientos i rasgaduras se producen en la corteza terrestre, por donde salieron las rocas de sienita, trastornando las capas de la arenisca roja, trasformándolas en pórfidos metamórficos, segun Pissis, i formando juntamente con los sollevamientos anteriores una larga faja de cadenas dispersas que han trazado desde un principio la direccion de la cordillera de los Andes. Después de esta época el mar penetraba entre los dos sistemas de cerros que se han sollevado, presentando al poniente la série de islas de que antes hemos hablado, mientras que hácia el oriente de las islas debian existir principalmente grandes golfos o lagos, formados por los sistemas sollevados por las sienitas.

Entre tanto, las aguas depositan sus sedimentos entre esas cadenas i se forman las capas de areniscas, de margas i de calcáreas compactas, que son sollevadas, se-

gun Pissis, al tiempo de la aparición de las rocas de labradorita e hiperstena. El mar era poblado, según Darwin, por un pequeño número de especies de moluscos; pero cuyos individuos eran al contrario estremadamente numerosos. En la cadena de los Piuquenes (provincia de Santiago), se encuentran los fósiles diseminados a distintos niveles desde la base hasta la cumbre (de 4,200 metros de altitud), i unen las diversas capas del sistema, ligándolas todas al mismo período jeológico. Este sistema yesoso (gypseux) con los banales superiores de conglomerados porfíricos, no tiene menos de 2,400 metros de potencia, según Darwin, en el corte de las Amolanas. "En el valle del Despoblado, que se junta con el de Copiapó, se deja ver el espesor de las capas yesosas, que llega hasta 2,128 metros, i las capas fosilíferas que se encuentran cubiertas todavía por otras estratas de 1,200 o 1,800 metros de potencia. No pudiendo suponer que el mayor número de conchas haya vivido a una profundidad de más de 50 a 70 metros, M. Darwin piensa, como en los ejemplos precedentes, que el fondo del mar se ha abatido durante la existencia de esos animales, supuesto que se les observa en toda la altura de la série. Los caracteres mineralógicos de los conglomerados i del cascajo conducen a la misma conclusion (1)." El solevantamiento que paso fuera de las aguas esos depósitos no ha seguido como antes, la direccion de sur a norte con inclinacion hácia el este, sino que, al contrario, corre en direccion trasversal casi perpendicular a las fallas por donde han salido las sienitas. Las partes más elevadas de los Andes pertenecen a la interseccion de estos dos sistemas de solevantamiento. De esta manera se complican ya las líneas estraligráficas, principalmente en las provincias del norte, donde las rocas de labradorita e hi-

(1) *Histoire des progrès de la Géologie de 1834 a 1842* por A. D'Archiac.

perstena han salido en mayor abundancia, i aún hasta el grado 34 de latitud, en la parte correspondiente a las provincias centrales. Por consiguiente, de esa zona es de donde el mar ha debido retirarse en mayor estension a la época de este sollevamiento.

En el largo período de reposo que sigue hasta la aparición de las traquitas, solo se han producido en la costa de Chile sollevamientos de poca estension relativamente a los anteriores, de los cuales el mas antiguo se refiere a las capas de areniscas verdosas i micáceas que descansan sobre la formación esquitosa o sobre los granitos que la reemplazan, i sostienen las estratas de conglomerados con cardium i baculitas del puerto del Tomé, de la isla de Quiriquina, de la llanura de Concepcion, etc. Durante este período, el suelo donde se depositaban estos terrenos debió experimentar probablemente un hundimiento gradual, dando principio a la formación del terreno carbonífero de la costa sur de Chile, que se explota en Coronel, Lota i Lebu. Estas formaciones experimentan algunos trastornos i continúan desarrollándose en el período terciario, al mismo tiempo que en la costa de la provincia de Colchagua i de Santiago se depositan los terrenos terciarios de Bucalemu, que llegan hasta 400 metros de altitud, experimentando una transición de las formaciones marinas a las lacustres. Sollevamientos correspondientes a las épocas mioceno o eoceno los ponen fuera de las aguas, i agregan en el Rapel, en Concepcion, en la bahía de Arauco, en Lebu, en Pargas, etc., nuevos apéndices a la cordillera de la costa. La línea de separación entre el fin del período cretáceo i el terciario se encuentra representada en el puerto del Tomé por capas de conglomerados con rocas redondas o elipsoidales que contienen baculitas; en la isla de Santa María las rocas mas antiguas se hallan representadas por las estratas de arenisca arcillosa que forman la base de esta isla; mientras que las capas arenosas terciarias que se sobreponen a las

arcillosas en estratificación discordante nos ponen de manifiesto los hundimientos i solevantamientos sucesivos que han tenido lugar en estos terrenos en diversos puntos de la costa de Chile.

Esos movimientos del suelo han debido extenderse tambien hasta el valle central, donde se ve algunas veces el terreno lacustre (que compone en partes esta estensa llanura), descansando sobre la arenisca de la formación carbonífera de la costa. Un estenso lago debia formar lo que hoy dia representa el gran valle longitudinal de Chile, hasta que un nuevo solevantamiento se hizo sentir en una inmensa estension. En esta época, el suelo fracturado de norte a sur, da paso a las rocas traquíticas acompañadas de un poderoso desprendimiento de vapores ácidos sulfurosos, segun Pissis, los cuales han modificado la composición de las capas sedimentáreas que atravesaban; i condensándose en las hendiduras mas estrechas, formaron los minerales de plata, así como al tiempo de la aparición de las sienitas se formaron las piritas, i con la salida de las labradoritas e hiperstena se formaron las demás vetas de cobre. Este solevantamiento tan estenso, no solo se hace sentir en los Andes, sino tambien en la parte central de Chile, de donde son espulsadas las aguas, destruyendo i arrastrando consigo los grandes animales que vivian en esa época, tales como los restos de mastodontes encontrados en la laguna de Tagua-Tagua. Se forma entonces el estenso valle longitudinal; pero probablemente quedaban todavía sumerjidos algunos terrenos, como ser en las provincias de Valdivia i Llanquihue. Relacionados con este solevantamiento, hai hechos de importancia que conviene observar. En efecto, la semejanza de caracteres notada por D'Orbigny entre el terreno pampeano de la banda oriental con el de Chile, lo ha determinado a considerarlos como pertenecientes a una sola época.

Por otra parte, notaremos que los conglomerados de

Las rocas asociadas a las traquitas descansan sobre la arenisca de origen marino (del valle), formando la base del terreno de acarreo: de manera que estas rocas se encuentran en la llanura central relacionadas con las traquitas que han causado aquel sollevamiento en la cadena de los Andes. Un sollevamiento tan considerable como el correspondiente a esas rocas endojénicas, no ha podido menos de haber causado grandes efectos en el terreno vecino i es probable que sea a él al que se debe la formacion del terreno pampeano. Desde esa época, correspondiente al *periodo terciario*, los Andes han debido presentar el aspecto de hoy dia, sobre todo en las provincias del norte hasta la de Santiago. Hacia el sur, las chimeneas volcánicas que se han abierto han modificado mas esta parte de la cordillera.

En el valle central, probablemente quedaron muchos lagos de los cuales pueden darnos una lijera idea en la época actual, las lagunas de Llanquihue, Ranco i Villarica, etc., situadas al pié de la cordillera de los Andes. Se comienza a depositar hácia la estremidad sur del valle el terreno de acarreo compuesto principalmente de guijarros de rocas traquíticas en un espesor de mas de 100 metros, el cual es sollevado en época menos antigua, en el período terciario. La manera como alternan las capas de arenisca arcillosa i de cascajo con las de guijarros; las impresiones de las plantas en la arenisca arcillosa de la llanura de Valdivia, i los mantos de combustible que presenta esta misma arenisca en la desembocadura del Maulin, donde se apoya sobre la formacion terciaria, dan lugar a admitir un hundimiento gradual que pudo tener lugar en la parte ocupada por esa arenisca arcillosa o el terreno de acarreo en las provincias de Valdivia i de Llanquihue, semejante al que es probable se verificó cuando se formaron los terrenos carboníferos que pertenecen a la bahía de Aráuco. Con el sollevamiento correspondiente a este terreno, sale del mar la parte sur de la lla-

nura central, que uniéndose a otros terrenos sollevantados anteriormente componen el estenso valle lonjitudinal, desde Chacabuco hasta la ensenada de Reloncaví, i además se forman muchas islas de la provincia de Chiloé situadas en la prolongacion de la llanura de esas provincias.

La salida a la superficie de las traquitas, no ha podido verificarse en una sola época, del mismo modo como ha sucedido con las demás rocas plutónicas i conforme se observa actualmente en los fenómenos volcánicos; así es que los efectos que han producido en el terreno vecino corresponde tambien a diversas épocas. No obstante la aparicion de las traquitas debe referirse desde el fin del período cretáceo hasta el fin del período terciario; lo que mas o menos corresponde al período a que pertenece la formacion de las lignitas o carbon fósil que aparece en la costa i en el valle central de Chile, ocupando diversas sub-formaciones de esos terrenos.

Llegamos ahora al período cuaternario, durante el cual se han depositado en la costa arenas marinas con conchas que viven actualmente en el mar; en los valles, los aluviones han emparejado las desigualdades que habian dejado en la superficie los sollevamientos anteriores; pero algunas veces han producido un efecto contrario en las inmediaciones de los rios que salen de los Andes, donde se encuentra el terreno dividido en forma de escalones. Al período cuaternario se refiere tambien la salida de las lavas que han formado la série de volcanes, de los cuales unos se encuentran próximos a la línea culminante de los Andes en el punto de cruzamiento de varias líneas estratigráficas, i otros, que siguen la base de esta cordillera, se muestran en el extremo sur de las provincias centrales, probablemente desde que comienza a aparecer en el valle lonjitudinal el terreno de acarreo de que hemos hablado anteriormente. Los movimientos que ha experimentado el suelo por la salida de las lavas, se han

hecho sentir poco en la llanura central relativamente a los que han tenido lugar en el lado de la costa. Es probable que en esta parte, las formaciones cuaternarias de Atacama, Coquimbo, Aconcagua, Chilec, etc., hayan sido levantadas al tiempo de la aparición de los volcanes, así como la época de la salida de las traquitas debe corresponder con el sollevamiento de una gran parte de la llanura central.

Después de esta época, solo se han producido movimientos de poca consideracion, que han sollevado unos pocos piés sobre el mar varias partes de las bahías de Aráuco i de Talcahuano, movimientos que han tenido lugar en la misma fecha del terremoto que arruinó a Concepcion en el año de 1835. Tambien es digno de observarse en la isla de Santa-María, el efecto producido por las corrientes marinas. Además debe notarse, aún cuando no sea un hecho bien averiguado todavía, que el mar se retira lentamente del continente, lo que dará lugar a creer en un sollevamiento gradual del suelo, tal como el que se observa en otros países donde estos hechos han sido mejor estudiados (2).

Debiendo ocuparnos ahora especialmente del terreno carbonífero, dividíemnos su estudio del modo siguiente:

I. Descripción joolójica del terreno, que comprende: la naturaleza de los terrenos, su forma, estratificaciones, modo como se ha formado el carbon, etc.

II. Esplotacion del combustible, costos, extraccion anual, etc.

III. Aplicacion de este combustible a la industria.

En cuanto a la primera parte habíamos hecho antes, un estudio sobre el particular, en virtud de la inspeccion de los establecimientos i de las diversas expediciones que

(2) En este resumen no hemos podido indicar sino las principales épocas a que corresponden las formaciones de Chile, de modo que hemos omitido enumerar algunas otras pocas, como los períodos cuaternarios que han aparecido sucesivamente en diferentes épocas desde el fin del período jurásico, hasta los tiempos modernos.

hemos practicado en esos terrenos carboníferos, comprendidos en las provincias de Concepcion, Aráuco, Valdivia i Llanquihue: extractaremos lo principal. La consideracion porque damos alguna mas estension a esta parte, es porque los trabajos del carbon de piedra en Chile, cuentan con pocos años de existencia, limitándose a las minas del sur: mientras tanto, puede suceder que se necesite reconocer la existencia del carbon fósil, en algun punto en que se proponga plantear una nueva industria, sea para la elaboracion de algun depósito metalífero o por cualquier otro motivo, para lo cual es preciso contar con un conocimiento mui exacto de ese terreno.

Tratando de resumir desde luego, lo que se espresará mas adelante hácia este respecto, observaremos primeramente que en las publicaciones que conocemos sobre la materia, se confunden todos esos terrenos como en un solo grupo; pero segun nuestro modo de ver, pertenecen a distintas formaciones que es preciso distinguir. Aún tratándose del terreno que se explota en la bahía de Aráuco, se dice jeneralmente, que todo es *terciario*.

No obstante, si bien es cierto que este terreno se presenta como en un solo cuerpo desde la superficie hasta su base, debe notarse, que el mismo espesor que presenta indica el tiempo que ha necesitado para su formacion, junto con los trastornos que pueden haber sobrevenido, i como los fósiles que manifiesta, unas veces son característicos del *período terciario* i otras veces del *período cretáceo*, da lugar a creer que en Chile no está tan de manifiesto la demarcacion de esos dos períodos jeolójicos. Además, las rocas que se hallan situadas en la parte inferior, se encuentran relacionadas con otras, en que predominan los fósiles *cretáceos* del puerto del Tomé, como veremos después; lo que da lugar a creer que si la parte superior del terreno pertenece a la *formacion terciaria* mas antigua, la inferior, que es donde se hallan los mantos de carbon de mayor importancia, puede mui bien perte-

recer al terreno *cretáceo superior*, a pesar de que no existe tampoco una línea bien clara de demarcacion. De modo, que para espresarnos con mas propiedad diremos, que esta última parte se halla situada en los limites de las dos formaciones, *terciaria inferior* i *cretácea superior*.

La formacion de Lebu, al sur de la bahía de Aráuco, puede mirarse en su conjunto, como análoga a la formacion carbonífera de Coronel i Lota, pertenecientes a dicha bahía. Otro tanto puede decirse de los terrenos carboníferos de Pargas, situados trece leguas al norte de Ancud. Allí se trata del mismo terreno de que hemos hablado; pero sucede que la parte superior, que mas al este ocupa una estension mui vasta en las provincias de Llanquihue, de Valdivia i de Chiloé, es tambien carbonífera. Este último terreno ocupa los grandes valles de esas dos provincias, de Valdivia i de Llanquihue, constituyendo a la vez la parte sur del estenso valle longitudinal de Chile; de modo que por su estension abre un campo mui vasto a las investigaciones del carbon fósil. En una publicacion anterior hemos descrito este último terreno. Allí se ve que el mismo carbon que se explota en Coronel i Lota, se encuentra muchas leguas mas al sur de estos puntos, en los depósitos de Pargas; mientras que el carbon mas moderno a que nos referimos i casi a la misma latitud de Pargas, se presenta en el rio Maullin, de calidad inferior. Recientemente en la Esposicion, vimos una pirámide de carbon que manifestaba un espesor de 4 metros, para el manto de que fué estraído en Pidey, al este de la ciudad de Valdivia. No habiendo visitado esta última localidad, no podemos decir si la formacion es como la mas antigua de Coronel, o bien es una formacion mas moderna, por la situacion bastante escepcional que ocupa, en el valle mismo del departamento de Valdivia. Segun las indicaciones, esos depósitos son mui estensos i se hallan en lo que allí llaman *cancagua* (arenisca arcillosa), que se estiende en los valles de los terrenos *ter-*

ciarios de Valdivia i de Llanquihue. No conocemos tampoco, los depósitos carboníferos de la colonia en el estrecho de Magallanes; pero por algunos datos que hemos tomado sobre ese terreno i por el hecho de hallarse la *osira* de los terrenos *patagónicos* de D'Orbigny, nos inclinamos mas a creer, que se trata de un carbon mas moderno que el que se explota en la bahía de Aráuco, i que talvez podia referirse a las formaciones terciarias de Valdivia, de que hemos hablado, sin querer decir por esto, que ese carbon no sea de buena calidad.

De lo dicho se infiere, que el carbon que aparece en la costa de Chile, pertenece a distintos períodos jeolójicos; que el mas antiguo que hemos indicado, es aquel en que se encuentran establecidos los trabajos de Coronel, Lota i Lebu, con buen éxito. Los trabajos que se refieren a las capas superiores, menos antiguas (en Talcahuano) no han tenido el mismo resultado, lo que no quiere decir tampoco, que en Talcahuano no se halle la formación mas antigua de Coronel, como en efecto se encuentra, si no que puede haber otros puntos en que falte. Además, variando la latitud, desde las provincias de Valdivia para el sur, varia tambien la naturaleza del terreno terciario. Como este terreno es carbonífero i presenta, como queda indicado, una estension tan vasta en las provincias de Valdivia, Llanquihue i Chiloé, i calculamos que se prolonga hasta Magallanes, conviene observar que hai distintas sub-formaciones, que pueden hacer variar mucho la calidad del combustible; pero repetimos otra vez, que esto no escluye que aparezca en esas localidades la formación mas antigua de Coronel i Lota. Por esta razon, se puede aconsejar a los industriales, que cuando se trate de explotar el carbon en esas latitudes, estudien muy bien de antemano, la naturaleza del terreno i del combustible, no tanto por la abundancia, que puede ser muy grande, sino por la calidad del carbon i formación del terreno, para tratar de plantear los trabajos

siempre, en la formación mas antigua de Coronel, Lota i Lebu. Toda vez que se consiga descubrir este último terreno, nos parece preferible, aún cuando no se halle el carbon a la vista, descubrirlo mediante sondas, que se practicarán en los puntos donde sea mas importante la explotación del combustible. Los depósitos de Pargas, situados bastante al sur (a la latitud $41^{\circ} 23'$), nos presentan un ejemplo de lo que decimos, pues allí se manifiesta en mucha abundancia la formación de Coronel i Lota i a la vez el terreno mas moderno con mantos de carbon en el rio Maullin. Como este último terreno se estiende mucho para el sur i es carbonífero, será preferible basar los trabajos en el terreno mas antiguo, siempre que sea posible por la calidad del carbon. No obstante, demandando la industria del carbon de piedra, la inversion de sumas mui considerables, sin las cuales nada sério se puede hacer, deben tomarse en consideracion todas las circunstancias, que aquí no hacemos mas que enunciarlas, para ver las ventajas con que puede entrar al consumo del combustible, en el mercado, sin esponerse a un fracaso.

PRIMERA PARTE.

DESCRIPCION JEOLÓJICA DEL TERRENO CARBONÍFERO DE CHILE.

Este terreno, segun lo hemos esplicado, comprende diversos períodos jeolójicos, refiriéndose una parte a la *formación terciaria*, en distintas sub-formaciones, i otra que se relaciona con los terrenos en que predomina la parte superior de la *formación cretácea*. Aunque el terreno reconocido hasta ahora como carbonífero, comienza solamente desde la latitud de Talcahuano ($36^{\circ} 42'$), continuando para el sur, vamos a indicar tambien, los terrenos análogos que se encuentran mas al norte de la latitud espresada, a pesar de que no han sido objeto todavía de ninguna exploracion hácia este respecto, i que sus afloramientos

tos no presentan tampoco tantos indicios para la existencia del carbon fósil, como acontece en el sur.

Si marchando de norte a sur dirijimos primeramente la atencion en la costa de la provincia de Valparaíso, encontramos mui desarrollada la *formacion terciaria*, en el terreno de Puchuncaví, donde ocupa una considerable estension. Este terreno se encuentra limitado al este i al sur, por la Cordillera de la costa, compuesta de rocas granitoideas; pero esta misma provincia, presenta en su estremidad sur, los terrenos *terciarios* de el puerto del Algarrobo, donde hemos visto que reposa como en el Tomé, sobre otro terreno perteneciente a la *formacion terciaria inferior* o *cretácea superior*, i además una delgada capa de *lignita*. Vuelve a interrumpirse el terreno *terciario* por las rocas granitoideas; pero reaparece, desde el puerto de San Antonio, ocupando para el sur una buena parte de la costa del departamento de Santiago, i sobre todo del de Rancagua, donde presenta una estension mui vasta desde el rio Maipo hasta el estero de Topocalma. Este terreno se compone de una série de capas arenosas, de color gris, que se cambia en amarillento por el óxido de hierro; encierra fósiles en las capas calcáreas, que se han considerado mui semejantes, con los que cobijan la caliza tosca de la hoya de París, del *período coceno medio*. Esta *formacion* experimenta una transicion de las *formaciones marinas* a las *lacustres*, i alcanza al este hasta 400 metros de altitud. Tambien hemos observado hácia su extremo sur, algunos mantos de *lignita*, análogos a los de Coronel, siendo el mas grueso de metro i medio de espesor, a la orilla del estero de Topocalma; sin embargo, este terreno nunca se ha explorado bajo el punto de vista del combustible, i aún parece de distinta naturaleza del que se halla en el sur. Las exploraciones verdaderamente serias, del terreno carbonifero que se explota en Chile, comienza mas al sur, desde la latitud de Concep-

cion o Talcahuano, i pasamos a ocuparnos de este último terreno.

FORMACIONES TERCIARIAS I CRETÁCEA SUPERIOR DEL TERRENO CARBONÍFERO DE LA COSTA DE CHILE.

La parte superior de la *formacion cretácea* se muestra de trecho en trecho en la costa de Chile, ocupando, por consiguiente, la misma colocacion que la sub-formacion mas antigua del *período terciario*.

No obstante, como en las publicaciones sobre la jeología de Chile se ha considerado la formacion de que tratamos, como perteneciente toda ella a la *formacion terciaria*, tendremos que entrar en algunos detalles, para esponer los motivos que nos inducen a demarcar estas formaciones.

Observaremos desde luego, que anteriormente, tratando de la *formacion terciaria de Bucalemu*, se ha dicho, que las capas de terreno que la componen, se muestran en el puerto del Algarrobo, donde se apoyan sobre otras capas de areniscas, pero mui duras i de un aspecto distinto de las que pertenecen a la formacion terciaria. Esas areniscas descansan en aquella localidad, sobre los granitos representantes de las formaciones sedimentáreas antiguas, i son idénticas por sus caractéres a las rocas que se muestran en el puerto del Tomé, donde se apoyan tambien sobre esta formacion.

A esa formacion (*cretácea*), o a la *terciaria inferior*, se refieren los depósitos de combustible que se explotan en Coronel i Lota, así como tambien los de Lebu. La presencia de estas capas de combustible i el aspecto especial de las rocas a que se encuentran asociadas, permiten reconocer la formacion que nos ocupa en los depósitos que se encuentran a grandes distancias, aunque sean interrumpidos por otros de distinta naturaleza.

Espondremos, pues, las principales circunstancias que

caracterizan esta formación, escogiendo un lugar favorable que nos permita clasificar las rocas a que hemos aludido, i relacionarlas con las capas de combustible. Nos concretaremos entonces a un lugar determinado que sirva de base a esa clasificación, para lo cual, preferiremos la formación de arenisca que nos presenta el puerto del Tomé, en la provincia de Concepción.

Principiaremos por considerar las escarpaduras del cerro que se extiende en el puerto del Tomé a lo largo de la playa comprendida desde la estremidad sur del pueblo, hasta Bellavista. Este terreno forma una feja como de dos kilómetros de largo, su ancho no excede de 40 metros i su altura de 30 metros sobre el nivel del mar.

Para mayor claridad, daré el croquis siguiente, sacado desde la playa.

(Fig. 13)



a—Arenisca de color amarillo verdoso, con partículas brillantes de mica; no hace efervescencia con los ácidos ni presenta fósiles.

c—Roca que tiene el aspecto de un conglomerado (de granos pequeños) que los mineros de Cerro i de Lora, llaman *tosca*. En esta roca se encuentran espesas capas de masas redondas o elipsoidales de varios decímetros de diámetro, i cuyo aspecto presenta dos sustancias principales. La mas abundante tiene estructura granuda gruesa, color gris oscuro i se encuentra como impregnada en algunas partes, de la otra sustancia cuyo color es blanco ceniciento, que da entonces a la roca un color mas claro, dominando en el conjunto el gris; es mas dura, da chispas con el acero i hace efervescencia con los ácidos.

2.^a—En la parte superior, una capa de arenisca idéntica con (a).

De la enumeracion que acaba de hacerse, se deduce desde luego que las areniscas designadas por (c) son mas antiguas que las rocas designadas por (e), desde el momento que esta última descansa en estratificacion discordante sobre la primera, la que a su vez se apoya sobre las esquistas pertenecientes a la formacion sedimentaria mas o menos del período siluriano.

Los fósiles contenidos en aquellas masas redondas son numerosos, predominando las *baculitas* i *cardium*.

Lo que es notable sobre todo en el terreno que describimos, es la inmensa cantidad de *baculitas*: hai grandes peñascos compuestos de millares de estos fósiles, que se encuentran trabados en todas direcciones en una roca durísima de conglomerado: solo se pueden sacar fragmentos de esas especies i su presencia nos indica, como las demas especies mencionadas, el período jeolójico a que pertenece el terreno en que se encuentran. En efecto, puede notarse que en las formaciones referidas a la parte superior de la *formacion cretácea*, tanto en Europa como en los Estados-Unidos, figuran con frecuencia las *baculitas* como una especie comun a esos terrenos; i en ese país «de sesenta especies que se refieren a la formacion de que tratamos, quince son miradas por Mr. Forbes como excelentes representantes jeográficos de fósiles cretáceos bien conocidos de la Europa.» entre las cuales hallamos varias especies de *baculitas*. Esta semejanza entre el terreno cretáceo de Chile i el de otros países la encontramos, no solo en los fósiles, sino tambien en la naturaleza de los depósitos: los núcleos o masas redondas del Temé aparecen tambien en la formacion cretácea de Inglaterra i llamamos la atencion a esta última circunstancia, porque puede servirle al jeólogo para reconocer en Chile la formacion que nos ocupa.

Después de lo que acaba de esponerse con respecto a

la formación del Tomé, i recordando además lo que hemos dicho de las formaciones terciarias, cuando se trató de fijar la edad de los terrenos que corresponden a la parte menos antigua de este período, resulta que ha habido una interrupcion entre el depósito de las areniscas verdosas micáceas designadas por (a), i el de los conglomerados designados por (c). Hubo un sollevamiento que trastornó las capas de arenisca en una época perteneciente a la parte superior de la *formación cretácea*; en seguida, se depositaron sobre esas areniscas las otras designadas por (c), que fueron sollevadas después quedando en el estado en que se encuentran hoy día.

Pasamos ahora a examinar esta misma formación en la Quiriquina, cuyos fósiles han sido estudiados por algunos peletonojistas distinguidos (tratando del terreno *terciario* de Chile). De esa manera, estableceremos mejor las relaciones que existen entre la formación que describimos, i el terreno carbonífero de Lota o Coronel, que aparece en parte en la Quiriquina.

Los fósiles descritos por D'Orbigni pertenecientes a esa isla, se refieren a dos capas de diferentes terrenos. Una de ellas, formada de arenisca dura, verdosa, micácea, en masa de calcárea, contiene con numerosos fragmentos de maderas las especies siguientes:

Natica arúcana,	D'Orbigni.
Fusus difficilis,	—
Pyrulla longirrostra,	—
Trigonia hanetiana,	—
Cardium auticostatum,	—
Mactra cecilleana,	
Chenoconcha larguillietti,	—

La otra capa se compone de arenisca amarillenta, menos dura, mas calcárea, en la cual se encuentran las especies siguientes:

Venus auca, D'Orb. Arca arúcana, D'Orb.

Para hacer ver ahora la manera como se corresponden las capas de terreno de la Quiriquina i del Tomé, damos a continuacion el croquis siguiente, que ha sido indicado por M. Crosnier en una memoria sobre los terrenos terciarios de Concepcion (3).

(Fig. 2.^a)



Segun este croquis parece que las capas (f) descansan en estratificacion discordante sobre la (c') o sobre la (a'). La capa (c') se encuentra interrumpida por las arenas blancas que pertenecen a la *formacion cuaternaria*; pero debe sobreponerse a la capa (a'). Observaremos además que M. Crosnier dice que las areniscas son unas veces de grano fino que no hacen efervescencia con los ácidos, i otras veces de grano grueso que contienen núcleos elipsoidales; por consiguiente la capa (c') debe ser análoga a la que hemos designado por (c) en el Tomé, que se sobrepone en estratificacion discordante a otra (a).

Si del Tomé pasamos a considerar la llanura en que se encuentran las ciudades de Concepcion i Talcahuano, que presenta una superficie como de 13,000 cuabras, observaremos la misma *formacion cretácea* en varios cerritos que se elevan en medio de esa llanura, tales como el de los conejos en la hacienda de Hualpen, en el cual se encuentran los jéneros *cardium fusus*, etc., i en Concepcion i Talcahuano, donde (se dice) aparecen las *baculitas* que se

(3) Descripcion de un terreno terciario lignífero de los alrededores de Concepcion *Anales de Minas*. Paris 1851, tomo II, por M. Crosnier.

presentan en el puerto del Tomé. Las estratas que componen ese terreno se ocultan bajo el aluvion que cubre la llanura. Pero en Talcahuano aparecen sobre las estratas que presenta esta formacion, otras que encierran capas de lignita, que se refieren a la *formacion terciaria* caracterizada por turritelas, como en varias partes de la costa de Chile, i que deben separarse del resto del terreno que es mas antiguo.

En efecto, se observan en Talcahuano, en la colina por donde pasa el camino que se dirige a Concepcion, dos capas de carbon sin alcanzar a tener un metro de espesor i que se apoyan sobre las estratas, que bajan desde la parte mas elevada i se inclinan hácia el naciente. La parte superior de la colina se compone de areniscas de color amarillo rojizo con granos de cuarzo esparcidos en la superficie i que contienen fósiles, (cardium). Aquellas capas se encuentran representadas en el croquis siguiente, en la colina (C).

(Fig. 3.)



Examinando el terreno, se reconoce que las capas G se sobreponen a la C, pero no aparecen en la cima de la colina por los efectos de la denudacion. Las capas de carbon que se han indicado son las mismas, en cuanto a su calidad, que las que aparecen en la parte superior del terreno lignífero de Lota i Coronel; pero no se les da explotación.

Ahora, si consideramos la colocacion que tienen esas capas de carbon en Talcahuano i la que ocupan éstas,

respecto de la arenisca de grano fino de la Quiriquina, tanto en el terreno de Lota como en el de Talcahuano; si nos fijamos en las *turrilelas* que han sido halladas cerca de Talcahuano, en capas que se relacionan con los mantos de carbón mencionados (que es la especie que caracteriza principalmente los *terrenos terciarios* de Chile); si se considera también que hai muchas partes de la bahía de Aráuco en las cuales esas capas no se muestran sobre aquellas areniscas, sino que aparece únicamente la formación mas antigua que hemos descrito i que hai discordancia en la estratificación; i por fin, si se compara la clase de carbón que presentan los mantos mencionados, parece que deben considerarse todas esas capas de terrenos i mantos de carbón, bajo el punto de vista industrial, como independientes de la parte inferior del terreno carbonífero que se explota en Coronel, Lota i Lebu, que ya está mas en contacto con los fósiles que parecen pertenecer a la *formación cretácea superior*.

Mas al sur de la Haurra de Concepción, la *formación cretácea*, es interrumpida en la costa por esquitas, granitos i formación terciaria; pero vuelve a mostrarse en el terreno carbonífero de Coronel, distante como 30 kilómetros al sur de aquella ciudad. En los cerros que rodean el terreno plano en que se encuentra situado el pueblo de Coronel, se observa en las escarpaduras que presentan, una serie de capas de areniscas de distinta naturaleza que alternan con capas arcillosas de menor espesor que las anteriores. Hacia la estremidad sur de aquel pueblo, se ven en la parte inferior del cerro capas de arenisca verdosa impregnadas de partículas de mica idénticas a las que se encuentran en el puerto del Tomé designadas por (a), que sostienen las capas con masas elipsoidales fosilíferas. Caminando un poco mas al sur, se observan capas de color gris ceniciento, muy duras, que se sobreponen a las azules, de una estructura muy fina, con partículas de mica, las cuales se apoyan sobre

otra capa de guijarros que sirve de base al terreno de que tratamos. De manera que las capas de carbon que vienen encima de las areniscas verdosas (a) ocupan respecto de éstas, la misma situacion que tienen los conglomerados i masas fosilíferas del Tomé con respecto a las mismas areniscas verdosas i micáceas. Las mismas rocas fosilíferas del Tomé, parece se encuentran en Lebu, lo que nos da, por consiguiente, una nueva prueba de que los mantos de carbon pertenecen, como en Coronel, a la parte superior de la formacion cretácea, o a la línea de reparacion entre ésta i la *terciaria inferior*.

En la parte occidental de la bahía de Aráuco, se observan en la caleta Tráuco, areniscas de color rojizo con granos de cuarzo esparcidos en el suelo, las cuales se apoyan sobre las areniscas micáceas verdosas que aparecen en Coronel. Sobre estas areniscas, descansan en Tráuco, en la parte norte del cerro i hácia la base, otras capas de areniscas terrosas, de color amarillo o gris, que desaparecen bajo el mar. Estas mismas capas se estenden en la parte superior de los cerros que rodean la bahía de Aráuco, i se dirijen para el sur. De manera que la parte superior del terreno de Coronel, Lota, Aráuco i su prolongacion para Lebu, se refiere con mas frecuencia a la parte inferior de la *formacion terciaria*; las areniscas verdosas o azulejas que rodean el pueblo de Coronel, i en los cerros que se estiende desde Lavapié siguiendo la costa hasta Locobe, se encuentra terreno análogo, mas bien a aquel, en que predominan los fósiles cretáceos del Tomé.

La isla de *Santa-María*, que forma parte de la bahía de Aráuco i que está separada por un canal de Tráuco i Lavapié, presenta tres formaciones distintas. En primer lugar, la parte mas baja pertenece a un sollevamiento mui reciente de esa parte de la costa de Chile que tuvo lugar, segun se dice, el año del terremoto que arruinó a Concepcion. En segundo lugar, la parte superior de la

isla, hácia el poniente, se compone de areniscas de color gris bastante toscas en su estructura, que se convierten en algunos puntos en rocas conglomeradas con núcleos elipsoidales de menor dureza que los del Tomé: esta formación descansa en estratificación discordante sobre capas de arenisca arcillosa bastante duras, de color blanco amarillento, divididas en estratas de algunos metros de espesor, como las capas de areniscas. La línea de separación de las dos formaciones se encuentra marcada en algunos puntos por trozos de lignita de buena calidad e impresiones de plantas, en la separación de las capas arcillosas con las de areniscas. Cada una de estas formaciones presenta en el conjunto de las estratas que la componen como cuarenta metros aproximativamente, en lo que está visible.

La formación superior, es decir, la de las areniscas, pertenece a la *formación terciaria*, i las capas arcillosas pertenecen probablemente a la *formación terciaria antigua*. Estas capas parece que en Lebu ocupan la parte superior del terreno carbonífero, razón por la cual este terreno presenta mayor espesor que en Lota. Además, esas capas se inclinan al sur un poco al oeste; mientras que las del terreno carbonífero de Tráuco (frente a la isla) se inclinan al norte i han formado el canal situado entre Lavapié i Santa-María, de la misma manera que las capas de la Quiriquina i del continente con distintas inclinaciones han dejado uno de los canales que separa esta isla.

Es evidente que ha habido un solevantamiento que puso fuera de las aguas las capas arcillosas; en seguida, un hundimiento de estas mismas capas bajo las aguas para dar lugar a la formación de las areniscas: i por fin, un solevantamiento correspondiente a una época, antigua en el *período terciario*, que puso fuera del mar las areniscas mencionadas i dió a la isla la situación que tiene actualmente.

Estos terrenos parece que tambien se manifiestan en Castro, perteneciente a la isla grande de Chiloé. En Ancud, las capas arcillosas que descansan sobre el granito son semejantes por su aspecto a las arcillas que componen el *territo amarrillo* de Concepcion; pero presentan mayor elevacion que en esta última localidad, de la cual ya hemos hablado. Según M. Gay, los fósiles encontrados en Ancud en unas capas de arenisca calcárea pertenecen a la parte inferior de la *formacion terciaria*.

RESÚMEN.

En resúmen, por lo que se ha expuesto, debemos distinguir en el terreno carbonífero de la costa de Chile, según el orden de antigüedad, tres órdenes diferentes. El menos antiguo, se halla en las lignitas del Amortajado, desembocadura del rio Maullin (latitud 41°33'), en la separacion de la arenisca arcillosa del valle central, con el terreno terciario mas antiguo en que se apoya, debiendo prevenir que este terreno ocupa una estension mas vasta en las provincias de Valdivia, Llanquihue i Chiloé. El terreno carbonífero que viene después, se halla representado por los mantos de carbon, en el terreno superior de Talcahuano, donde los trabajos no han tenido buen éxito: este terreno hace parte del que sigue. En fin, este último, que es en el que se encuentran establecidos los trabajos mas importantes de Coronel, Lota i Lebu, pertenecen a la línea de separacion de la *formacion terciaria inferior* i *cretácea superior*. Todos estos terrenos pueden existir independientemente unos de otros, descansando sobre las rocas granitoideas o esquistas de la costa, o bien pueden descansar unos sobre otros, según el orden de antigüedad, circunstancias que deben tenerse muy presentes para las esploraciones del carbon en Chile, i ahora puede comprenderse mejor lo que dijimos antes de entrar a la descripcion del terreno carbonífero.

DETALLES SOBRE LAS CAPAS DE CARBÓN.

Hasta el año de 1866, las únicas minas que se han explotado con utilidad pertenecen a Coronel i Lota; pero ya desde el año 67, han comenzado a escasear algunas minas del primero de esos minerales i a tomar importancia el de Lebu, situado 20 leguas al sur de Lota, donde las capas de combustible se encuentran mas desarrolladas que en los demás puntos explotados en la bahía de Aráuco, presentando el quinto manto de carbon un espesor que varía entre 1, 2 i 3 metros.

Mas al sur, se muestra el carbon, tambien en grande abundancia, en la caleta Párgas, situada 13 leguas al norte de Ancud, donde se cuentan once capas, de las cuales raras son las que bajan de un metro de espesor; pero es probable que algunas de éstas provengan de la ruptura de un solo manto. En la provincia de Valdivia un manto de carbon descubierto presenta 4 metros de espesor.

CARBÓN DE LA COLONIA DE MAGALLANES.

En Magallanes, cerca de la colonia que lleva este nombre, son tres las capas de carbon que llaman la atencion: la primera tiene 70 centímetros, la segunda tiene 2 metros i la tercera $1\frac{1}{2}$ metros de espesor a la latitud de $53^{\circ} 10'$. Aún cuando no conocemos esta localidad, sin embargo, haremos presente que en Puerto Famine (en el estrecho de Magallanes) parece que existe la *formación cretácea* del Tomé; i los ensayos que se han hecho de algunas muestras, (4) aunque se aproximan a los resultados obtenidos para el que aparece en la bahía de Aráuco, demuestran, sin embargo, no ser de tan buena calidad como este último. No sería nada de extraño que se trate aquí, de una formación mas moderna tal como la que he-

(4) Informe de los señores Pizis i Dumejko.—*Anales de la Universidad de Chile*, tomo VII.

mos indicando para la arenisca arcillosa de Valdivia. Esto debiera llamar la atención de sus exploradores, porque a ser así, sería preciso hacer un estudio de todos esos terrenos carboníferos, para ver si se encuentra en alguna otra parte la formación que hemos descrito tratando del terreno de Coronel, Lota i Lebu.

Actualmente solo se estrae el carbon de la bahía de Aráuco i Lebu. Esta última localidad tomará, en poco tiempo mas, una grande importancia por la abundancia del carbon. Los reconocimientos hechos en varias partes de la costa de Chile dan lugar a creer que el carbon fósil de que tratamos se presenta en mayor cantidad a medida que avanzamos para el sur.

Aún cuando se muestran capas de combustibles en muchos puntos de la costa de Chile, sin embargo, advertimos otra vez que no todas pertenecen a la formación de la bahía de Aráuco, lo que debe observarse sobre todo desde que comienza a mostrarse en la costa la formación de arenisca arcillosa de Valdivia, i no es extraño entonces, que el carbon no sea de tan buena calidad. Es lo que sucede, por ejemplo, en la formación que hemos descrito en el *Amortajado*, cerro situado en la desembocadura del rio Maullin, distante cinco leguas al sur de Párgas que, segun se ha dicho antes, pertenece relativamente, a un terreno mas moderno en el *periodo terciario*. Al contrario, el carbon que se encuentra en la parte norte de la provincia de Colchagua es mui superior al del *Amortajado*, i para formare una idea de su calidad, basta considerar la época a que pertenece el terreno descrito, tratando de la formación de Bucalemu i de Topocalma.

La cantidad de carbon que se estrae anualmente en Coronel i Lota podia estimarse en 200,000 toneladas en el 68, «de las cuales un sesenta por ciento corresponde a Coronel, i un cuarenta a Lota» (5). Todo el carbon de

(5) Apuntes sobre la *Geografía física i política de Chile*, por don Pedro L. Cuadra. 1863.

Lota ha sido estimado por un ingeniero inglés en 5.000,000 de toneladas; i la estension de las capas de carbon, averiguada tanto por las labores como por los barrenos dados en diversos puntos del terreno, se puede estimar hasta el año 61 en 3.500,000 varas cuadradas, segun don Leonidas Garcia, lo que hace ver que solamente hasta esa fecha se habia reconocido por lo menos la existencia de 4.000,000 de toneladas en el establecimiento de Lota; i como, segun los trabajos de Pacheco en Coronel, se ve que las capas de combustible se prolongan debajo del mar, todos esos cálculos no deben ser exajerados. En Lebu, segun veremos después, tanto el espesor como la estension de los mantos es mucho mas considerable (6).

Las capas de carbon en que se han emprendido trabajos se reducen solo a dos, así en Lota como en Coronel; pero hai piques en que se han descubierto hasta siete capas, varias de las cuales solo tienen algunos decímetros de espesor. De esas dos capas explotables la que corre a mayor profundidad, designada por los mineros con el nombre de *segunda veta*, tiene por lo jeneral 1 metro 30 centímetros de espesor en Lota i en Coronel, jeneralmente 1 metro 50 centímetros, pero baja a 1 metro 30 centímetros. La otra *veta* tiene 90 o 92 centímetros en Coronel. La direccion de todas las capas es, norte 18° este i la inclinacion baja a 9° al oeste.

En Lota, con el fin de buscar una segunda capa de carbon debajo de aquella que tiene 1 metro 30 centímetros,

(6) En unas observaciones de las minas de carbon de Chile, por don Guillermo Bollaert, miembro de la sociedad jeográfica de Londres, cuya traduccion del inglés se halla en los *Anales de la Universidad*, tomo XI, pagina 863, encontramos lo siguiente: "El distrito mineral de Lota, se avalúa en 1,000 cuadras de superficie, de las cuales 800 tienen carbon. Luego, si las dos capas de carbon explotable tienen 8 piés de potencia, el contenido de ellas ha de ascender a 49,054,932 toneladas. Se dice que el distrito de Coronel contiene doble cantidad que el de Lota." (*Apuntes de Jeografía* por Pedro L. Cuadra).

En el libro un *Paseo a Lota* por M. Palma, se lee lo siguiente: "Segun cálculos de un ingeniero inglés, que hizo venir espreso el señor Cousiño (propietario), contiene Lota 156 cuadras de estension i hai tres capas de carbon..... Conocidos estos antecedentes, el ingeniero basó sus cálculos, resultando de ellos, que la superficie carbonífera de aquellos minerales contenia 10,000,000 de toneladas."

Todos los cálculos que se han hecho para Coronel, le asignan mayor cantidad que para Lota.

se dió un barreno que pasó 50 metros mas abajo de esta capa, i se encontró, segun el señor Garcia, una capa de padingas compuesta de piedras de cuarzo redondeadas i mezclada con arcilla roja ferrujinosa (que aparece en el cerro que separa el valle de Lota del de Coicura). Si se toma en cuenta el nivel que ocupa aquella capa de combustible, se ha reconocido con ese barreno una profundidad de 125 metros; es precisamente la hondura que tiene el pique en el establecimiento de Puchoco, hasta llegar a la segunda capa. En Playa Blanca, con un pique se reconocieron 45 metros debajo de la segunda capa, lo que da un espesor de 170 metros para el terreno carbonífero reconocido por ese pique, poniéndolo en relacion con el de Puchoco, donde la capa eplotada tiene 125 metros de profundidad.

Las capas de carbon i las estratas en que se encuentran corren siempre con mucha regularidad, haciendo abstraccion de las fallas que hacen cambiar el nivel de las capas. Así en Lota, en el pique de Chambique, un dique de 34 metros de ancho con una direccion norte 40° este, se prolonga en las labores de Lotilla i ha alterado en 25 metros el nivel de las capas de combustible. Es de notar que esos diques, que atraviesan con frecuencia el terreno de que se trata, nunca pertenecen a rocas de origen ígneo, sino por el contrario a sustancias arcillosas, que parecen haber llenado los vacíos producidos por los movimientos del terreno.

Tambien se observan otros accidentes, de los cuales mencionaremos las quebraduras i la disposicion en hondas de las capas de combustible, esplicados en la nota (7).

(7) En esta nota damos con mas detalle los accidentes que experimenta en algunas partes el terreno carbonífero, accidentes que han sido descritos por don Paulino del Barrio en su *Informe sobre las minas de Coronel i Lota*.

1.° *Quebraduras*.—Las quebraduras propiamente tales suelen alterar la naturaleza de la capa, segun lo indica el señor Barrio en la memoria citada. Así, observa en la mina Sanatopolio (en Merquin) dos quebraduras próximamente paralelas, pero de opuestas inclinaciones, que presentan en el medio una de las vetas mas potentes del mineral, pues

Además, sucede algunas veces que las capas de carbon son interrumpidas por farellones que se interponen en esa capa i va a encontrarse el combustible que se busca, del otro lado del farellon, en la prolongacion de su direccion. Es evidente, que esos cerrillos o farellones existian antes del depósito de los vejetales que han formado el carbon.

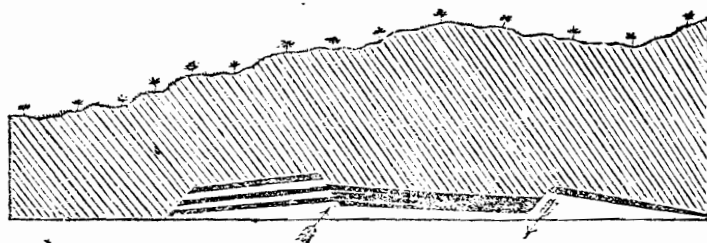
FORMA BAJO LA CUAL SE PRESENTA EL TERRENO
CARBONÍFERO.

El terreno carbonífero de que tratamos se presenta bajo la forma de colinas que avazan hasta el mar, o bien de llanos de poca estension que se unen insensiblemente con la playa, desde el pié de esas colinas. Presenta jeneralmente un suelo arcilloso de color amarillo rojizo. Las colinas están separadas al naciente por cerros que se distinguen de las precedentes, no solo por la elevacion, sino tambien por las pendientes mas rápidas i escabrosas de las montañas que componen la cordillera de la costa.

En las escarpaduras que presentan esas colinas, lo que tiene lugar casi siempre al rededor de la playa, se manifiesta jeneralmente un conjunto mui ordenado de capas de areniscas, principalmente amarillentas; otras veces

su altura llega a 2 metros 40 centigramos, encontrándose interpuestas en el carbon dos capas de 10 a 15 centímetros de arcilla carbonifera i pirítica; pero su potencia disminuye despues de la quebradura hasta el punto de ser infructuosa la explotacion. La figura que sigue, que es un corte del cerro por un plano vertical que pasa por una perpendicular a ambas quebraduras, manifiesta mui bien este fenomeno.

(Fig. 4.)



grises algo blanquecinas, verdosas, impregnadas de partículas de mica; las estratas inferiores son areniscas azulejas de estructura mui fina, a las cuales suceden otras de un gris ceniciento, o capas margosas de este mismo color, que se apoyan sobre capas de pudíngas, en que reposa siempre el terreno carbonífero; estas últimas descansan sobre las esquistas silurianas, o sobre el granito que ha solevantado este sistema esquistoso. Esas capas de areniscas verdosas o azulejas son mui características en la formación de que nos ocupamos; hemos podido observarlas en todos los puntos en que la parte superior de la *formacion cretácea* se muestra a la superficie.

Bajo esos caractéres se presenta la formación carbonífera rodeando la estensa bahía de Aráuco, i se prolonga sin interrupcion hasta Lebu, en el camino de los rios i Curanilahue. En esa considerable estension, se muestran los mantos de carbon en muchos puntos de la superficie, además de Coronel i Lota, tales como Lavapié, Locobe, Lebu, etc., i solo la falta de puertos, con escepcion de este último punto, impediria la explotacion del combustible. En esta parte, la formación se encuentra mas desarrollada, los cerros presentan mayor elevacion, i los accidentes que ofrecen, son mas marcados que el terreno de Coronel i Lota.

Mas al sur, se muestra el combustible en Párgas, distante 13 leguas al norte de Ancud, donde se presenta la última capa de carbon sobre la arenisca de color gris blanquecino que se muestra debajo de la segunda capa que se explota en Lota; i a la parte superior del combustible, aparece la misma arcilla de Coronel con las mismas impresiones de plantas con que se muestran cerca de la laguna de Manco.

De tal manera que si se examinan los lugares en que se muestra el carbon, se reconoce, que aún cuando se encuentren éstos separados por grandes distancias, las capas de carbon, las estratas del terreno, los fósiles, en

una palabra, todos los caracteres con que se presentan se corresponden de una manera admirable.

MODO COMO SE HA FORMADO EL CARBÓN FÓSIL DE CORONEL,
LOTA, LEBU, ETC.

Esa relacion que se observa en los hechos que caracterizan la formacion de que nos ocupamos en las diferentes localidades en que se muestra, nos hace ver tambien la analogia que debe existir en el modo como se han formado las capas de terreno carbonifero de Coronel, Lota, Lebu, etc. La disposicion de las capas de arcillas i de areniscas puede notarse en la nota (8), donde se obser-

(8) En esta nota se ve la sucesion que siguen las capas de terreno atravesadas por el pique de Merquin, indicado en la figura precedente, i que comprende todas las capas, desde la superficie, hasta alcanzar dos estratos que hai bajo la segunda capa de carbon. Este corte ha sido comunicado por el ingeniero don Federico Bahse a don Pantino del Barrio, i publicado en la memoria citada en la forma siguiente, principiando desde la superficie.

- Núm. 1—6m. 30 Tierra vegetal.
- 2—4m. Arenisca muy desmenuadiza, compuesta de granos de cuarzo i hojillas de mica unidos por una parte arenosa de color amarillo ocráceo muy subido.
- 3—5m. 75 Arenisca de grano fino muy cuarzosa, blanda, color blanco verdoso. Como la anterior, tiene hojitas muy raras de mica.
- 4—9m. 25 Mezcla de dos arcillas, una de color pardo oscuro, i la otra blanco amarillento. Ambas untuosas al tacto i algo plásticas.
- 5, 6 i 7—5m 9) Rocas arcillosas impregnadas de mica, duras, de un color variable entre el pardo i el pardo agrisado (núm. 7), i que en algunos puntos manifiestan impresiones muy imperfectas de restos vegetales.
- 8—0m. 25 Carbon fósil en todo idéntico al que se explota mas abajo.
- 9—0m. 56 Igual a la núm. 7.
- 10—0m. 40 Homojénea, color pardo oscuro; estructura granuda de grano fino, que en algunas partes tira a hojosa imperfecta; fractura concoidea imperfecta. Hace efervescencia con los ácidos, i se funde facilmente al soplete, dando una escoria negra muy brillante.
- 11—0m. 70 Esquistosa; color negro parduzco. Manifiesta en toda su masa impresiones de cortezas de grandes árboles, i algunas otras no muy bien determinadas.
- 12—0m. 15 Muy esquistosa; el mismo color de la anterior, solo que es mas oscuro en ésta. Algunas impresiones de cortezas de árbol alternan con venas muy delgadas de un carbon brillante i compacto.
- 13 i 14—0m. 60 Ambas presentan a la vista venitas de carbonato de cal i hacen, por lo tanto, mucha efervescencia con los ácidos. La núm. 13 presenta muchas impresiones de hojitas de vegetales de agua dulce, cuyo color negro parduzco las hace distinguir facilmente del resto, que es mucho mas claro; fractura plana. Al soplete se funde facilmente dando una escoria lustre de nícar de color mas claro que el de la roca. La núm. 14 es enteramente idéntica a la núm. 13.
- 15—0m. 46 Homojénea. Color negro parduzco; esquistosa i de grano muy fino.
- 16—1m. 60 Semejante a la núm. 7, pero sin hojitas de mica. Hace una efervescencia muy débil con los ácidos.
- 17 i 18 1m. 18 Arcillas algo plásticas, untuosas al tacto. Fractura desigual en la primera, i plana imperfecta en la segunda, siendo el color de aquella blanco plomizo, i el de la segunda el mismo, pero mas oscuro.
- 19—1m. 60 Como la núm. 14, con algunas impresiones de árboles.

van los aluviones repetidos en la formacion de que se ha hablado. En algunas partes se encuentran hasta siete capas de carbon (en Coronel), contando tambien con las que tienen un pequeño espesor, i siempre se nota que una capa de arcilla precede a la de carbon. Las impresiones que han dejado en esas rocas los vejetales que han dado orijen al carbon, pertenecen a plantas herbáceas de tallo largo semejantes a las que hai actualmente en los lugares bajos. Hemos dicho tambien que una parte del terreno carbonifero de que se trata pertenece a la *formacion terciaria inferior*, i la otra a la parte superior de la *formacion cretácea*: la primera caracterizada por una especie fósil, la turrítela *affinis*, i la segunda por *cardium auticatatatum*, que aparecen respectivamente en todas las latitudes donde se encuentran esos terrenos. De manera que

Núm. 29—0m. 33 *Primera vet.* Carbon fósil.

— 21—0m. 49 Igual a la núm. 7.

— 22—0m. 39 Color negro parduzco, estructura hojosa imperfecta; fractura desigual. Observada con el microscopio, se divisan unas partículas al parecer de felspatho roazdo; pero es infusible al soplete. Hace efervescencia con los ácidos.

— 23—0m. 59 Igual a la núm. 7.

— 24—1m. 08 Especie de arenisca impregnada de carbonato de cal, que tiene a veces la apariencia de chapas adheridas a la superficie, con venitas apenas visibles de carbon: hace mucha efervescencia con los ácidos.

— 25—0m. 42 Igual a la núm. 7, con impresiones de hojas grandes de árboles.

— 26—0m. 07 Dividida en dos partes, una de las cuales es carbon i la otra una esquitosa negra impregnada de él.

— 27—0m. 50 Caracteres mineralójicos idénticos a los de la arcillosa refractaria de Lota, siendo solamente su color un poco mas claro.

— 28—0m. 38 Como la anterior; pero atravesada en todos sentidos por restos de tallos vejetales mineralizados; mas consistente i de una fractura muy irregular.

— 29—0m. 20 Carbon con hojas de carbonato de cal en los planos de division.

— 30—2m. 09 Esquitosa; con impresiones casi negras de hojas. Se funde al soplete produciendo una escoria negra brillante. Hace mucha efervescencia con los ácidos.

— 31—0m. 10 Dividida en dos partes: la superior de 9m. 06 es de un carbon bastante consistente i con carbonato de cal como la núm. 28, i la inferior de 9m. 04 igual a la núm. 7.

— 32 i 33—1m. 15 Ambas esquitosas; una igual a la núm. 7 i la otra de estructura terrosa privada de la mica que reluce abundante en la primera.

— 34—0m. 74 Exactamente igual a la núm. 7.

— 35, 36 i 37—1m. 61 *Segunda vet.*—Capa de carbon en que se ha establecido la explotacion. A 6m. 20 del cielo, se interpone la arcilla carbonifera i pirritosa que los mineros llaman *branco* como queda dicho, i que tiene aquí un grueso de 8m. 03. Hace efervescencia.

— 38—1m. 59 Arcilla parecida a la refractaria de Lota, pero mucho mas dura i quebradiza.

— 39— Esta, que no ha pasado aún con un pique que alcanza a la hondura de 26m. 96, es una arenisca cuarzosa de grano fino, color blanco agrisado que cambia en algunos lugares por la interposicion de venitas muy angostas de hierro pardo ocráceo.

las capas inferiores ocupan, en cuanto a su antigüedad, un lugar intermediario entre las lignitas terciarias que se esplotan en algunos países de Europa, i las hullas que pertenecen a una época mucho mas antigua.

Puede notarse hácia el extremo norte de la provincia de Colchagua, la estructura fibrosa, en los depósitos de carbon de Topocalma. Esta misma estructura de la madera puede observarse aún en las capas superiores que se presentan en Párgas, que pertenecen a la misma formacion de Lota; mientras que los mantos situados a un nivel inferior en Coronel, Lota i Lebu, presentan una estructura en la cual no se distingue a la simple vista el aspecto fibroso de los vejetales que lo han formado, asemejándose mucho mas por su estructura a la que presentan las hullas. Así es, que puede observarse en el carbon de Chile todas las transiciones de la estructura fibrosa a la compacta de fractura concóidea. Además recordaremos que Mr. Goeppert ha demostrado últimamente que se podía extraer de las hullas mas antiguas imperceptibles fragmentos, que habiendo conservado restos de la estructura primitiva, indican la naturaleza i la proporcion de las esencias a las cuales es debida la formacion de la hulla.

En los dos casos, debiendo su oríjen los mantos de combustible a la misma causa, no puede deducirse, por consiguiente, de la diferencia de estructura que presentan las lignitas i las hullas un oríjen distinto para estas dos clases de combustibles: al contrario, nos hace ver la analogía que presentan en su modo de formarse, desde el momento que su menor o mayor antigüedad puede alterar, no solo los caracteres exteriores, sino la composicion o riqueza del mineral.

Por otra parte, si se compara la disposicion de las capas de arcillas con respecto al carbon, se verá que la colocacion de ciertas capas de guijarros que se encuentran en los terrenos carboníferos; la naturaleza de los vejeta-

les que han formado el carbon; la pureza, uniformidad i vasta estension de los mantos de combustible, son otras tantas analogías, que resaltan a primera vista, entre el carbon fósil que se explota en Chile i el que corresponde a la formación hullera de otros países.

Esa semejanza en los caracteres bajo los cuales se presenta la formación del carbon en Chile i la correspondiente al terreno hullero, nos hacen ver que debe existir relacion tambien en la manera como se han formado los depósitos de combustible, tanto mas si se atiende a la naturaleza de los vegetales que han formado el carbon.

Valiéndonos de esa relacion, trataremos de explicar los fenómenos que deben haber tenido lugar para la formación del terreno carbonífero de Lota, tomando en cuenta las teorías que han sujerido a los jeólogos las formaciones análogas de otros países, i adaptándolas a los hechos que hemos observado en la descripción del terreno de que se trata.

El punto de partida para estas teorías no debe ser otro que la consideracion sobre el material que ha dado oríjen a las capas de carbon. Últimamente, el descubrimiento que se ha hecho de selvas que crecen en el interior del mar, en el golfo de Méjico, ha podido dar lugar a creer que la formación del carbon fósil es debida a la acumulacion de las plantas marinas, que cubiertas después con sedimentos, han sido sujetas a la descomposicion hasta producir la hulla. Las capas i fósiles de oríjen marino que contiene la formación carbonífera han contribuido para que algunos jeólogos que sostienen esta hipótesis le hayan dado una estension tal, que han llegado hasta suponer que todas las hullas deben su oríjen a las selvas submarinas.

Però la lei de la analogía nos autoriza a juzgar del pasado por los hechos que se desarrollan en nuestra época. La turba, vemos que se forma actualmente por la acumu-

lacion de las plantas que crecen en los lugares bajos, i sobre todo en los deltas de los grandes rios.

A medida que la descomposicion de los vegetales avanza con el trascurso del tiempo, se cambia tambien la estructura del combustible, asemejándose, al aspecto que presentan las lignitas menos antiguas; i ya hemos dicho que en Chile pueden notarse todos los cambios que se observan desde la estructura leñosa a la compacta de fractura concoidal. Se concibe, que si por un movimiento del suelo, las capas de turba se sumerjen en el mar, las capas marinas vienen a depositarse sobre el combustible i a formar el terreno carbonífero.

Estas consideraciones jenerales, a las cuales daremos mas desarrollo en adelante nos hacen ver, que aún cuando las plantas que han crecido en el mar pueden haber formado capas de hulla, no hai inconveniente para admitir que los vegetales que en esa época se encontraban en las circunstancias de los que actualmente forman la turba, pueden tambien haber dado orijen a capas de combustibles, trasformadas en hulla.

La cuestion no debe proponerse, pues, de una manera absoluta: tratándose de una formacion determinada, el jeólogo debe examinar las circunstancias que la acompañan, a fin de deducir cual es el orijen de las capas de combustible.

Entre los elementos que se nos presentan para hacer esta distincion tenemos las impresiones de las plantas, que han contribuido mejor que cualquiera otra cosa, para dar a conocer la forma de la antigua vejetacion. Las capas de arcilla que se encuentran en contacto con los mantos de lignita en Chile, suelen contener impresiones mui bien conservadas, entre las cuales parecen dominar las plantas herbáceas, distinguiéndose algunas hojas mui parecidas a las de las cyperáceas i de los typpha. Segun Brogniart, las especies reconocidas entre las plantas que han formado la hulla llegan a 500 presentando 250 hele-

chos, mientras que las algas solo llegan a 4 especies.

Guiándonos, pues, por la naturaleza de los vegetales que han formado el carbon fósil, puede decirse en jeneral, que hai mayores motivos para suponer que las capas que lo constituyen han sido formadas por vegetales que han crecido a inmediaciones del mar o de los lagos, como lo han supuesto muchos jeólogos, que para admitir la otra suposición referente a las selvas que deben haber existido en el fondo del mar.

Pero las impresiones dejadas por las hojas de plantas no solo sirven para darnos a conocer las especies a que pertenecen éstas: nos ponen en camino para explicar la formación del carbon por las condiciones que han sido precisas para que esas impresiones hayan tenido lugar. Las impresiones mas frecuentes se observan en los lechos perfectamente regulares, cuyo origen es debido, a depósitos limosos (9). Para darse cuenta, dice Gaston de Saporta, de lo que ha tenido lugar a este respecto en las épocas antiguas, no se tiene mas que tender la vista en otoño sobre una balsa o sobre un estanque. En esa época del año, las hojas que se desprenden naturalmente i las que llevan las ráfagas de viento a la superficie del agua, flotan desde luego, pero bien pronto se ponen mas pesadas impregnándose de agua, i van sucesivamente a depositarse al fondo con mucha regularidad. En el seno de las capas consolidadas que las encierran, las hojas fósiles están dispuestas en el mismo orden, es decir, segun un plano horizontal i no arrolladas en desorden, como se encontrarían si una corriente rápida las hubiese arrastrado. Los órganos de los vegetales se descomponen prontamente en el fondo de nuestras balsas i fuentes, donde se confunden con el limo; pero no sería lo mismo si una capa, por delgada que se la suponga, de un limo arcilloso viniera a cubrirlas i sustraerlas a las causas de alteracion que las

(9) *Revista de ambos mundos*, año de 1868.

alcanzan de ordinario. Bajo el abrigo protector de un lecho de sedimento impermeable, esos órganos cambiarían lentamente de color i de consistencia para pasar, en fin, al estado de residuo carbonoso, i dejarían una impresion que guardaría el indicio de los menores lineamientos.

«La naturaleza no ha seguido otra marcha para producir la mayor parte de las impresiones fósiles, i esto nos enseña, no solamente que la mayor calma ha debido preceder a los fenómenos de que provienen sino que esos fenómenos son esencialmente limitados. Es claro, en efecto, que ni el medio de los lagos, ni las riberas demasiado desnudas o alejadas de los montes, ni los rios rápidos han podido dar lugar a impresiones vegetales. Para que las plantas fósiles hayan sido conservadas, ha sido preciso que existieran turbas, playas favorablemente dispuestas, i en fin, aguas dotadas de propiedades incrustantes o cargadas de sustancias minerales en disolucion.»

Bajo estas condiciones, las aguas marinas presentan circunstancias convenientes para los que sostienen un orijen esclusivamente marino en la formación de la hulla, por la cantidad de sales que esas aguas contienen en disolucion; pero esto no escluye que las plantas que han crecido en playas bañadas por el océano, se encuentran tambien en circunstancias favorables para la produccion del carbon fósil. Es inesacto además sostener que las capas de carbon solo se encuentran asociadas con conchas de orijen marino: cerca de Edimburgo, una capa de *dolomia* contiene una gran cantidad de *sauriens* con conchas de agua dulce i vegetales de la formación hullera. En el mediodia de la Francia, las capas de lignita, que presentan depósitos de bastante consideracion, se encuentran acompañadas muchas veces con conchas de agua dulce.

En cuanto a Chile, se observa que los vegetales que han formado las lignitas solo podían crecer en la inmediacion del agua dulce; las impresiones que presentan son de hojas o de ramas muy pequeñas, i por lo tanto, es mas

natural admitir los hechos que vemos en la producción de la turba, que atribuir a esos depósitos un origen exclusivamente marino.

Ahora se nos presenta, por consiguiente, esta cuestión importante, derivada de la manera como se forma la turba: los vegetales que han formado las capas de carbon ¿han sido arrastrados por corrientes de agua que existían en la superficie de la tierra, o bien han crecido en el terreno en que hoy día yacen transformados? Nosotros no pretendemos hacer de una cuestión local un principio jeneral para todas las formaciones carboníferas, cuyo origen es siempre el mismo: la transformación de los vegetales en mantos de combustible. Nos parece, como anteriormente se ha espuesto, que ambas teorías pueden adoptarse en los diferentes casos que se presentan, pero no indistintamente.

Desde luego, fijémonos en la uniformidad de caracteres en la formación que se manifiesta desde Coronel hasta Lota, i en la que sigue 15 kilómetros mas al sur, que principia en Aráuco i continúa por la costa sin interrupción, en una estension de 99 kilómetros de largo. Aún cuando los reconocimientos hechos hasta ahora no sean suficientes para decidir si el carbon se estiende o no en toda esa estension, sin embargo, nuestras observaciones basadas en los hechos espuestos anteriormente, inducen a creer que el combustible ocupa una superficie considerable en la parte de la costa a que nos referimos. Se hace difícil admitir que las corrientes de un río pudieran esparcir los árboles arrastrados por ella en una estension tan vasta, con tanta regularidad, dejando las capas de carbon essentas de materias terrosas; tanto mas si se considera que un río, en la localidad de que se trata, no podía sino ocupar un espacio reducido de aquella estension, por la situación de los cerros pertenecientes a la formación esquitosa i granitoídea.

Para que las corrientes terrestres o marinas hubieran

depositado con tanta uniformidad, no solo los depósitos de maderas, sino también las estratas que encierran el carbon, tendríamos que admitir muchos hundimientos instantáneos del terreno como capas de carbon existen; o bien, si se admite un hundimiento gradual del suelo, tendríamos que hacer cesar la acción de esas corrientes tantas veces como capas de combustible existen. Parece, pues, que una causa muy jeneral ha formado las capas de combustible en las diversas localidades en que se las encuentra, i que esta causa depende del movimiento mismo del terreno.

La investigación puede presentarse con mas claridad siguiendo ese método tan racional en las indagaciones jeológicas, que consiste en comparar los hechos a los de la misma naturaleza que vemos desarrollarse en nuestros dias. La costa de Chile nos manifiesta ejemplos muy notables en que podian observarse esos fenómenos; pero preferimos citar las indicaciones de un observador tan sagaz como S. Charles Lyell, cuyos trabajos han contribuido poderosamente, como dice Hugar, al progreso de la ciencia inorgánica (10).

«La pureza misma de la hulla, dice este eminente jeólogo i la ausencia de vastas extensiones de partes terrosas o arenosas, se esplican difícilmente, si se considera cada lecho de combustible, como el resultado de una vejación esparcida en un pantano. Uno se pregunta, cómo inundaciones capaces de arrastrar las hojas de helecho, así como los troncos i raíces de sigillaria o de otros árboles no han podido trasportar partículas de limo en las aguas estancadas. Seria preciso, pues, admitir que los grandes árboles habian crecido de jeneracion en jeneracion con sus raíces prendidas en el limo, i que sus hojas i sus troncos cubriendo el suelo hubieran formado en se-

(10) Charles Lyell.—*Treatado de jeología elemental*, sexta edicion, tomo II, página 101.

guida lechos de materia vegetal, cubiertos mas tarde con el limo, que constituye las esquistas actualmente; durante este tiempo la hulla o la materia vegetal alterada habria quedado enteramente pura, escenta de partículas terrosas. Esta cuestion, por embarazosa que parezca, a primera vista, puede resolverse con cierta facilidad, si observamos lo que sucede en los deltas en nuestros dias. Los cañaverales i plantas herbáceas que cubren los bordes de las aguas estancadas en el valle i delta del Mississipi, forman una vejetacion tan abundante que las aguas de este rio, pasando al través de los maticos, filtran en cierto modo i quedan completamente limpias antes de llegar a los puntos donde las materias vegetales se acumulan durante siglos i forman la hulla. Toda mezcla de materias terrosas es imposible. Así es que en una vasta estension sumerjida que llaman *Sunk Country* (comarca sumerjida) cerca de New-Madrid en la parte occidental del valle del Mississipi, han quedado árboles en posicion vertical desde el año 1811—12, época en la cual se han secado a consecuencia de grandes temblores de tierra; sobre esta superficie han vejetado, en los lugares poco profundos, plantas lacustres i palustres; muchos rios han inundado todos los años completamente ese espacio; i sin embargo, ningun sedimento ha traspasado los límites del pantano, tan denso es el márgen de cañaverales i de malezas que lo componen.

«En los pantanos de cipreses (marecage a cyprés) del Mississipi, ningun sedimento viene a mezclarse con la materia vegetal perteneciente a los elementos descompuestos de los árboles i plantas semi-acuáticas que allí se acumulan. Cuando fuertes calores dejan en seco una parte del pantano en la Louisiana, i así que el fuego se apodera de los bosques, se ve el suelo arder tan completamente que la incandescencia llega hasta tocar el agua, i rara vez se nota el menor residuo de materias terrosas.»

Con esos hechos referidos por Lyell, se encuentra su-

ficientemente esplicada la causa de que proviene el estado de pureza en que se encuentran las capas de combustible, i la gran estension i uniformidad que presentan. En cuanto al hundimiento que ha debido experimentar el suelo, hace mencion de ciertos casos que se notan en la formacion hullera, que no pueden explicarse de otra manera sino admitiendo ese movimiento gradual de depression. Así, cerca de Pottsville, que es donde el espesor del terreno hullero es mas considerable, se cuentan al menos trece capas de hullas, i algunas de ellas miden mas de 1 metro 80 centímetros de espesor. Sucede que siete de éstas se reunen en un punto formando una sola capa de 12 a 15 metros de espesor, mientras que las estratas de pudingas i de areniscas que separan aquellas capas, van disminuyendo sucesivamente hasta que concluyen por desaparecer, cuando los mantos de combustible se reunen en uno solo.

La acumulacion de la materia vegetal que constituye hoy dia este vasto banco de antracita, tenia quizá de 60 a 90 metros de espesor antes que hubiese sido condensado por la presion i por la pérdida de su hidrójeno, oxijeno, i otros elementos volátiles. El oríjen de aquella masa de despojos tan escenta de ingredientes terrosos, no puede explicarse segun Lyell, sino por el desarrollo continuo durante millares de años de árboles i de helechos. Respecto a la disposicion que guardan las capas de combustible, Feu Bowman ha dado una esplicacion tan clara que no deja la menor duda sobre este punto, i consiste en admitir un hundimiento gradual.

Dejaremos ahora estas consideraciones jenerales, que hemos creído conveniente tener en vista, atendiendo a la manera como se corresponden los hechos jeolójicos que han tenido lugar, aún en países lejanos, i que deben tomarse en cuenta cuando se trata de la esplicacion de esos hechos que se refieren a una localidad determinada. Concretándonos a la costa de Chile, conviene observar que

el terreno carbonífero de Lota, Coronel, Talcaluano, etc., reposa sobre capas de guijarros, lo que indica la existencia de aguas ajitadas antes del depósito de las capas de carbon: esas aguas han podido redondear las piedras, de la misma manera que las olas del mar lo hacen actualmente en varias partes de nuestra costa. Además, las capas de carbon en Coronel se encuentran a 120 metros de profundidad respecto de la superficie del mar, i continúan por debajo de las aguas con sus caracteres ordinarios. Esas capas de guijarros, no habiendo podido formarse a esa profundidad sino en las aguas ajitadas, nos manifiestan que el suelo del terreno carbonífero esperimentó un hundimiento, i al mismo tiempo, nos corrobora la idea de que los vegetales que han dado oríjen al carbon han sido sepultados por el mar.

Ahora, ese hundimiento ¿ha sido brusco, instantáneo, o ha provenido de un movimiento gradual del suelo? La primera suposicion no coincide con los hechos observados, desde el momento que tendríamos que admitir por lo menos tantos de esos movimientos cuantas son las capas de carbon que existen, movimientos que habrian causado muchas mas rupturas que las que notamos en las capas, i sobre todo, el paralelismo de éstas no existiria tal como lo observamos hoy dia.

Es mas natural pues, admitir un hundimiento gradual del suelo en esa época, tal como el que se observa en el Ganjes i el Mississipi, que hasta cierto punto puede darnos una idea aproximativa del largo trascurso de tiempo que ha debido pasar desde el oríjen de aquellos depósitos, hasta el solevantamiento jeneral que los puso fuera de las aguas, en la posicion que las observamos actualmente. Este movimiento debió tener lugar tambien durante el depósito de los terrenos carboníferos pertenecientes a la parte menos antigua del *período terciario*, que se compone en el Amortajado (desembocadura del Maullin) de arenisca arcillosa con mantos de lignita. A este

mismo nivel corresponde la formacion del terreno en que está situado Puerto-Montt, en cuanto a su antigüedad. Se compone de una serie de capas de arenisca arcillosa, de cascajo i de guijarros, en un espesor de mas de 100 metros, que manifiestan los aluviones repetidos que han tenido lugar en la superficie i talvez el hundimiento del suelo bajo las aguas del mar.

Después de lo que acaba de esponerse sobre el orijen del carbon fósil, podemos formarnos una idea de los hechos que han tenido lugar, durante el depósito de los terrenos carboníferos del sur de Chile. En efecto, no pudiendo los mantos de combustible haber sido formados en el interior de los mares ni arrastrados por corrientes de agua, han debido su orijen a las plantas que han crecido i secado, acumulándose sucesivamente con el trascurso del tiempo, en el mismo lugar en que hoy los encontramos trasformados en mantos de carbon. Las capas de guijarros en que reposa el terreno de que se trata, prueban la existencia de aguas agitadas en la superficie de la tierra, i nos hacen pensar en un hundimiento del terreno bajo la superficie del mar: hemos dicho que este hundimiento debió ser gradual, como el que se observa actualmente en la costa de varios países.

De manera que el espacio ocupado por el terreno carbonífero de la bahía de Arúco, debía presentar hácia el fin del *periodo cretáceo*, no el aspecto de una costa escarpada, bañada por las aguas del mar, sino al contrario, debía formar llanos que se estendian con una pendiente insensible desde el pié de los cerros hasta el mar, los cuales eran inundados por agua salada, o por las filtraciones i corrientes de agua dulce que bajaban desde los cerros pertenecientes a la cadena de la costa. En algunas partes de estos llanos, han podido crecer plantas análogas a las que se observan actualmente en los pantanos, al través de los cuales las aguas filtraban impidiendo la acumulacion de sedimentos. Las plantas semi-acuáticas que se elevan

en este suelo inconsistente, caían a impulsos de su propio peso, o bien se sumerjian en las aguas a consecuencia del hundimiento del suelo en que crecían. Esas plantas han sido cubiertas después por capas impermeables de arcilla, que han favorecido la trasformacion de las capas de vejetales en mantos de carbon i nos manifiestan, por otra parte, los aluviones repetidos que han tenido lugar durante la formacion del carbon.

Estos terrenos carboníferos experimentan algunos trastornos al fin de la *formacion cretácea*, i continúan formándose en el *periodo terciario*, al mismo tiempo que en la costa de las provincias de Colchagua i de Santiago se depositan, los terrenos terciarios de Bucalemu, que llegan hasta 400 metros de potencia, experimentando transiciones de las formaciones marinas, a las lacustres: solevamientos correspondientes a las épocas *eoceno* o *mioceno* las ponen fuera de las aguas, i agregan en Topocalma, en Talcahuano, en la bahía de Aráuco i en Párgas nuevos apéndices a la cordillera de la costa. La línea de separacion entre el fin del *periodo cretáceo* i el *periodo terciario* se encuentra representada en el puerto del Tomé, etc., por capas de conglomerados, algunas veces con rocas redondas o elipsoidales que contienen *baculitas*; mientras que en la isla de Santa-María, las estratas de arenisca arcillosa, forman la base de eta isla.

Aún cuando los terrenos que salieron de las aguas por estos solevamientos no se refieren puramente a esas localidades, sin embargo, el terreno lignífero solo aparece al sur de Topocalma, desde los 34° hasta los 53° de latitud; pero la explotacion del carbon solo se ha emprendido con buen éxito a una latitud mayor que la de Coronel (34°). Parece que el combustible se presenta en mas abundancia a medida que avanza al sur. Así en Lebu la formacion está mas desarrollada que en Coronel i Lota; en Párgas (latitud 41° 23'), se encuentra hasta once man-

tos de carbon; en Magallanes (latitud $53^{\circ} 10'$), los mantos descubiertos parecen ser mui abundantes.

Estas circunstancias demuestran la influencia de la temperatura en la formacion del carbon, i nos manifiesta la semejanza a este respecto con el modo de formarse de la turba: solo se presenta desde las zonas templadas i nunca entre los trópicos o sus alrededores. Fijándonos en esta influencia de la temperatura, será conveniente considerar las observaciones de M. Heer, que en un trabajo reciente ha tratado de investigar las plantas i los climas del *período terciario*. Mediante la analogía que presentan las plantas del *período mioceno* con las de nuestra época, deduce la temperatura que han necesitado aquellas para desarrollarse, resultando de una serie de deducciones que desde aquel período, «la temperatura iba disminuyendo del ecuador a los polos, segun la misma lei proporcional de nuestros dias, pero que esa temperatura excedia en 8 9 grados a la que presentan actualmente los mismos lugares.»

Probablemente por esta razon (de la temperatura), el combustible de que tratamos solo se presenta en abundancia a una latitud mayor de 37° , i los mantos de carbon que se encuentran en Topocalma deben haberse formado por los vejetales que algun estero o rio acumuló en esas localidad; mientras que en Coronel, Lota, Lebu, etc, las plantas que han dado orijen al carbon deben haber crecido, segun lo hemos espuesto anteriormente, en el mismo lugar en que hoi dia las encontramos trasformadas en capas de lignita; i es a esta circunstancia, como sucede con la turba, a la que deben la pureza, uniformidad i vasta estension que presentan. No obstante, hácia la latitud de Topocalma ninguna esploracion se ha hecho que dé bastante luz sobre el particular.

DIRECCIONES DE LOS SOLEVANTAMIENTOS (TERCIARIO
INFERIOR I CRETÁCEO SUPERIOR.)

Hemos dicho ya que el terreno carbonífero de la costa de Chile presenta dos formaciones: la superior pertenece a la *formación terciaria*, i la inferior a la *cretácea*. Como estas dos formaciones aparecen en algunos puntos separadamente, según lo hemos indicado, hai dos solevamientos principales que observar en el terreno carbonífero de la bahía de Aráuco.

Anteriormente se ha notado, que en Lota los mantos de carbon siguen la direccion norte 18° este. Prolongada esta direccion al sur de Lota pasa constantemente por la *formación terciaria*, siguiendo en parte el curso del rio Carampangue hasta salir del continente. No pasa por la isla de la Mocha; pero calculando el azinut del arco de círculo, que une esta isla (donde aparecen las grandes ostras de la formación de Coquimbo) con la isla de Santa-María, se encuentra $18^{\circ} 2'$ al noreste. Las posiciones jeográficas de esta isla son: latitud $38^{\circ} 22'$, lonjitud $3^{\circ} 22'$ al oeste de Santiago, para la Mocha; i $37^{\circ} 2'$ latitud, $2^{\circ} 57'$ lonjitud para la isla de Santa-María.

Uniendo el puerto del Tomé (latitud $36^{\circ} 37' i 40''$, lonjitud $2^{\circ} 20' 46''$) con Lota (latitud $37^{\circ} 02'$, lonjitud $2^{\circ} 33'$), se obtiene $17^{\circ} 40'$. La direccion 18° pasa 330 metros mas al naciente, siendo 60,070 metros la distancia que separa a esos dos puntos; pero algunas cuabras mas al sur de ese puerto, aquella direccion en Lota norte 18° este, pasa por la formación terciaria.

La misma direccion en Lota norte 18° este, prolongada mas al norte, pasa paralelamente a la costa donde aparece la formación terciaria de Bucalemu i Topocalma, como a 4 kilómetros al poniente, siendo la distancia media que separa las dos formaciones como de 350 kilómetros. Mas al norte todavía, esa direccion va a cortar el continente

en la formacion terciaria de Puchuncavi, en la provincia de Valparaíso.

Como el meridiano de Lota solo difiere en 3 o 4 minutos del meridiano central del pentágono de Chile determinado por Beaumont, aquella direccion casi no varia trasportada a este último punto.

Otra direccion que es de notar, en el terreno en que se muestra la formacion cretácea, es la que resulta de unir a Lebu (latitud $37^{\circ} 36'$, longitud $3^{\circ} 00'$ al oeste de Santiago) con la punta de Lavapié (latitud $37^{\circ} 10'$, longitud $2^{\circ} 58'$): este azimut es norte $3^{\circ} 31'$ este, en el horizonte de Niebla, en el puerto del Corral.

Trasportado el azimut de Lebu $3^{\circ} 31'$ a Niebla, es $3^{\circ} 24' 23''$. Esta direccion, prolongada al sur de Niebla, pasa al naciente del Amortajado i de Carelmapu.

La parte superior de la *formacion cretácea* se muestra tambien en la isla de Huafo situada al sur de la isla grande de Chiloé, i el arco de círculo que une a esta isla con la Mocha forma un ángulo de $3^{\circ} 39'$ en el horizonte de la Mocha; i trasportada esta direccion al centro del pentágono, da el mismo ángulo que hemos encontrado antes.

Debemos a la atencion del doctor don Rodolfo A. Philippi la nota siguiente que ha clasificado i dibujado, perteneciente todo al terreno carbonífero de Lebu.

CATÁLOGO de los fósiles de la formacion terciaria i talvez cretácea superior, exhibidos por el señor don Fr. Javier O. en la Esposicion Internacional de Chile en 1875.

OBSERVACION.—Las especies no descritas todavía llevan la designacion Ph. n. sp., los nombres en paréntesis son las localidades de donde el museo nacional ha recibido la misma especie.

I.—CEFALÓPODOS.

Nautilus araucanus Ph. sp. n. (Valdivia, Navidad).

— segunda especie no clasificada todavía.

II.—GASTRÓPODOS.

- Bulla Rémondi* Ph. n. sp. (Navidad).
Calyptraea araucana Ph. n. sp.
Cassis echinophora Ph. n. sp. (Navidad, Valdad).
Dentalium sulcosum Sowerby (Navidad).
 — *araucanum* Ph. n. sp.
Dicolpus obesus Ph. n. sp.
Fasudlana lacris Ph. n. sp.
Fusus obesus Ph. (Navidad).
 — *ovalley* Ph. n. sp.
 — *regularis*? Sowerby (Navidad).
Melania araucana Ph. n. sp. (Lota).
Mitra distorta Ph. n. sp.
Natica púmila Sowerby (Chiloé, Navidad).
 — *puella* Ph. (Navidad).
 — *owidea* Ph. n. sp. (Tubul).
 — *schizocotyla* Ph. n. sp. (Ancud, Navidad, Santa-Cruz, en Patagonia).
Oliva dimidiata Sowerby=O. *simplex* Hupé en la obra de Gay (Navidad, Lota).
Pleurotoma gemmifera Ph. (Navidad).
Scalaria rugulosa Sowerby (Navidad San Julian en Patagonia).
Sigaretus subglobosus Sow.=L. *elegans* Hupé en la obra de Gay. (Navidad, isla de Ipun en el archipiélago de chonos).
Terebia costellata Sow. (Navidad).
Turritella ambulacrum Sow. (Navidad, Santa-Cruz en Patagonia).
 — *Landbecki* Ph. n. sp. (Algarrobo).
Voluta graulis Ph. n. sp. (Santa-Cruz en Patagonia).
 — *Domeikoana* Ph. n. sp. Navidad, Ancud).

III.—CONCHÍFEROS.

- Anatina suborbicularis* Ph. n. sp. (Millonco).
Anomia Ovallei Ph. n. sp.
Cardita inaequalis Ph. (Navidad).
Cucullaca araucana Ph. n. sp. (Lebu, Millonco, es talvez una simple variedad de la *C. alta* Sowerby, hallada en Patagonia).
Cyprina antarctica Ph. n. sp. (Navidad, Hualpen).
Lutrarca undato-sulcata Ph. (Lota).
Mactra, no está clasificada.
Modiola rugulosa Ph. n. sp.
 — *laeviuscula* Ph. n. sp.
Mililus striatus Ph. n. sp.
Nucula lebuensis Ph. n. sp.
 — *ornata* Sowerby (Tubul, Port Desiré, Patagonia segun Sowerby).
 — *oxyvihyncha* Ph. n. sp. (Lota).
 — *valdiviana* Ph.? (Valdivia).
Ostrea
 — segunda especie } no clasificadas
 — tercera » }
 — cuarta » }
Panopaea vetula Ph. n. sp.
Pinna semicostata Ph. (Navidad).
 — segunda especie.
Tellina levuensis Ph. n. sp.
Teredo gregaria Ph. n. sp. (Navidad).
Venus Volkmanni Ph. (Navidad).
 — *Ovallei* Ph. n. sp.
 — *Cubothus* Ph. n. sp.

IV.—CRUSTÁCEOS.

- Cancer araucanus* Ph. n. sp.
 — especie nueva.

Pinnotheres antiquus Ph. n. sp.

Diadema antiquum Ph. n. sp.

V.—ZOÓFITOS.

Lithomgees aequalis Ph. n. sp.

— *costellatus* Ph. n. sp.

CORTE DEL TERRENO CARBONÍFERO DE CORONEL EN EL PIQUE
A DEL PLANO DEL SEÑOR OXINIUS.

Metros.

15.60	arenisca arcillosa
2.70	arenisca calcárea
6.55	arenisca arcillosa
1.90	arenisca calcárea
1.70	arenisca arcillosa
0.85	lignita piritosa (capa núm. 1)
8.20	arcilla blanda
0.70	lignita (capa núm. 2)
0.75	arenisca arcillosa
0.90	lignita (capa núm. 3)
10.00	arenisca arcillosa con lechos delgados intercalados de arcilla sequitosa
7.80	arcilla dura
6.70	alternativamente de arenisca blanca o gris con cemento arcilloso o calcáreo
1.40	arenisca arcillosa
0.40	arcilla esquitosa
0.20	lignita (capa núm. 4)
2.30	arcilla cequitosa
4.00	arenisca dura blanca o gris con madera fósil bien conservada
1.00	lignita de buena calidad explotable (capa número 5.)
0.10	arcilla betuminosa con muchos despojos vejetales

<u>Metros.</u>	
2.00	arcilla endurecida
2.10	arenisca calcárea i arcillosa
0.07	lignita
0.50	arcilla betuminosa
1.15	arenisca
0.19	lignita
0.40	arcilla
1.50	lignita (capa núm. 6)
0.40	arcilla betuminosa
1.20	arenisca
0.19	lignita
0.40	arcilla
1.50	lignita
0.40	arcilla betuminosa
1.30	arcilla dura color gris
23.60	arenisca en cemento, jeneral, arcilloso
0.40	arcilla dura
0.06	lignita
7.90	capa arcillosa dura con bancos intercalados de arcilla blanda
4.50	arenisca arcillosa.
<hr/>	
125.72	profundidad total del pique.

Debajo sigue al menos 70 metros de un conglomerado cuarsoso rojiso, que reposa sobre la mica esquita. Toda la formacion carbonifera tendrá pues, en este punto una potencia de 200 metros próximamente. (*Memoria de M, Maillard*).

SEGUNDA PARTE.

DATOS RELATIVOS A LA ESPLOTACION DEL COMBUSTIBLE.

El sistema que se emplea jeneralmente, en todos los trabajos mas importantes, es como sigue:

Primeramente, se reconoce por una zonda o barreno, la

existencia de los mantos de combustible. En seguida se dá un *pique* vertical, que se profundiza hasta las capas que se va a explotar, el cual sirve para la estraccion del combustible, del agua, et., eté. Una vez puesto en comunicacion, los mantos de carbon con la superficie, se les comienza a laborear siguiendo el método que podríamos llamar de *galerías i pilares cortos*, siendo el disfrute de éstos, por el sistema de *bancos ascendentes*. Diremos algo sobre cada uno de estos puntos.

Zondas.—Jeneralmente se emplea varas de fierro, reunidas por tornillos i sin paracaídas. *Trepans* o *trépano* que hace cuerpo con el sistema de las varas. Batida por 2, 3, o 4 hombres, que se sirven para este efecto de la fuerza elástica de una viga fija, por una de sus estremidades, que descansa sobre un punto de apoyo intermedio i tiene una parte en vago suficientemente larga, para que la flecha de oscilacion dé una amplitud conveniente al vuelo de los golpes. *Tubaje* o *cañería nulo*, en todos los casos.

Este aparato puede ser económico cuando se trata de barreno, que van hasta la profundidad de 50 metros i no es conveniente para profundidades bastante grandes. A la profundidad de 100 metro, hai pocos casos, en que no haya habido accidentes, que han costado mucho repararlos. En un barreno de esta clase en Lebu, hasta la profundidad de 76 metros, el avance medio es de 38 centímetros; pero tomado en consideracion el tiempo perdido, en readad es de 29 a 30 centímetros.

Conociendo los inconvenientes que presentan estos aparatos, cuando se trata de profundidades mas considerables, se ha empleado en Lebu una zonda a vapor con aparatos perfeccionados, con la cual se ha atravezado el terreno carbonífero. Damos en un plano especial la naturaleza de todo este terreno hasta la profundidad de 164 metros.

Se ha dicho anteriormente que para la explotacion del

combustible se construye un pique vertical, desde la superficie hasta alcanzar la profundidad de los mantos de carbon. Rara vez cuando el carbon aparece en los afloramientos, en circunstancias escepcionales, i en estensiones limitadas se puede pensar en sacar el carbon partiendo de los mismos afloramientos; pero esto tarde o temprano trae sus inconvenientes, así es que, los trabajos mas importantes se hacen por medio de *piques*.

Para dar una idea de esta clase de obras, citaremos el pique de Puchoco, en Coronel, que comprendiendo el sumidero, tiene 147 metros de profundidad. Es un pique mui hermoso, bien instalado i aún con cierto lujo i mucha amplitud en los gastos. Su costo ha sido de 30,000 pesos, incluyendo perforacion del pique, enmaderacion, colocacion de las guias, compra i colocacion de la armazon, compra de la máquina, de los cables, moletas, jaulas, dragones, construccion de las casas, hornos, chimenea de la máquina, volteadores, rejillas etc. En Lebu, calculando mayor espesor para el terreno carbonífero, se formó el presupuesto de 65,000 pesos, para un pique cuya profundidad se consideraba en 240 metros, con todo lo preciso como el de Puchaco. No obstante para piques de mediana hondura i destinados a una estraccion mas moderada como, por ejemplo, de 20,000 toneladas anuales, se considera que es mas económico el servicio por medio de malacates, movidos por caballos en lugar de las máquinas a vapor.

Una vez que el pique llega al manto de carbon que se quiere explotar, se abre en éste una labor maestra, que por lo jeneral tiene de ancho de 2 a 3 metros i rara vez, hasta 3 metros 50 centímetros, siendo su alto el grueso de la capa de carbon. Después, de trecho en trecho, se corta esta *labor maestra*, con otras, próximamente, en ángulo recto siguiendo la inclinacion de las capas. En seguida otro sistema de labores secundarias, paralelas a la labor maestra, de un ancho de 1 metro 50 centímetros a

2 metros viene a dividir el manto de carbon en una serie de pilares o macizos, cuya base mas o menos es rectangular. Las dimensiones de éstos pilares, es variable, jeneralmente tienen 8 i 10 metros por lado i rara vez hasta 14 metros.

Para el disfrute de los pilares, se sigue el método de bancos ascendentes. Es decir, se coloca primeramente un barretero, en la parte inferior de uno de esos pilares comenzando por una esquina, i arranca un frente de 2 metros continuando para arriba segun la inclinacion del manto; una vez arrancado este frente comienza otro al lado, i efectúa la misma operacion, i así sucesivamente. Se va enmaderando como en las demás labores; pero una vez que el macizo ha sido disfrutado, se arranca ésta, i quedando parte del cerro sin apoyo, se sienta, lo que acontece jeneralmente después de una semana mas o menos, segun la dureza i la composicion del techo. Para todos estos trabajos, los mineros se sirven jeneralmente del pico ordinario, que pesa 2. 415 kilogramos de *cuñas* 1. 840 kilogramos, i *combos* 4. 140 kilogramos. Solamente en Lotilla es donde se hace mas uso de pólvora por la dureza del carbon.

Los mineros, en los trabajos de trazados, no producen nada mas que 7 a 8 i 9 cajones de carbon en bruto por dia, sean 8. 50 cajones su término medio, lo que corresponde a un volúmen de 2 a 2; 3 metros cúbicos escepcionalmente. La produccion diaria, cuando el minero trabaja en el disfrute de los macizos, no pasa de 3 a 3: 400 metroscúbicos de carbon bruto (11). Rebajando de estas cantidades 25 por ciento por la proporcion de menudo, queda para la produccion del minero en carbon vendible:

(11) Segun observaciones de don Luis Larroque ingeniero de la escuela de minas de París.

Trabajo en el macizo..... de 16 a 19 hectólitros.
 Trabajo en el disfrute o despojo 24 a 27 »

Las capas de la bahía de Aráuco tienen potencias diversas bastante variables de un punto a otro, pero que pueden considerarse en término medio:

veta gruesa. . 1. 471 metros	} término medio del espesor de los mantos en Coronel i Lota.
veta delgada. 0. 991 »	
veta primera.. 1. 06 »	

Esto equivale a decir que la potencia de las capas varia de 1 metro a 1. 50, mas o menos, aunque la veta gruesa alcance escepcionalmente el espesor de 1. 81 metros.

La direccion de estas capas en término medio la consideramos norte 18° este. La inclinacion media varia de 10° a 12° i escepcionalmente hasta 14°. Las tres capas no dan en jeneral nada de escombros, sino es cuando el falso techo, formado en la *veta gruesa* de un banco de arcilla de 30 a 40 centímetros i 45 centímetros, llega a caer, lo que no se verifica sino segun el estado mas o menos grietoso de estas arcillas. El carbon es mui puro i sin intercalaciones esquitosas.

En Lebu donde la formacion carbonífera está mas desarrollada que en Coronel i Lota el espesor de la capa mas importante, de las que se trabajan, varia segun la calidad entre 1, 2 i 3 metros. Cuando tiene mucho espesor esta capa aparece subdivida en cuatro, con divisiones de esquita arcillosa, i pirita carbonífera; lo que en ciertos casos es ventajoso para la esplotacion, tratándose de un espesor considerable. La estructura i calidad del carbon varia segun la hondura respecto de la superficie, la presion del cerro i la proximidad a las fallas.

Mas al sur en la latitud de 41° 23', en la caleta Párgas, la abundancia del carbon es tanta que un injeniero espe-

rimentado ha creído poder contar hasta catorce mantos diferentes, que nosotros mismos hemos visto, aún cuando podría suceder que alguno de ellos no sea mas que la ruptura de un solo manto de carbon. Esto se halla al norte de Aucud.

GASTOS POR TONELADA. (12)

	1. ^a apreciacion.		2. ^a apreciacion.
	Centavos.		Centavos.
Enmaderacion (dos postes, un tablon)	5. 2	(tres postes).....	5. 0
Maderos carriles.....	5. 4	ferrocarril de canto	9. 9
Barretero, carretillero, carros (pagando por cierto número de cajones).....	57. 3	(pagando por estension recorrida).....	50. 6
Estraccion por piques (usando bueyes).....	7. 5	(usando caballos)	3. 6
Harnear el carbon.....	0. 2	.....	0. 2
Iluminacion.....	2. 1	.....
Desagüe.....	1. 9	.....	1. 2
Deducion por 35 por ciento de carboncillo.....	27. 9	.....	21. 5
Conduccion a la playa en carretas.....	44. 0	ferrocarriles de cantos.....	13. 0
Embarques.....	44. 0	.....	44. 0
Total.....	\$ 1. 95	.....	\$ 1. 40

Cada empresa debe agregar además sus gastos jenerales (como ingenieros, administrador, mayordomos, edificios, intereses del capital invertido, etc.)

Por los datos indicados, relativamente a la naturaleza de los mantos de carbon, su pureza i homojenidad, su

(12) El señor del Barrio, en el 57, considerando la estraccion por medio de malacates, haciendo el embarque de un modo mas imperfecto de lo que se hace hoy dia, calculaba del modo siguiente: Los gastos de estraccion de una tonelada de carbon, puesto a bordo del buque en el puerto de Coronel. Las dos apreciaciones se refieren en un caso al método mas defectuoso, i en otro a un método mas ventajoso.

buena situacion a la orilla del mar, con buenos puertos recursos abundantes de todas clases, están demostrando la excelente condicion en que se hallan esos depósitos, para ser explotados con ventaja; no obstante, cuando se comparan los resultados que se obtienen en estas minas con otras, en circunstancias mas desfavorables, se ve que hai mucho por hacer. Vamos a indicar un ejemplo para hacer resaltar estos defectos, i en seguida indicaremos los medios de obviar los inconvenientes.

En las minas de lignita de Provenza (Francia), en Taveaux (a 25 quilómetros de Marcella), los mineros se forman por compañías de 4, 6, 10, que se encargan de pagar sus *carreros*, i de suministrar las herramientas i el alumbrado, i que reciben los precios siguientes por tonelada de carbon grueso, mediano i menudo.

Precios pagados por tonelada de

ESPESOR DE LAS DIVERSAS CAPAS.

	Metros.	Grueso.	Mediano.	Menudo.
1. ^a capa gruesa inferior.	1.73	\$ 0.60	\$ 0.50	\$ 0 40
2. ^a id. delpada.....	0.80	1.00	0.90	} nunca } hai me- } nudo
3. ^a	0.85	1.20	0.90	
4. ^a	0.65	1.60	0.90	

Los trabajadores se hallan perfectamente avenidos a este sistema, i a pesar de que el carbon es mas frágil i menos homogéneo que el de Chile, porque allí hai numerosas intercalaciones esquitosas, que debiendo separarse en la mina, hacen el trabajo mas penoso; no obstante, las proporciones entre grueso, mediano i menudo es como sigue:

Menudo.....	3	por ciento
Mediano.....	24	—
Grueso.....	72	—

Ahora en las minas de la bahía de Aráuco, en Chile la proporción será:

Menudo.....	25	por ciento. (30 por ciento Coronel)
Mediano.....	35	—
Grueso.....	40	—

En término medio, por una tonelada española hai que pagar (en Chile): 3 centavos al tarjador, 29.5 centavos al barretero i 15.7 centavos al carretillero que la estrae en 6 o 7 cajones; lo que hace por esto solo un gasto total de 48.2 centavos, i por tonelada inglesa de 1.015^k 94 que se usa para la venta, el gasto será de 53.2 centavos. Agreguemos todavía el gasto en carros, i tendremos que como por este motivo se afecta una tonelada de 4.1 centavos, el recargo total será de 57.3 centavos. (2)

En una de las minas en que se empesaba a pagar por estension recorrida, cuesta la tonelada inglesa 50.6 centavos, obligándose además el minero a procurarse la iluminacion i atenderse con el carretillero.

Se ve que los precios de produccion, en las minas de Provenza, que tampoco hemos citado como un modelo hácia este respecto, no están mui distante de los precios de Chile, aunque la naturaleza de estos depósitos sea mucho mas favorable. Pero llama bastante la atencion la proporción entre las diversas calidades anotadas como carbon grueso i menudo. Seria conveniente, pues, que se adoptara el sistema de pagar los mineros, no solo por tonelada que entreguen sino tambien, hacer la diferencia, en cuanto sea posible, en esas tres calidades.

OBSERVACIONES AL MÉTODO DE ESPLOTACION DEL CARBON EN LA BAHÍA DE ARÁUCO.

Sin entrar en muchos detalles, concernientes a este asunto, vamos a llamar la atencion a las observaciones i modificaciones que sujere el método en sí mismo.

Los defectos principales consisten en el mucho menudillo de carbon, que se produce, el cual no sirve para nada en la mayor parte de los establecimientos, contribuyendo solo a desmerecer la calidad del carbon mezclándolo, o bien en los establecimientos como Lota, en que se emplea este carboucillo, tiene poco valor.

No hai proporcion en el efecto que obtiene el minero, entre el trabajo de trazado, o al macizo, con el de arranque o despojo. En ambos casos el efecto es poco, atendido lo favorable de las circunstancias que ofrece la naturaleza de esos depósitos.

La ventilacion i enmaderacion, puede mejorarse i es bastante descuidada en algunos casos.

Conocidos estos principales inconvenientes que se presentan vamos a indicar brevemente algunas modificaciones que convendria adoptar o experimentar.

Se ha dicho anteriormente, que mediante una serie de galerías, se divide todo el manto de carbon por explotar, en una serie de pilares, que en término medio miden 8 o 10 metros por cada lado, partiendo desde el pié del pique, si la estraccion se hace por este medio, i avanzando hasta el límite del campo de explotacion. Resulta de aquí, por consiguiente una infinidad de galerías i de pilares que sostienen el techo, los cuales son disfrutados mas tarde. En todo el tiempo que tiene que trascurrir para el despojo de éstos, hai que mantener en buen estado la enmaderacion de esas galerías, i la ventilacion, recargándose con esta mayor vijilancia, los gastos de produccion. Por esta razon el señor Larroque aconsejaba, en los nuevos trabajos que debian emprenderse en Lebu, dar mayores dimensiones a esos pilares, como por ejemplo 25 a 30 metros, sobre 40 a 45 metros, si es necesario; o bien no dejar subsistir a los pilares sino poco tiempo después de su trazado. Parece mas racional que gravitando el techo sobre una superficie mayor se conserve mas entero el carbon, con la disminucion de la presion. La des-

compesicion del carbon tambien disminuye, porque siendo menor la superficie espuesta al aire no se altera tanto. La ventilacion quedaria mucho mejor dispuesta, no difundiéndose en una red tan considerable de galerías, que resultan de la corta dimension de los pilares. Siendo mejor la ventilacion, la duracion de las enmaderaciones será mejor i en jeneral la vijilancia será menor, etc.

En el arranque de estos pilares, así como tambien en el trazado de las galerías, el minero debiera producir mucho mas carbon, del que estrae actualmente. Segun el señor Larroque, en ese trabajo de galerías, de 4 metros de ancho, por ejemplo, por 1 metro 30 centímetros a 1 metro 40 centímetros de alto, el minero no produce mas que de 7 a 8 i rara vez 10 cajones de carbon: sean 1 tonelada 20 centésimas a 1 tonelada 30 centésimos, i 2 toneladas a lo mas, por dia de trabajo de 12 horas. Descoutando una cuarta parte de menudo, que pasa por rejillas de 12 milímetros, no quedaria mas que 0.90; 0.95; centésimos a 1 tonelada 50 centésimos, de carbon vendible.

En el trabajo de arranque o despojo de los macizos la produccion del mismo queda comprendida entre 10, 12 i rara vez 15 cajones; sean 15, 16 a 20 hectólitros. El señor Larroque cree, que siendo el carbon perfectamente puro i tierno, el minero debiera elevar su produccion en el trazado de las galerías de 28 a 30 hectólitros i en el despojo de 30 a 50 hectólitros.

La proporcion del menudo debiera reducirse en los dos casos a

12 por ciento en el trabajo del trazado.

15 por ciento id. del despojo.

En una palabra, debiera tenderse a reducir a 10 u 8 por ciento la proporcion actual del menudo, i después aumentar, segun el señor Larroque, en un tercio el producto del mineo, en el trazado i duplicarlo en el despojo.

Los defectos, en el trabajo del minero parece que pro-

viene principalmente en el modo como hace la *circa* en el carbon, i en el mucho uso que hace del pico para el arranque del volúmen de carbon que queda circado, en lugar de emplear la *cuña* para este objeto. Colocado el minero en frente de la labor que prosigue, comienza por abrir una *circa* en la parte inferior de ésta, de 30 centímetros de alto i otra a la izquierda de la frente, en toda la altura del manto. Ahora bien, estas *circas* tienen el defecto de ser mui poco profundas, a lo mas de 30 centímetros, cuando se debiera hacer obligatorio que no bajara de 60 centímetros, procurando alcanzar 1 metro. De este modo el minero puede aislar un trozo de 2 a 3 metros cúbicos, que en seguida debe arranca con la *cuña* i *combo*, o ayudándose de una herramienta que se usa en Bélgica, *pié de cabra*, en lugar de destruir i desmenuzar el carbon con el pico.

Sin entrar en mas detalles que podrian estenderse tambien, a la ventilacion i enmaderaciones, diremos solamente en cuanto a la primera, que es mui irregular; hai partes en que la corriente de aire incomoda i en otras falta. Para regularizar ésto convendria poner puertas firmes a la entrada de los compartimientos, con *ventanillas*, cuya abertura puede arreglarse a voluntad. Con respecto a la enmaderacion, los establecimientos debieran tener un maestro enmaderador (*boiseur*) encargado de todo lo concerniente a este ramo. La madera es barata i abundante en el sur de Chile, i para sus precios puede consultarse la memoria de don Paulino del Barrio del 57.

Concluiremos esta parte, previniendo, que como siempre sucede, que son fuertes los capitales que se invierten en estos establecimientos i su porvenir depende, de la direccion i métodos que se adoptan desde un principio, deben abandonarse en los trabajos nuevos, muchas de las ideas que se ha seguido hasta ahora en la bahía de Arauco.

Una vez que el pique maestro alcanza en la profundi-

dad, el manto que se va a trabajar, debe limitarse desde luego el campo de explotación, construyendo una galería principal que puede ir de 1,000 a 1,200 metros de largo; i otras transversales que limitan de 150 a 200 metros el ancho de este campo, dejando grandes macizos, como se ha explicado, i no pequeños como se acostumbra. Para el arranque de estos macizos, debe comenzarse por el límite del campo de explotación i no por el principio, cometién-dose un error manifiesto i de bastante trascendencia para el porvenir del trabajo. Cuando esta zona de explotación se halle en punto de disfrute, se comienza a preparar otra, i así en seguida.

En fin, creemos que nada puede dar una idea mas exacta del estado en que se hallan estos trabajos en Chile, que los cuadros siguientes, donde se ve que hasta ahora, la producción principal se refiere a Coronel i Lota, pero debe advertirse tambien, que en Lebu se preparan establecimientos de mucha importancia.

En cuanto al capital que han necesitado esos establecimientos, no es fácil determinarlos con precisión, i solo para dar una idea hácia este respecto, indicaremos que en Playa Negra se calculaba invertido un capital como de 200,000 pesos, para principiar a explotar. En el establecimiento de Puchoco, se calculaba que el capital invertido era como de 400,000 pesos, entrando después, la propiedad en una producción como de 40,000 toneladas: mas tarde todo el establecimiento ha recibido muchas mejoras. El establecimiento de Lota ha sido sin duda el de mas costo; su muelle solo se cree que cuesta 250,000 pesos. Todo esto está planteado con verdadero lujo i se calcula en 2.000,000 de pesos proxicamente el capital invertido en la fundición, etc., etc. Repetimos otra vez que estos datos no son precisos i los indicamos solamente, para dar una idea del costo de esos establecimientos.

Minas de carbon de piedra en la provincia de Concepcion, departamento de Lautaro, año de 1871.

Exportado al cabotaje 181,187 toneladas, al extranjero 59,702. Total 240,880.

NOMBRE DE LAS MINAS.	LABORES QUE SE TRABAJAN.		EN QUINTALES MÉTRICOS.	MÁQUINAS A VAPORE.		LOCOMOTORAS.		NÚMERO DE TRABAJADORES.	JORNAL DIARIO.	HORAS DE TRABAJO DIARIO.
	Carbon.	Tosca.		Núm.	Fuerza. Caballos	Núm.	Fuerza.			
Compañía de Lota.....	5	250	6	1,500,000	9	184	1	20	\$ 1	10
Compañía de Puchoco.....	6	400	30	750,000	10	243	1	12	1	10
Jorje Rojas.....	6	186	9	780,000	12	180	---	---	1	10
Compañía explotadora de Lota i Coronel.....	8	50	2	42,000	5	50	---	---	1	10
Id. id. de Playa Negra.....	4	40	---	(a) 15,000	5	70	---	---	1	10
Total.....	24	920	47	2,987,000	43	---	2	32	---	---

(a) En cinco meses de trabajo.

Fábricas de ladrillos refractarios.

ESTABLECIMIENTOS.	HORNOS.		NÚM. DE TRABAJADORES.	HORAS DIARIAS DE TRABAJO.	JORNAL DIARIO.	MÁQUINAS A VAPOR.		PRODUCTO ANUAL DE PIEZAS.
	NÚMERO DE HORNOS.	NÚM. DE TRABAJADORES.				Núm.	Fuerza	
Comp. de Lota...	10	80	10	1	50	1	25	1.800,000
Id. de Puchoco.	8	50	10	1	40	1	12	1.200,000
Total.....	18	130	10	1	45	2	37	3.000,000

Fundición de cobre en Lota.

	HORNOS.		NÚM. DE TRABAJADORES.	JORNAL DIARIO.	HORAS DE TRABAJO.	MÁQUINAS A VAPOR.		PRODUCTO ANUAL QUINTALES MÉTRICOS BARRA I LINGOTES.	
	De fundición.	De calcinación.				Núm.	Fuerza		
Comp. de Lota..	20	16	320	1	25	10	2	33	76,000

En el año 1852, la producción de carbon en Chile fué de 5,348 toneladas.

CUENTA DE GANANCIAS I PÉRDIDAS DE LA COMPAÑÍA DE LOTA I CORONEL
EN EL AÑO 1870.

Utilidad líquida en el año

Ramo de la fundicion de cobre en barra.....	\$	132,527
Id. de explotacion del carbon de Lota.....		311,518
Id. id. id. de Coronel.....		27,836
Fábrica de ladrillos refractarios.....		16,816
Id. maestranza.....		8,600
Id. buques i vapores.....		18,421
Id. haciendas i sitios de Lota i Coronel.....		10,971
Total.....		536,692
Saldo traspasado a la oficina central.....		506,549

Primer semestre de 1871.

Por carbon de Lota i Coronel.....	\$	136,925
Fundicion de cobre.....		40,000
Fábrica de ladrillos.....		12,000
Ramos especificados anteriormente.....		13,973
Total.....		202,898

AÑO DE 1872.

Exportación para el cabotaje... 178,528 toneladas. }
 Id. id. extranjero. 51,369 id. } 229,897 toneladas.

NOMBRE DEL MINERAL.	PRODUCTO ANUAL EN TONELADAS.	NÚM. DE OPERARIOS, TÉRMINO MEDIO.	JORNAL, TÉRMINO MEDIO.
Establecimiento de Puchoco...	100,000	1,500	-----
Compañía de Puchoco (Rojas etc.....)	124,000	1,500	-----
MINAS DE CORONEL.			
Compañía de Playa Negra.....	-----	-----	-----
Id. de Lota.....	114,000	1,500	62½ cts.
AÑO DE 1873.			
Exportado para el cabotaje 201,501 toneladas.—Estranjero 27,217.— Total: 228,718 toneladas.			
Establecimiento de Puchoco...	Mas o menos como antes	1,500	-----
Compañía de id.....	-----	1,200	-----
MINAS DE CORONEL.			
Compañía de Playa Negra.....	-----	80	-----
Id. de Lota.....	120,000	1,940	-----

PROVINCIA DE CONCEPCION. — DEPARTAMENTO DE LAUTARO.

MINAS DE CARBON DE PIEDRA EN 1874.

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO.	Subdelegaciones en que están situadas.	Número de minas.	Número de piques.	CARBONES QUE SE TRABAJAN.		Producto anual en quintales métricos.	MÁQUINAS A VAPOR.		LOCOMOTORAS.		Num. de trabajadores.	Jornal diario.	Hornos diarios de tra- bajo.
				Carbon.	Tasca.		Número.	Fuerza en caballos.	Número.	Fuerza.			
Compañía de Lota.....	2. ^a	1	6	500	20	1,400,000	12	8 a 40	12	60	1,200	75	10
Establecimiento de Puelocho... Id. Compañía de Puelocho... Id. id. de Lota i Coronel... Id. Playa Negra.....	3. ^a 3. ^a 3. ^a 3. ^a	16 5 1 1	5 5 4 3	250 300 24 32	10 2 8 1	1,650,000 700,000 400,000 300,000	10 12 5 5	243 180 50 70	--- 2 --- ---	--- --- --- ---	1,500 831 510 250	1 00 1 00 1 00 75	10 10 10 10
Total i término medio.....	---	20	23	1,106	41	4,510,000	102	---	4	60	4,200	1	---

DEPARTAMENTO DE COLEMU.													
Establecimiento de Tomé (a)...	Id. de Penco.....	Número de piques.	Número de minas.	CARBONES QUE SE TRABAJAN.		Producto anual en quintales métricos.	MÁQUINAS A VAPOR.		LOCOMOTORAS.		Num. de trabajadores.	Jornal diario.	Hornos diarios de tra- bajo.
				Carbon.	Tasca.		Número.	Fuerza en caballos.	Número.	Fuerza.			
1. ^a	12. ^a	3	2	55	2	1,000	1	6	---	---	80	75	12

(a) Fabricado en el año anterior.

ESTABLECIMIENTOS DE FUNDICION DE METALES DE COBRE, año 1874.

DEPARTAMENTO DE LAUTARO.	Subdelegacion en que está situado.	Núm. de hornos.	Núm. de trapiches.	MÁQUINAS A VAPOR.		Núm. de trabajadores.	Carbon consumido anualmente en quilo- gramos.	Cantidad de minera- les que se benefician al año.	Lei média.	Producto líquido en kilogramos.
				Número.	Fuerza.					
DEPARTAMENTO DE LAUTARO.	Subdelegacion en que está situado.	6	1	2	---	600	36.400,000	11.400,000	10	6.624,000
DEPARTAMENTO DE LAUTARO.	Subdelegacion en que está situado.	6	1	1.416,000	1.012,000	80	10	10	1	10

FÁBRICAS DE LABRILES A FUEGO.

DEPARTAMENTO DE LAUTARO.	Subdelegacion en que está situado.	Núm. de hornos.	Núm. de trapiches.	Carbon consumido anualmente en kilo- gramos.	Núm. de trabajadores.	Horas diarias de tra- bajo.	Fornal diario.	MÁQUINAS A VAPOR.		Piezas elaboradas anualmente.
								Número.	Fuerza.	
DEPARTAMENTO DE LAUTARO.	Subdelegacion en que está situado.	6	1	1.416,000	1.012,000	80	10	10	1	10

PROVINCIA DE ARÁUCO.
MINAS DE CARBÓN DE PIEDRA EN 1874.

DEPARTAMENTOS.	Subdelegaciones en que están situadas.		Número de minas.	Número de piques.	CARBONES QUE SE TRABAJAN.		Producto anual en quintales métricos.	MÁQUINAS A VAPOR.		BOMBAS DE VAPOR.		Num. de trabajadores.	Jornal diario.	Horas diarias de trabajo.
	1.ª	4.ª			Carbón.	Tasca.		Número.	Fuerza.	Número.	Fuerza.			
LEBU.....	1.ª	19	8	179	65	1,417,000	22	247	15	35	1,771	\$ 0 74	10	
ARÁUCO.....	4.ª	13	4	9	12	18,400	---	---	---	---	304	1	10	

AÑO DE 1875.

NOMBRE DEL MINERAL.	PRODUCTO ANUAL EN QUINTALES MÉTRICOS.	NÚMERO DE OPERARIOS.	JORNAL, TÉRMINO MEDIO.
Establecimiento de Puchoco..	700,000	1,300	87½ cts.
Compañía de id. (Rojas, etc.)..	547,000	1,500	87½ —
Minas de Coronel.....	600,000	140	75 —
Compañía Playa Negra.....	290,900	500	80 —
Id. de Lota.....	1.650,000	1,300	75 —

**Comercio del carbon de piedra nacional i extranjero en el
cuatrienio de 1871 a 1874.**

INTERACION DEL ESTRANJERO.	TONELADAS.	VALORES. (a)
Año 1871.....	\$ 59,702	\$ 435,263
— 1872.....	59,781	418,483
— 1873.....	123,350	1.006,529
— 1874.....	113,841	795,819
EXPORTACION AL ESTRANJERO POR CORONEL.		
Año 1871.....	56,647	283,235
— 1872.....	51,369	417,850
— 1873.....	27,217	272,170
— 1874.....	35,269	352,690
EXPORTACION AL CABOTAJE POR CORONEL.		
Año 1871.....	181,187	1.487,819
— 1872.....	178,528	1.835,664
— 1873.....	201,501	1.923,064
— 1874.....	234,341	2.305,476

(a) Los valores del carbon son aproximados en Valparaíso. En el año 1874 se vendió carbon en Lota puesto a bordo a 8 pesos tonelada i bajó en 1875 a 5 id. id.

TERCERA PARTE.

APLICACION DEL COMBUSTIBLE A LA INDUSTRIA.

Los efectos caloríferos del combustible de que tratamos, pueden calcularse mas o menos por la composicion que presenta, la cual queda indicada en el cuadro precedente. La aplicacion que se da a este combustible en Chile, consiste: en las máquinas a vapor, en los hornos de reverbero, para las fundiciones de cobre; en la fabricacion del gas de alumbrado; i en los usos domésticos su empleo no se ha jeneralizado tanto como en otros países. Para esto último, calculaba Mr. Robert Hunt, una tonelada por cada habitante, en Inglaterra; mientras que en Chile, su consumo es mui limitado relativamente, si se comparan estos dos datos: la poblacion de 2.000,000 de habitantes, i la produccion de carbon, que con lo que se interna llega en término medio a 330.000 toneladas al año, para todos los usos indicados anteriormente.

El carbon fósil, de Coronel, Lota, Loba, etc., tiene mucha analogía con la hulla, propiamente dicha. Es de un color negro, que a veces tira a pardo, brillante en la fractura reciente, i que se oscurece con la esposicion al aire. Fractura ya desigual, plana, conoidea o astillosa; dura para partirla en otro sentido, que los planos de division. Polvo pardo rojizo, oscuro. Densidad 1.17, i 1,44 (13).

Los minerales que accidentalmente las acompañan son la pirita de hierro, una arcilla ferrujinosa en polvo mui fino, i el carbonato de cal. La pirita se halla en hojillas o en particulas finas, en proporciones que no son considerables. Si bien es cierto que por la presencia de la pirita, ha habido ejemplo de que el carbon menudo amontonado en grandes cantidades, se halla incendiado por la

(13) (Memoria citada de don Paulino del Barrio).

accion del aire, no se abriga este temor para los cargamentos por no haber ocurrido todavía ningun siniestro.

El carbonato de cal se deja ver pocas veces, i siempre en hojillas mui finas entre los planos de division, que se separa con la mayor facilidad. El agua higrométrica será como de 0.3 a 0.4 por ciento de su peso.

En la destilacion, produce agua, aceites i mucho alquitran. La proporción de ceniza puede estimarse entre 5 i 6 por ciento, para el carbon análogo al de Lota i Coronel, variando los límites de 0.012 i 0.102. La cantidad de cok que produce, asciende a veces a 45 i 46 por ciento, liviano i de un lustre semi-metálico, como el de la grafita o plumbajina (2). El cok aunque quebradiso, se puede, segun Mayer, producirse bastante firme i bueno, si se someten las lignitas a un procedimiento de carbonizacion lenta, en el acto de sacarse de la mina, es decir, *antes que el aire la obrado sobre ellas* (14).

El poder calorífero, determinado por el método de Bertier, fundiendo con litarjirio, da por término medio 25.5 de plomo, lo que corresponde a 5.865 calorías. Si se admite que las hullas de buena calidad, producen 30 por ciento de plomo, se tiene aproximadamente una diferencia de un 12 por ciento, en favor de las hullas de buena calidad. Este resultado se acerca bastante a los datos que algunas veces han recojido en la práctica, en la aplicacion del carbon de Coronel i Lota, en los buques a vapor. Segun don Guillermo Bollaert, el *Nueva Granada* consumia 15 toneladas del carbon del país de Gales, en cada 24 horas, que le costaban 18 pesos la tonelada. Este mismo vapor consumia 18 toneladas del carbon de Lota al precio de 6 pesos tonelada (2). El *Yankee Blade* cargó en 3 horas 700 toneladas en Lota, corriendo en las últimas 24 horas 27 millas: la diferencia entre el carbon de Lota i el de Cardiff, se estimó en 5 por ciento. El señor Do-

(14) (Domeyko.—Tratado de cerques).

meiko dice en su *Tratado de Ensayes*, que por informes que debe al señor Peacock, comandante del vapor *Chile*, el consumo en 24 horas en la máquina, es de 18 toneladas, mientras que para el mismo efecto, se gastan en 24 horas 15 toneladas de buena hulla de New Castle i solo 12 toneladas de la mejor hulla del país de Gales. Se comprende tambien que los resultados obtenidos en la práctica, dependerian mucho de la proporcion en que entre el carbon grueso, porque como se ha explicado anteriormente, con el sistema de explotacion adoptado, es mucho el menudo que se produce.

En la combustion arde pronto con llama brillante i mucho humo; i como contiene tantos gases, combustible i aceites, facilita mucho la combustion de las hullas *secas*, que vienen de Inglaterra (3). Los pedazos de carbon se hinchan i a veces se aglomeran. Muestras del carbon de Lebu, del manto cuyo espesor varia entre 1, 2 i 3 metros manifiesta un combustible mui betuminoso, que da mucho gas, i se conglera en una masa betuminosa, produciendo en la fundicion el color rojo albo. Destilado produce un cok, fundido, liviano, poroso i quebradizo. Así mismo, bastante gas hidrójeno carbonado, cuyo grado de fuerza depende de la mayor o menor cantidad de pirita.

En la aplicacion de estos combustibles, para el gas de alumbrado, hai que ensayarlos, tanto por lo que respecta a la cantidad de gas que producen, como por la calidad de la luz que es mui variable, segun la localidad de donde proviene el carbon. Por los datos que hemos tomado de la empresa de gas en Santiago, resulta que el carbon de Puchoco (Coronel), en 1000 quilógramos, o sea, una tonelada métrica, produce de 9 a 10,000 piés cúbicos, de buen gas.

Fundicion de los minerales de cobre, con el carbon de Chile.—No entraremos en muchos detalles hácia este respecto para no caer en la metalúrgia de este metal, sino que nos limitaremos a suministrar algunos datos, que

pueden indicar el efecto del carbon chileno, en esta industria.

La clase de horno que se emplea es el de reverbero i los resultados que se obtienen de todo el sistema, llama, con justicia, la atencion de los hombres experimentados. Se necesita que el calor sea intenso i que el carbon se aglomere algo en la savalera del horno. La operacion puede dividirse en tres períodos. Primero, fundicion por eje de los minerales de cobre. Los otros dos corresponden a la calcinacion i fundicion. En un establecimiento con nueve hornos, por ejemplo, seis hornos para la fundicion harán marchar dos hornos para la refinacion, segun sea la proporcion de cobre contenido en los minerales. Los ejes que resultan de la primera operacion, contienen cantidades variables de cobre, de 40 a 60 por ciento, i las escóreas contienen rara vez mas de 1 por ciento (15). La esportacion a Europa, se hace, sea al estado de eje, producto de la primera operacion, sea al estado de cobre en barra que proviene de las subsiguientes.

El carbon de que se valen para el beneficio de los minerales, es el carbon inglés de Swansea, por ejemplo, (precio de la tonelada puesto en tierra: de 13 a 13 pesos 50 centavos), o bien del carbon chileno (de 10 a 10 pesos 50 centavos), o bien aún de una mezcla de ambos, i se ha obtenido los resultados siguientes: «El carbon de Swansea cuyo poder calorífico es mayor que el de Chile, se aglomera demasiado, entorpeciendo la operacion; el carbon chileno casi no se aglomera, una mezcla de ambos produce los mejores resultados (16).

En las fundiciones de cobre, en que esta mezcla se hace, se gastan de 4.5 a 5 toneladas en 24 horas, i por cada horno, fundiendo en este tiempo 240 quintales (110.4 quintales métricos) de metales de color i de bronce, cuya

(15) Precy.

(16) Como los precios varian mucho segun las épocas debe fijarse la atencion solamente en los valores relativos del carbon inglés con el de Chile.

lei varia de diez a 12 por ciento, mezclados convenientemente para obtener ejes de 40 a 50 por ciento. Usando el carbon chileno, solo se gasta por cada horno de 5 a 6 toneladas en 24 horas, i se hacen tres cargas, mientras que usando la mezcla se harian cuatro. Resultando que para fundir 240 quintales españoles se gasta: usando la mezcla, de 52 pesos 87 centavos, a 58 pesos 75 centavos i se hace la operacion en 24 horas. Usando el carbon chileno solo, de 68 pesos 67 centavos a 82 pesos i la operacion dura 32 horas (17).»

En otros establecimientos (Labrar cerca del puerto del Huasco), funden 3 cargas, en 24 horas, de 42 quintales métricos, o sean 126 quintales métricos, con un consumo de carbon que va en la proporcion de 1 de carbon por 2. 5 de mineral. Los ejes que resultan tienen de 45 a 50 por ciento de cobre. El costo de la fundicion por quintal español, resulta ser como 50 centavos, con todos los gastos, calculando el carbon a 13 pesos tonelada, en el establecimiento, mezcla por mitad carbon inglés con chileno.

En las operaciones siguientes que tienen por objeto la refinacion del eje, se emplea diversos procedimientos segun sean las circunstancias, así es que el consumo del combustible depende tambien de ellas. Unas veces se calcinan los ejes en montones i se funden con metales de color (oxijinados) con lei variable en cobre; otras veces en los establecimientos mejor preparados, se pulveriza el eje i se calcina en hornos de reverbero, para someterlos en seguida a la refinacion.

Después de haber hablado del empleo del carbon chileno en la metalúrgia del cobre, nos resta mencionar otros usos que podria tener en el país.

En efecto, hallándose limitado el consumo del combustible por las necesidades mismas de la industria, es preciso hallar nuevas aplicaciones que puedan aumentarlo,

(17) Paulino del Barrio.

presentando un nuevo campo para la explotación del carbon. La fabricación del fierro es una industria desconocida en el país, apesar de que su consumo es bastante grande, principalmente en la construcción i reparación de las vías férreas. Para no salir del cuadro que nos hemos trazado, debemos manifestar solo los datos que deben servir de base a esta cuestión; el precio del combustible i la situación de los minerales de fierro. Respecto a lo primero, puede calcularse en el estado actual a que ha llegado la explotación del combustible en los establecimientos mejor dirigidos, el de 3 pesos puesto a bordo en Lota; es decir, el costo de producción. En seguida habria que trasportar este combustible a las inmediaciones de algun mineral de fierro que se encontrase en buenas circunstancias para ser explotado. Así, por ejemplo, poco al norte de Valparaíso, a tres leguas de Quinteros, excelente puerto, se encuentra un mineral de hierro olivista, tan abundante que bastaria para todo el consumo del país. Junto con la fabricación del fierro, habria que instalar tambien todas las máquinas precisas para la construcción de rieles, de fierro en planchas, etc., como se interna del extranjero. Es verdad que el costo de producción del fierro se ha reducido mucho en otros países, mediando circunstancias mas favorables que en Chile para este objeto; pero tambien se presenta otra consideración i es que lo mismo se podria decir con respecto al carbon de piedra. Si bien es cierto que el fierro viene como lastre de los buques, no es menos cierto que otro tanto sucede con el carbon, i sin embargo, aún en las épocas mas desfavorables para el precio del combustible, como la actual, sucede que el carbon chileno puede entrar en la competencia con el carbon inglés. Nos contentaremos pues con llamar la atención hácia esta nueva industria que podria aumentar el consumo del combustible en el país.

Otro tanto decimos acerca de los minerales de plomo, que son muy abundantes en Chile. Consideramos que el

consumo de este metal en el mundo pasa de 250,000 toneladas; habiendo sido la importacion a Inglaterra en el año 1869 de 58.000 toneladas aparte de la produccion que llegó.....a 71,000 toneladas. Aún cuando las circunstancias pueden ser mas favorables en otros países, con respecto a lo que es la produccion del plomo, debe considerarse tambien que la lei mas o menos subida en plata, que siempre contienen estos minerales de plomo en Chile, puede compensar cualquier desventaja, en el concurso jeneral, para la produccion de ese metal. Por el estudio que hemos hecho de esta cuestion en diversos casos, parece que el plomo, por si solo bastaria para compensar todos los gastos del beneficio, quedando libre el producto de la plata.

En fin, antes de concluir, debemos prevenir que todo lo que hemos espuesto relativo al carbon chileno, se refiere unicamente al carbon, que podriamos llamar *lignita*, perteneciente a la *formacion terciaria*, o a la época de separacion mas o menos marcada entre esta formacion i la *cretacea superior*: situado a la orilla del mar. Además se presenta en Chile otra clase de carbon, mucho mas antiguo, perteneciente a la formacion *antracitosa*, situado siempre en la cordillera de los Andes o en sus ramificaciones (*Cerro de la ternera Copiapó*), de que no nos ocupamos por ser hasta aquí de muy mala calidad, por lo mezclado con tierra, no habiendo merecido todavía ser el objeto de alguna esplotacion.
