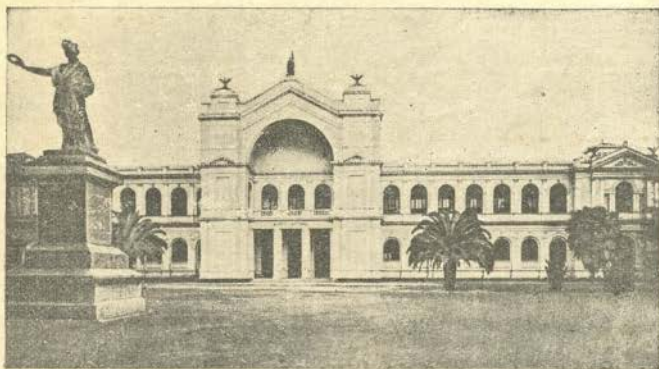


BOLETIN DEL MUSEO NACIONAL

TOMO VI (1913)

República de Chile—Ministerio de Instrucción Pública

BOLETIN
DEL
MUSEO NACIONAL
DE CHILE



TOMO VI.—NÚMERO 1.



Santiago de Chile
IMPRENTA UNIVERSITARIA
BANDERA—130

1913

ADVERTENCIA

Desde muchos años abrigo el deseo de dar a conocer lo mas prolijamente posible la naturaleza de la zona que comprende mi territorio natal; el impulso, para realizar este proyecto, lo debo a dos sabios naturalistas que fueron mis maestros: al doctor Rodolfo Amando Philippi con quien trabajé durante seis años i medio i a su hijo don Federico Philippi, bajo cuyas órdenes serví en el Museo Nacional durante cinco años. Once años i medio de trabajo con tan eximios maestros, pónenme en la situacion de contribuir en pequeña parte siquiera a la vulgarizacion de las Ciencias Naturales.

Van corridos mas de tres años desde la muerte del predecesor del actual Director del Museo, i puedo decir al escribir las presentes líneas, que van quince años cumplidos, desde que diariamente me ocupo de Ciencias Naturales sin especializarme en Seccion alguna en mi calidad de naturalista ausiliar, contajado con el ejemplo del doctor R. A. Philippi quien decia que estos conocimientos deben ser enciclopédicos i prácticos!

La ciencia evoluciona lo mismo que el mundo i hoi dia tenemos el Museo Nacional dividido en diez secciones i susceptible de otras mas, como ser: Ictiología i Ornitología, etc.

Todo cuestion de apreciacion i modernismo.

Todo jefe de Seccion, como es natural, circunscribe sus trabajos a lo que le corresponde i no le agrada que otro de sus colegas usurpe el material de sus investigaciones o publique trabajos que entren en sus dominios; es este un justo celo, propio de los especialistas!

Yo ruego a mis compañeros del Museo Nacional que no me crean usurpador en cuanto a este trabajo se refiera; cumplo sólo un compromiso para con mis comprovincianos, que en mi calidad de naturalista ausiliar i ántes que la mayor parte de los jefes actuales se hicieran cargo de sus respectivas secciones, podía perfectamente cumplir por razon de mi empleo.

Santiago, 20 de Abril de 1913.

LLANQUIHUE I VALDIVIA

POR

BERNARDO GOTSCHLICH

Profesor de Estado i Naturalista auxiliar del Museo Nacional de Santiago de Chile,
actualmente Jefe de la Seccion de Paleontología del mismo Museo.

Prof. Dr. Eduardo Moore saluda mui atentamente a las Autoridades, señores Intendentes, Gobernadores, Rectores de Liceos i Administradores de Aduanas, i les ruega dar facilidades al señor Naturalista don Bernardo Gotschlich, que va en mision científica del Museo Nacional, para buscar ejemplares para el Museo.—(Firmado): Dr. EDUARDO MOORE, Director del Museo Nacional.—Santiago, 16 de Marzo de 1911.

Gracias al señor Director del Museo, quien me confiara una exploracion científica en Llanquihue i Valdivia, pude visitar las citadas provincias; a la primera me unen los lazos de mi existencia, a la segunda úneme sólidos lazos de parentesco, amistad i simpatías de compatriota, fortificados por las mismas condiciones de idioma, de ideas i de moralidad social. Debo, pues, corresponder: 1.º) a la confianza del señor Director Moore, 2.º) a las espectativas de resultados benéficos que las autoridades i habitantes de esas provincias tienen derecho a exigir a uno de los suyos.

*
* *

En la tarde del Sábado 18 de Marzo, el carruaje número 238 del servicio público conducíame, con mi equipaje de exploracion, a la Estacion Alameda, donde a las 6 P. M. debia tomar el tren que, en combinacion

con los trenes de la frontera i de Antilhue, me conducirían directamente a Osorno.

A la hora indicada púsose en movimiento el tren; es un momento de agitacion para los que se van i los que se quedan i que dura miéntras abandonamos el recinto de la Estacion.

La velocidad aumenta; pasan ante nuestra vista las campiñas, casas de campo, atravesamos rios por magníficos puentes, las estaciones se suceden una tras otra.

Entre los viajeros véense fisonomías que no nos son conocidas i es siempre un agradable alivio encontrar un buen compañero de viaje; encontré en la persona del señor don Alfredo Blanchard, con quien me acompañé hasta Temuco. Las estaciones de *Rancagua* a 82 kilómetros de Santiago, a 513 metros sobre el mar, *San Fernando* de (Tinguiririca) 134 kilómetros de Alameda i 337 metros sobre el Pacífico i *Curicó* (Agua Negra), a 185 kilómetros de nuestro punto de partida i 228 metros sobre el nivel del mar, aprovéchanse de ordinario para bajar del tren, tomar algun refresco o hacer ejercicios pedestres; el tren llega a este último punto a las 11½ de la noche i es preciso pensar en dormir para despertar en Monte Aguila a las 6½ de la mañana, i poder trasladarse al tren de la Frontera, en San Rosendo, adonde llegamos a las 7 horas 5 minutos de la mañana. El tren de la Frontera parte a las 7.45 A. M.; notamos buen movimiento de pasajeros que venian de Concepcion; casi todos eran anglosajones o de la rama jermánica; franqueza, alegría, distincion, familiaridad son las características de estos viajeros; era día domingo i muchos viajaban por placer.

La misma naturaleza nos es familiar; nos recuerda el Chile viril del tiempo de la Conquista, los indíjenas que hemos visto en los felices años de nuestra niñez, la vida que se vive en el sur, las casas de campo, estilo europeo, los acentos de nuestra lengua materna; todo este conjunto querido i adorable levanta nuestro espíritu, i nos augura felicidad i éxito en nuestro viaje!

San Rosendo está a 46 metros sobre el nivel del mar; atravesamos el rio Laja (45 metros sobre el Pacífico), i avanzamos por el costado oriental del Biobío (Vutanleuvu), pasando por Santa Fé, de donde sale un ramal ferroviario a los Ángeles; nuestra ruta atraviesa el Biobío ántes de llegar a la Estacion Coigüe, 86 metros sobre el mar, i que es cruzada por el ramal que une a Nacimiento con Mulchen. En Renaico (Agua empozada) hai un

ramal que conduce a Angol i Traiguen (Hilo de Agua); rodea la estacion un caserío i se nota movimiento comercial; hai una oficina del telégrafo comercial. La rejion recorrida ha sufrido las consecuencias de la sequía del año; los pastos estaban como talados o consumidos a fuego, i los vacunos flacos; alguien afirmó que las cosechas habian sido malas; mi amigo i discípulo del Instituto Pedagógico, don J. Manuel Alarcon Burgoa, Notario-abogado residente en Nueva Imperial i que venia de Concepcion, replicó que las malas cosechas resultaban en gran parte de la manera defectuosa como se cultivan los campos; que la misma sequía habia reinado en el departamento de su residencia i que los colonos vascos establecidos allí, son buenos agricultores, pues habian conseguido un rendimiento de 30 por 1 en sus cosechas, mientras los agricultores chilenos apénas habian obtenido el 7 u 8 por 1 i aun ménos.

En *Collipulli* (Loma colorada), a 588 kilómetros de Santiago, atravesamos el grandioso puente del *Malleco* (agua de tierra blanca), que tiene 135 metros de profundidad; Collipulli está a 244 metros sobre el nivel del mar. Al llegar a *Ercilla*, poblado por alemanes, llegados el año 1883, i fundado el 6 de febrero de 1885 en honor del poeta de la Araucana, vimos los primeros robles pellines (*Fagus oblíqua* Mirb.) a orillas de la línea; mas al sur, en *Pailahueque*, que está a 369 metros sobre el mar, se ven bosques enteros de estos árboles. Pasada la estacion de *Quilquilco* (Agua de los helechos), llegamos a *Victoria*, 350 metros sobre el Pacífico, a orillas del rio Traiguen; conduce por él un magnífico puente, sobre el cual se paran los trenes que llegan del sur para tomar agua, hecho que ha causado ya mas de un susto a los pasajeros que lo atraviesan por primera vez; se encuentra a 625 kilómetros al sur de Santiago; la estacion estaba atestada de madera, principalmente roble pellin. La estacion de *Púa* está a 637 kilómetros de Santiago i a 310 metros sobre el mar; ántes de llegar a ella se atraviesa el rio Quino (el gangoso, o el bronco); los alrededores de Púa son completamente llanos, no se ven malezas; a la sazon se araban los campos; los barbechos ocupaban centenares de hectáreas, lo que demuestra gran actividad en sus habitantes; aquí se ven todavía las casas con tejas; de la estacion parte un ramal a Selva Oscura. En las estaciones *Pillanlelbun* (Campos de pillán) i Cajon, ántes de llegar a Temuco habia enormes cantidades de madera labrada; tablas de todos tamaños i durmientes para ferrocarriles; llegamos a *Temuco* (Agua de temu-Blepharocalix (*Temu*) *divaricatus* Berg), a las 12,40 P. M. i salimos a la 1.20 P. M.; el convoi espera 40 minutos para almorzar; ántes existia un solo Hotel cerca de la Estacion, que cobraba los

precios mas inverosímiles; recientemente se ha instalado el «Hotel Comercio», que es módico en sus precios. Temuco está a 113 metros sobre el mar, a orillas del rio Cautin (antes Cauten, i segun Pedro de Valdivia «Cabtena»); la zona es esencialmente agrícola. De Temuco va un ramal de ferrocarril hácia el poniente, a Carahue, puerto fluvial sobre el navegable rio Imperial que desemboca al Pacífico. En la estacion siguiente, *Padre las Casas*, se ven matorrales i bosques nuevos que muestran en conjunto la vejetacion del sur; mui frecuente es el Coigüe, (*Fagus Dombeyi* Mirb.), en las partes pantanosas de esos alrededores, donde se ven muchas totoras (*Typha angustifolia* L.), junquillos i helechos, principalmente *Lomaria chilensis* Kaulf.

Metrengo i *Quepe* (césped), esta última estacion a 707 kilómetros de Santiago i 92 metros sobre el mar, son dos emporios madereros; al llegar a la estacion de Freire, 103 metros sobre el nivel del mar, se ven los muñones de árboles o troncos carbonizados i bosques por los cuales ha pasado el fuego; en parte se ha cortado el bosque grande; hai troncos gigantescos de 20 i 30 metros de altura sin corona que muestran el luto del fuego; forma con Pitrufulquen, que sigue, a 95 metros sobre el Pacífico, una de las mas ricas zonas madereras del pais; aquí posee la Compañía Maderera Malvoa varios aserraderos de tablas i maderas de construccion. Con *Pitrufulquen* (pequeño mar), entramos a la provincia de *Valdivia*, comprendida en la zona que vamos a estudiar; es una ciudad que ha tomado mucho auge en los últimos diez años; está situada en la orilla sur del rio Tolten i no hai que confundirla con el fuerte que se construyó el año 1882 para dominar a los araucanos sublevados, que se encuentra en la orilla norte de dicho rio, cerca de la union del rio Allipen con el Tolten; encuéntranse aquí los primeros cercos hechos con tranqueros i rajas, como se los llama en el sur.

Los tranqueros son trozos de madera de coigüe (*Fagus Dombeyi* Mirb.) o roble pellin (*Fagus obliqua* Mirb.) que se obtienen partiendo grandes trozos de esos árboles con cuñas de hierro o de luma, ayudándose de una maza de luma nudosa; tienen mas o ménos dos metros de largo; se labran en sus dos terceras partes, dejándoles la forma de tablones de diez o mas centímetros de grueso por 30 centímetros o mas de ancho; en esta parte se le abren de 3 a 5 huecos con el hacha, del ancho i alto de ésta i a 30 centímetros uno del otro, la parte inferior que se llama «culo» se entierra; los tranqueros se plantan 4 varas uno del otro, i antes de afirmarlos bien en la tierra se les colocan los cuarterones o rajas que jeneralmente son de ulmo

(*Eucryphia cordifolia* Cav.), avellano (*Güevina avellana* Mol.) o de cualquiera otra madera resistente, en número de 3, 4 o 5.

Estas cercas espuestas a la intemperie duran en buen estado de 10 a 12 años; principalmente hai que reemplazar los cuarterones horizontalmente colocados; los cercos a lo largo de la línea férrea desde Pitruñquen al sur son, en su mayor parte, de esta naturaleza. El terreno a orilla de la línea férrea de Pitruñquen a Gorbea es malo, pantanoso, con poca tierra vegetal que no alcanza a medio metro de espesor, i debajo tiene tierra colorada i terreno pedregoso de acarreo. Los bosques cercanos a la línea entre Gorbea i Quitratué son recientes, los árboles mas característicos son los ulmos (*Eucryphia cordifolia* Cav.) cuyo diámetro no pasará de 30 centímetros; Gorbea es ya una ciudad; de fundacion reciente, se desarrolló a raíz de la inmigracion de familias holandesas, emigradas del Transvaal despues de la guerra anglo-boer, el año 1904.

Quitratué (nombre que quiere decir «tierra del fuego») es un lugarejo de unas 60 casas mal acondicionadas, a 91 metros sobre el nivel del mar. La línea férrea sigue a lo largo de la orilla occidental del rio Quitrahue, i llegamos a la estacion de Lastarria a 749 kilómetros al sur de Santiago i 98 metros sobre el Pacífico; entre esta estacion i *Loncoche* (cabeza humana) hai 21 kilómetros de vía, pues está a 770 kilómetros de la Estacion Alameda; encuéntrase entre ámbas estaciones el túnel mas largo del Lonjitudinal del sur, el de Afquintúe (sitio desde el cual se mira hasta el fin) en los cerros Choshuenche; es una notable obra de ingeniería; calculo su lonjitud en 900 metros. Loncoche es una ciudad floreciente con numerosas casas elegantes; muchas casas de comercio valdivianas tienen sucursales aquí; la estacion del ferrocarril está atestada de madera i se carga gran cantidad de sacos de *cortesa de lingue* (*Persea Lingue* Nees) para las cúturdurías de Valdivia.

La Paz es un caserío de mas de 50 casas; tiene varios aserraderos, como *Lanco*, la estacion que sigue; está a 19 metros sobre el nivel del mar, tendrá unas 60 casas; aquí hai una angostura entre los cerros Nilcahuin i Huiple; en este trayecto se pasa el rio Cruces; la línea va sobre un maderámen que tiene 2 metros de alto por 370 metros de lonjitud, que corresponden a la ribera baja del rio; sobre el rio mismo conduce un sólido puente de hierro; el maderámen a lo sumo durará 2 o 3 años mas; habria conveniencia de terraplenar sólidamente este trecho; en los alrededores de la estacion de *Mailef* hai sólo tres casas i en la de Máfil i Mulpun se ve sólo leña trozada a la orilla de la línea; esta leña se usaba en la traccion, pero presentaba el inconveniente que la locomotora arrojaba muchas chis-

pas que incomodaban a los pasajeros i aun quemaban sus ropas, habia ademas que cargar mui a menudo el depósito. En el trayecto se ven buenas casas de colonos estranjeros; tambien vi por primera vez la quila (*Chusquea Quila* Kth. i Ch. Couleu Desv.) A las 4 horas 10 minutos P. M. llegamos a *Antilhue* (sitio asoleado) que se encuentra a 18 metros sobre el nivel del mar i a la distancia de 836 kilómetros de Santiago; de aquí sigue el tren de Talcahuano o de la Frontera a Valdivia. Habia arreglado el itinerario para poder recorrer primero la parte mas austral o sea la provincia de Llanquihue, ántes que avanzase la época de las grandes lluvias, por estar gran parte de esta provincia aun completamente aislada con el norte.

Trasladéme al tren Valdivia-Osorno, que esperaba en Antilhue; de aquí a Valdivia hai 28 kilómetros de vía; seguimos por la orilla sur del rio Calle-Calle, hasta la estacion de *Collilelfu* (Rio Colorado) frente a la desembocadura del rio Collilelfu o Collilevu en el Calle-Calle; en el trayecto llama la atencion la gran cantidad de arbustos de maqui (*Aristotelia Maqui* L'Hér). *Collilelfu* está a 851 kilómetros al sur de Santiago, a 32 metros sobre el Pacífico; aquí se provee de agua la locomotora; fuera de la estacion se ve un pequeño pueblo con magníficas casas al estilo europeo, mui limpias; hai varios aserraderos i bonita madera elaborada en el recinto de la estacion; posee tambien un desvío para cargar i descargar maderas; de aquí va un ramal al lago Riñihue; en seguida se pasa el túnel de Collilelfu, que tendrá unos 600 metros de largo. La estacion siguiente se llama *Reumen* (Ventre corriente), a 70 metros sobre el mar; está rodeada completamente de veje-tacion, como ser pellin (*Fagus obliqua* Mirb.); canelo, (*Drimys chilensis* DC.); maqui (*Aristotelia Maqui* L'Hér.) en gran abundancia; coigües de todos tamaños (*Fagus Dombeyi* Mirb.); pequeños *valrales* (*Lomatia obliqua* R. Br.); Nalcas o pangues (*Gunnera chilensis* Lm.), cuyos tallos exceden con mucho de un metro de largo i algunos de diez centímetros de diámetro; están a lo largo de la vía, a orilla de las cunetas de desagües; atravesamos un puente de 30 metros de largo, que conduce sobre el Collilelfu, los bosques aparecen desde léjos al caer la tarde, como sábanas de quintrales, pero en realidad son las hojas rojizas del ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav), por las cuales ha pasado el fuego! Estamos en *Paillaco* (Agua tranquila), a 878 kilómetros de Santiago i a 88 metros sobre el Pacífico, entre los esteros Lumaco i Radal; es un caserío de casitas de madera, simétricas, todas iguales, constando cada una de dos piezas; la estacion está rodeada de verdaderas pellinadas, hai muchos durmientes, leña para fuego, madera para

construcciones; tiene un desvío para cargar maderas; es el asiento de la casa comercial de Schwenke i Reuter, que poseen aserraderos. Aquí veo las primeras cercas de tranqueros *con cuatro rajás*; sigue *Pichi-Ropulli*, a 89 metros sobre el nivel del mar, 888 kilómetros al sur de Santiago, al lado del cerro Pan de Azúcar, a cuyo pie toma agua la locomotora; la estación está llena de leña, madera de construcción i durmientes para línea de trocha angosta; a los pies, en hoya profunda i pantanosa, pasa el río *Llollelhue*, allá llamado *Llollelhua*; corre en dos brazos, formando una isla, que con el lecho del río forma una sola espesura de matorrales de *Blepharocalix divaricatus* Berg (el temu) i *Crinodendron patagua* Mol. (la patagua); este río pasa por la *Union*; en *Pichi-Ropulli* tienen aserraderos las casas Haverbeck, Hoffmann i Scheihing de Valdivia; sigue la estación *Conales*, 83 metros sobre el mar, en el fundo del mismo nombre, perteneciente a don Félix Foitzick; en él trabajan dos aserraderos; es una rejion fértil; el humus alcanza en partes hasta 75 centímetros de espesor.

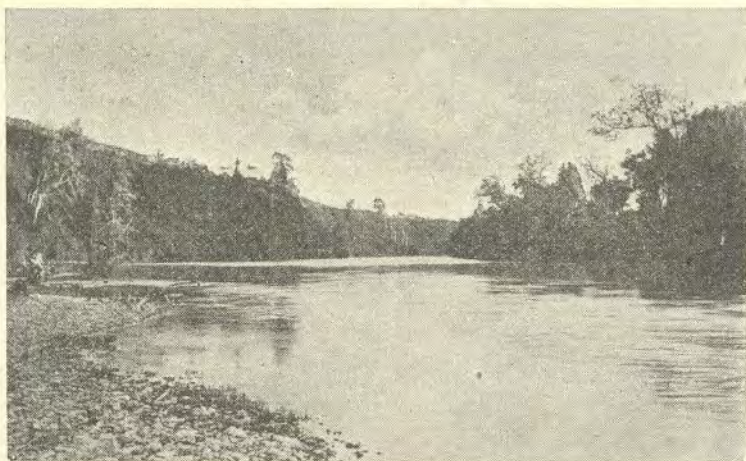


Fig. 1.—*Río Bueno*: punto denominado *La Cantera*

Rapaco (Agua de greda) está a 904 kilómetros al sur de la capital de Chile; aquí jamás se bebe agua sino *chicha de manzana*, cuya producción es enorme i de la mejor calidad.

La Union, capital del departamento del mismo nombre, se encuentra por los 40° 17' latitud sur i 73° 7' longitud, a 29 metros sobre el nivel del mar, i la estación del ferrocarril en el kilómetro 912 desde Santiago al sur;

de aquí va el camino a Rio Bueno, 58 metros sobre el nivel del mar, donde tenia un establecimiento hidroterápico, sistema Kneipp, el Reverendo Padre Tadeo; se proyecta construir una línea férrea desde La Union a Rio Bueno i de aquí al lago *Ranco* (agua en que se corre riesgo); *Ran* significa tambien depósito, i talvez le vendria mejor el nombre *Depósito de agua*, pues tiene numerosísimos afluentes i un desagüe, el *Rio Bueno*; en La Union hai una *feria de animales*, que funciona los dias miércoles de cada semana; salimos de aquí a las 6½ P. M.; al acercarnos a *Trumao*, 11 metros sobre el nivel del mar, pasamos el Rio Bueno, i como las orillas de este río son bajas, el tren avanza sobre un maderámen en una gran estension, tal como lo hemos visto a la pasada del rio Cruces; en *Trumao* ya poco se veia de *Caracol*, 44 metros sobre el nivel del mar, i *Chacayal*, a 84 metros sobre el Pacífico nada se veia; es terreno interrumpido por colinas i bastante fértil, a las 7 horas 40 minutos de la noche los pitazos de la locomotora i el grito del ayudante del conductor anuncian ¡*Osorno!*—¡*Chauracahuñ!* resuena en el recuerdo de nuestro indíjena.

Llegamos al término del lonjitudinal del sur en explotacion: habíamos recorrido 956 kilómetros.

Por primera providencia hube de asegurarme un coche a la bajada del tren en la estacion del ferrocarril e ir en busca de un hotel, que lo encontré en la calle Eleuterio Ramírez: *Gran Hotel*, de don Augusto Amthauer, donde quedaba una sola pieza desocupada, la número 20.

Traia una recomendacion del director Moore para el señor Luis Adan Molina, la queria presentar al dia siguiente; en ella le pedía mi Director que me diese facilidades en la movilizacion por la línea en construccion a Puerto Montt; tuve mal éxito a este respecto, pues supe a la mañana siguiente que el señor Molina estaba en Santiago, i el contador jeneral de la línea, señor Camilo Menchaca, mostró mui buena voluntad para recomendarme a la Seccion de Puerto Varas a Puerto Montt, pero respecto a la Seccion Osorno, 45 kilómetros de rieles tendidos, me hizo presente que no me podia ayudar, se la habia entregado a varios contratistas por secciones de a 10 kilómetros, que estos trabajaban en su radio independientemente de la Direccion Jeneral, en que las locomotoras de una Seccion no pasaban a la otra. No me quedaba otro medio que apelar al caballo.

La misma noche de mi llegada, Domingo 19 de Marzo, salí en busca de conocidos a la Plaza de Armas de Osorno, i tuve la agradable sorpresa de encontrarme con un antiguo condiscipulo, don Dionisio C. Rey, natural de Pontevedra (España), actualmente cura-párroco de Riachuelo. Despues

de recordar el tiempo pasado en Ancud catorce años atrás, pues a tantos ascendían los que no nos habíamos visto, me dió datos importantes sobre los indios residentes en su parroquia i sus actuales costumbres; a la mañana siguiente, 6 A. M., volví a salir a la calle, pero las únicas personas con quienes pude hablar fueron el señor Augusto Dierich, párroco de Osorno, don Norberto Schroer, presbítero i actual capellan del ejército residente en Osorno. A las 8 A. M. tuve, como queda dicho, la entrevista con el señor Menchaca.

A las 10 de la mañana me apersoné a las autoridades, ante todo al señor secretario de la gobernacion, don Alfredo Toledo, caballero sumamente atento i servicial; hablé al señor gobernador Ovalle Vicuña en la tarde del mismo día. Se me prometió ayudarme en cuanto de esa gobernacion dependiera; así los vaporcitos fluviales que reciben subvencion fiscal, recibieron orden de recibirme a bordo, etc., para remontar los rios *Rahue* i *Bueno*, a cuyas orillas crecen numerosas especies de criptógamas i fanerógamas.

Se me presentaban algunas dificultades para contratar caballos i mozo; si bien no en el precio, a lo ménos en el número de cabalgaduras, pues los dueños de caballos querían que para mi equipaje, que venía en un saco-maleta i que consistía en aparatos, unos pocos libros de consulta i la ropa indispensable, se ocupase un caballo aparte, pues sería molestia para el mozo, llevarla cargada a la grupa del caballo que él montaría! Se calculaba así sacar mejor precio por el viaje. Resolví pedir cabalgadura a Frutillar i la tuve a mi disposicion el siguiente, Mártes 21 de Marzo. Aproveché la tarde del 20 para hacer observaciones acerca de la vida que lleva Osorno, observaciones que recordaré al narrar la colonizacion de las dos provincias i su estado actual.

La naturaleza del presente trabajo tampoco me permite hacer la narracion circunstanciada del viaje; me concretaré a consignar los resultados i por ellos se verá qué partes han sido visitadas por mí.

Encontrábame en el territorio designado para coleccionar objetos de Historia Natural; mi proyecto favorito era penetrar al corazón de los bosques de Llanquihue; emprendimos viaje hácia al sur en direccion a Frutillar por vía Forrahue (Rio Negro), el dicho día 21 de Marzo a las 1½ P. M.

Antes de consignar mis observaciones sobre la constitucion jeológica de aquel suelo, es conveniente que anticipe una breve reseña sobre el estado actual de los conocimientos modernos en

Jeología Jeneral

La Jeología es la verdadera *Historia Física* del mundo, hollado por la planta humana desde hace unas pocas decenas de milenarios. Admiramos las bellezas del mundo i nos añonadamos ante los cataclismos parciales que sufre; todos ellos tienen su razón en Física!

No conocemos a punto fijo su tectónica interior; hemos debido reconocerla desde la superficie, llegándose a una profundidad de 2,002 metros en la excavación de Paruschowitz en Silesia, siendo el radio de nuestro esferoide de 6,370 kilómetros! i los montes mas altos, el Gaurisankar con 8,800 metros i en nuestro hemisferio el Aconcagua con 7,300 metros de elevación ¿acaso son comparables con el radio de la tierra?

Por otra parte, comparando con este radio las profundidades de los océanos, llegamos al mismo resultado: segun las cartas de profundidades marinas construidas por JOHN MURRAY, A. SUPAN i por S. A. el Príncipe de Mónaco encontramos para la costa occidental de Sud-américa las siguientes profundidades: desde el grado 15 l. s. hasta 32° l. s. una profundidad de mas de 6,000 metros, de aquí al grado 34 l. s. de 0 a 200 metros; el grado 35 con 6,000 metros del 36 al grado 40. con 0 a 200 metros, de aquí al grado 42 de 6,000 metros i el resto hasta el Cabo de Hornos con costas de poca profundidad, que no pasa de 200 metros; esta línea va seguida mar adentro desde el grado 5 al 36° l. s. por una profundidad de 4,000 a 6,000 metros; una tercera zona se estiende desde las costas de Méjico hasta el Cabo de Hornos con una profundidad de 2,000 a 4,000 metros; despues de esta zona vuelven las profundidades que fluctúan entre 4,000 i 6,000 metros; en resumen, podemos decir que todo el Océano Pacífico se descompone en $\frac{3}{4}$ partes de profundidades entre 4,000 i mas de 6,000 metros i $\frac{1}{4}$ parte de 2,000 á 4,000 metros de profundidad. Lo contrario pasa por la parte del Atlántico; en las costas orientales de Sud-América desde la desembocadura del Amazonas hasta el Cabo de Hornos la profundidad del mar fluctúa entre 0 i 200 metros; esta zona va seguida en la misma estension por otra angosta, que se ensancha a la altura del Río de La Plata cuya profundidad fluctúa entre 200 i 2,000 metros; le sigue en la misma direccion oriental una tercera zona cuya profundidad fluctúa entre 2,000 i 4,000 metros i por fin la cuarta zona, cinco veces mas ancha cuya profundidad fluctúa entre 4,000 i 6,000 metros.

Tenemos aquí el fenómeno del descenso gradual del continente por el

lado del Atlántico; este océano está partido por una zona media que se extiende desde Groenlandia hasta 58° l. s. siguiendo las sinuosidades continentales con una profundidad entre 2,000 i 4,000 metros, a la que siguen hácia el continente africano una ancha zona que fluctúa entre 4,000 i 6,000 metros, seguida de angostas zonas ascendentes hasta tocar tierra africana; también en el Atlántico predominan $\frac{3}{4}$ partes de profundidades fluctuantes entre 4,000 y 6,000 metros; en el grado 28 de longitud i el Ecuador i 20° l. s. se encuentra una faja que tiene mas de 6,000 metros de profundidad; lo mismo hai dos zonas al llegar al mar de las Antillas por las cuales pasa el grado 60 de longitud que tienen mas de 6,000 metros de profundidad.

Estas alturas sub-océánicas nos muestran las mismas irregularidades del continente, i bien pueden considerarse como antiguos continentes perdidos o cordilleras marinas; nos servirán para fijar los cambios de ubicacion que han sufrido los polos, i por consiguiente, también la capa exterior del planeta.

La historia de la Jeolojía es mui antigua.

La Cosmogonía mas antigua encontramos entre los griegos; *Hesiodo* (800 a. Cr.) dice que el principio era el caos; mas no sabemos de qué elementos lo hacia consistir; sólo consta que *Tales de Mileto* creia que era *el agua*, i que por su condensacion surgió la tierra. *Anaximandro* (610 a. Cr.) hacia derivar el mundo de materia primitiva eterna e infinita, por cuyos movimientos se producian el *calor* i el *frio*; por la combinacion de ámbos resultaba lo *liquido* i de éste los tres elementos: fuego, aire i tierra. Segun *Pitágoras* (580-500 a. Cr.) el mundo era un todo armónico, los cuerpos celestes, entre ellos la Tierra, jiraban alrededor de un *fuego central*. *Heráclito* de Efeso (\pm 500 a. Cr.) desarrolló la doctrina de la creacion i destruccion eternas: tomaba el *fuego* como el principio i el fin de todo. *Fenófanes* de Colofon (572-478 a. Cr.) dijo que la tierra era redonda i fué el primero en afirmar, apoyado en los restos orgánicos fósiles, encontrados en las rocas del continente, que la tierra firme ha estado cubierta por el mar; su discípulo *Zenon* (460 a. Cr.) estudió los terremotos, relacionándolos con el fuego de la tierra i los volcanes, i *Empédocles* (492-432 a. Cr.) avanzó la hipótesis de que las cordilleras se hayan levantado por la fuerza de la ignicion subterránea; *Leucipo* (500 a. Cr.) i su discípulo *Demócrito* de Abdera (460-370 a. Cr.) aceptaban un espacio vacío en que se movian segun leyes eternas infinidad de corpúsculos indivisibles, ya combinándose, ya separándose; la tierra segun ellos no es otra cosa que una conglomeracion

de esos corpúsculos rotativos; pueden considerarse los dos como fundadores de la teoría atómica.

Platon, discípulo de Sócrates (427-347 a. Cr.) se desvió de la observación de la naturaleza i tomó un rumbo especulativo; según él, un Creador ha creado el mundo del caos en la forma ideal i armónica con que lo contemplamos hoy día; tomó la tierra como centro, al cual rodean el sol i los demás astros en siete círculos; creyó que todos los astros eran habitados; a él se debe la leyenda de la «*Atlántida desaparecida*», desaparecida, según él, en un día i una noche; se extendía desde las columnas de Hércules (Estrecho de Gibraltar), i era más grande que Asia i Libia juntos; dejó tanto fango, que la navegación se hacía imposible.

Aristóteles (384-322 a. Cr.), discípulo de Platon i maestro de Alejandro Magno, tomó como punto de partida la naturaleza, i combinó el sistema de Demócrito con el de Platon; decía que las distintas materias se ordenan según su pesantez: en el fondo la tierra, después el agua, el aire i el fuego, todo rodeado por el éter del cielo; la tierra es un globo que puede medirse matemáticamente, su formación se parece a la de los organismos, mostrando períodos de formación, madurez i extinción i en su estadio de rejuvenecerse produce los organismos del limo.

Trató bien los procesos de evaporación i precipitación, origen de los vientos, terremotos, el crecimiento del Delta del Nilo i aun los cambios que experimentan la tierra firme i el mar. Las doctrinas de Aristóteles, completadas por las de su discípulo *Teofrasto* (368-284 a. Cr.), eran por mucho tiempo las dominantes en esta materia. *Zenon* (340-265 a. Cr.), el fundador de la Escuela Estoica, aceptó estas doctrinas i tampoco *Epicuro* (341-270 a. Cr.) fué capaz de destruirlas, siguiendo ellas en pie hasta la misma Edad Media.

Los griegos tuvieron que ceder su preponderancia literaria a los romanos, i en los problemas filosóficos sobre el origen del mundo, descuella como primera Magnitud *Lucrecio Caro* (95-51 a. Cr.); su poema didáctico *De la naturaleza de las cosas* está inspirado en las doctrinas de *Epicuro*, pero en su presentación i forma imita a Empédocles.

Tomaron cuerpo las tendencias realistas con la observación de la superficie exterior del globo, i sobre todo con los *Viajes de Estrabon* (66 a. Cr. al año 24 de la Era Cristiana; le sigue *Séneca* (2-65 post Christum), médico de Neron; escribió siete libros sobre Física; el tercero es *Plinio* el antiguo (23-79), quien como polihistoriador reunió todo lo que la antigüedad había producido sobre «Fenómenos naturales». Los tres eran conocedores de los

moluscos fósiles i demas animales marinos petrificados, sacando por consecuencia que la tierra firme se levanta i se hunde i que el mar al mismo tiempo ejecuta las acciones contrarias o compensadoras. Las teorías sobre terremotos i erupciones están aun de acuerdo con las de los tiempos actuales, combinando *Estrabon* con ellas la formacion de las montañas. *Plinio* el antiguo murió en la primera erupcion del Vesubio de que da cuenta la historia, i nos la cuentan *Plinio* el jóven (62-cerca 110) i *Dio Cassio*, narrándonos la catástrofe que produjo la destruccion de Pompeji, Herculanium i Stabia, que fueron sepultadas bajo cenizas i lava. *Suetonio Tranquilo* (75-160), historiador del Emperador Augusto, dice que su villa que poseia en Capri estaba adornada con huesos de gigantes estinguidos. Con esto terminan las fuentes griegas i romanas sobre la *Antigüedad*. Debemos agregar aquí para completar las observaciones científicas, los nombres de los primeros autores cristianos como *Tertuliano* de Cartago (160-230) i *Eusebio* de Cesarea (270-339) que observaron animales, moluscos i peces petrificados, i que deben de haber sido testigos del *Diluvio*.

Viene la dispersion de los pueblos de la antigüedad por las migraciones; la *Edad Media* no pasó de los comentarios de las Sagradas Escrituras; hubo de descubrirse a Aristóteles, desconocido en esa época; el médico i naturalista árabe *Ibn Sina* (980-1037) llamado *Avicenna*, estudió a Aristóteles i a su discípulo Teofrasto, pero respecto a los peces fósiles encontrados, era de opinion que provenian de huevos quedados en la tierra i que se habian desarrollado por una especie de fermentación de ésta.

La creencia en la fuerza creadora de la tierra (vis plástica) i principalmente del limo quedó en pie durante varios siglos. Tambien el sabio dominico *Albrecht Conde de Bollstädt* (1205-1280) conocido con el nombre de *Alberto Magno* habla de una «Virtus formativa» (Fuerza creadora) de la tierra, aunque cree en la posibilidad contraria que «animales i plantas puedan solidificarse en aquellos parajes donde existe una fuerza petrificadora, i hasta el siglo XVIII hubo disputas de si los fósiles provenian de una vis plástica o de exhalaciones seminales del mar, o si eran simples juegos de la naturaleza (lusus naturae) o piedras de figuras (lapides figurati). Aun en el siglo XIX hubo un jeólogo que declaraba que los fósiles eran «Embriones nunca nacidos de organismos de períodos terrestres anteriores».

Sin embargo, podemos traer los *Principios de la Paleontología* desde fines del siglo XV; el primero de los paleontólogos de esta época es seguramente el célebre pintor i arquitecto *Leonardo da Vinci* (1452-1519), quien declara que el mar ántes ha ocupado tierra firme actual i que los animales

marinos vivieron donde hoy día se descubren sus restos; la misma opinion manifestaron; el napolitano *Alessandro degli Alessandri* i *Ferónimo Fracastorus* (1483-1553); mas, el filósofo i poeta *Jorje Bauer*, llamado *Agrícola*, (1494-1555) mui versado en minería, no pudo decidirse del todo por esta conviccion, habla de sémen marino, i respecto a madera fósil i peces petrificados cree que son de naturaleza orgánica. Un hombre no científico, *Bernardo Palissy*, alfarero de Paris, tenia una coleccion de moluscos fósiles. Tampoco el médico suizo *Conrado Gessner* (1516-1565), llamado por sus escritos científicos «el Plinio aleman», pudo formarse una idea exacta de la procedencia de los fósiles. Aun en el siglo XVII no se resolvió este problema: al lado de *Fabio Colonna*, *Nicolas Steno* (1631-1686) i el pintor *Agostino Scilla*, que reconocieron los fósiles como restos animales i los dividieron en *yacimientos de mar* i *agua dulce*, están, el médico de la reina Ana de Inglaterra, *Mr. Martin Lister* (1638-1711), *Luidius* i un médico de Lucerna, *Nicolas Lang* (1670-1741) que aun tomaban en cuenta la «vis plástica» i las exhalaciones seminíferas (aura seminalis) etc.

Mui fantásticas aparecen las ideas del meritorio jesuita *Anastasio Kircher* (1602-1680), quien tomaba los pedazos de vasijas de greda dibujados por formaciones de la naturaleza i lo mismo la escritura, como lo publica en la conocida obra «*Mundus subterraneus*». En el siglo XVIII progresó mas i mas la teoría natural; *Juan Bartolomé Beringer* (nacido en 1726) publicó en la «*Litographia Wirceburgensis*» fósiles verdaderos, pero se ha dejado mistificar por los estudiantes i tomaba tambien productos artificiales por naturales; pero en jeneral se combatió enérgicamente la teoría de los «*Lusus Naturæ*» i «*vis plastica*», principalmente a fines del siglo XVII i principios del XVIII por los ingleses *Robert Hooke* (1638-1703), *John Ray* (1628-1705) i *John Woodward* (1665-1722), conocido profesor de medicina en Cambridge, quien sostenia que no todas las capas terrestres son de la misma edad, sino que las dividia en diluvianas, anti i post-diluvianas.

En Alemania contribuyeron poderosamente para la reaccion de ideas el Baron *Godofredo Guillermo de Leibniz* (1646-1716) i *Juan Facobo Scheuchzer* (1672-1733).

Leibniz distinguió en su obra «*Protogæa*», en 1683, dos clases de yacimientos o concreciones: los precipitados producidos por el mar i los que se producen por el enfriamiento de masas en estado ígneo-líquido.

Pero Scheuchzer en su libro «*Piscium querelæ et vindiciæ*», editado en 1708, hace quejarse a los peces fósiles, que han sido víctimas del diluvio,

ellos los proyenitores de los actuales!

Mayor celebridad adquirió Scheuchzer al afirmar que habia encontrado el esqueleto de un hombre malvado-antidiluviano, describiéndolo con el título *Homo diluvii testis* (el hombre testigo del diluvio), mas *Cuvier* encontró mas tarde que ese esqueleto descrito por Scheuchzer era el de una especie de lagarto gigante i le puso el nombre de *Andrias Scheuchzeri*.

Ya se principia por hacer colecciones paleontológicas i *Ulphilas Knorr* (1705-1761) con *Juan Ernesto Manuel Walch* (1725-1778) publicaron con magníficas ilustraciones una «Coleccion de curiosidades de la Naturaleza i Antigüedades de la Tierra». Con la JEOLJÍA pasó lo mismo que con la *Paleontología*; volvemos a encontrar a *Leonardo da Vinci* i a *Agrícola*.

Despues de ellos viene *Giordano Bruno*, quien fué quemado en Roma como hereje, el año 1600. El enseñó que en el mar hai profundidades que sobrepasan con mucho a los montes mas altos de la tierra, que los límites de mar i tierra firme se han cambiado varias veces en el trascurso del tiempo i que la situacion de los volcanes, cerca de las costas, indicaba que sus erupciones se han debido al efecto que producía el agua del mar sobre el interior ígneo de la tierra, una suposicion que aun tiene partidarios. Ya se ha nombrado el «Mundus subterraneus» del jesuita *Anastasio Kircher*, » in V libros digestus, quibus mundi subterranei fructus exponuntur, et » quidquid tandem rarum insolitum et portentosum in fecundo Naturæ » utero continetur, ante oculos ponitur curiosi lectoris». Amstelodami, ex officina Janssonio-Waesbergiana, anno 1678;—se le puede considerar como el último representante de la Edad Media, pero por otra parte espresa que existen en el interior, masas de rocas fundidas, repartidas en la costra terrestre i que están en combinacion con los volcanes; pero su contemporáneo, *Nicolás Steno*, encontró que la tierra debía estudiarse por su composicion, por capas, de las cuales la inferior, precipitada por la líquida, superior, servía de base para la precipitacion de ésta i así sucesivamente; que todas ellas debían tener una direccion horizontal, i que las irregularidades provenían de solevantamientos i hundimientos, que constituyen la causa principal de la formacion de montañas i que, por consiguiente, hai montañas que se formaron ántes de la vida orgánica i otras se formaron durante ésta, i están cubiertas de restos de animales i plantas.

El filósofo *René Descartes*, conocido con el nombre de *Renatus Cartesius* (1596-1650), combinó sus teorías cosmogónicas con la doctrina atómica de *Demócrito* i esplicó las formaciones de tierra firme i mar, montañas

i valles, por hundimientos sufridos por la costra terrestre. Análoga opinion espresó Leibniz; pero acercándose mas a las teorías actuales, considerando a la tierra orijinariamente como cuerpo ígneo-licuescente, que se condensó por enfriamiento paulatino. El agua pudo precipitarse, una vez que el planeta se enfrió, las cavernas que se formaron en la época del enfriamiento se hundieron i formaron el lecho de los mares, quedando el resto en seco.

Scheuchzer distinguió las capas inclinadas i arqueadas de las montañas en contraposicion a las horizontales del plan. El zoólogo ingles *Ray* i el físico de la misma nacionalidad *Roberto Hooke*, fueron de opinion que por los fósiles de las capas sucesivas podrian estudiarse con exactitud los organismos que las habian poblado. Mucho han contribuido a fijar los principios de Jeología los mineralogos o metalurgos, desde el siglo VI, llegando a perfeccionarse con *Juan Teófilo Lehmann* († 1767) i *Juan Cristian Fuchsel* (1722-1773), sobre la base de cuyos trabajos fundó *Werner* la *Jeología moderna*. En Francia se distinguieron: *Forje Luis Leclerc, Conde de Buffon* (1707-1788), el representante mas jenial de la tendencia especulativa. Supone que todos los planetas, entre éstos la tierra, han pasado por un estado ígneo-fluido, como trozos desprendidos del sol, i de este estado ha pasado la tierra por todos los demas, derivándose de ellos la formacion de montañas, mares, etc., distinguiéndose desde su oríjen hasta el presente seis épocas; cree imposible que los fósiles de las especies estinguidas, sobre todo, daten de la época del diluvio. *Jean Etienne Guettard* (1715-1786), construyó la primera *carta jeológica* que abarca España, Francia i las *Islas Británicas*; *Cristóbal Pake* construyó en 1743 una carta jeológica que abarca parte de Inglaterra i *Giovanni Arduino* (1714-1795) la de Padua, el Vicentino i Verona i, por último, los suizos *Jean André de Luc* (1727-1817) crítico i comentador de los antiguos i *Horacio Benoit, conde de Saussure* (1740-1799) se distinguió por estudios físico-jeográficos sobre ventisqueros i formacion de valles.

El PERÍODO HEROICO DE LA JEOLÓGÍA principia con *Abraham Gottlob Werner* (1749-1817), profesor de Mineralojía en Freiberg (Sajonia); se le considera *el padre de la Jeología*. *Werner* ideó un sistema de investigacion, elevándolo a Ciencia, que enseñó a sus discípulos primero como *Orología*, despues como *Jeognosia*.

La *Jeognosia* de *Werner* es una doctrina que nos enseña el cuerpo sólido de la tierra, junto con los depósitos de fósiles i minerales mientras que

en su *Geologia* se refiere a la investigacion especulativa de la formacion de nuestro globo.

Werner ideó primero un *Sistema de Mineralojía* i en seguida describió con exactitud el *granito*, *gneis*, *basalto*, *Grauwacke* (huaca gris o montaña de transicion) que antes se confundian, para distinguirlos entre sí por medio de una comparacion científica, i poder así tambien distinguir científicamente las distintas rejiones. Respecto a la sucesion de las capas o estratas siguió a *Steno*, *Arduino*, *Lehmann* i *Füchsel*, i no avanzó mucho mas que los dos últimos en el conocimiento de la estratificacion: aun conservó la division en formaciones. Werner abrió nuevos caminos por medio de la sistemática, pero no anduvo feliz en las investigaciones teóricas; segun él, nuestro planeta se formó de una solucion acuosa.

Antes que apareciesen seres vivientes, se cristalizó el terreno o rocas primitivas como ser el *granito*, *gneis* (granito folicular) la *micasquita*, esquista o pizarra arcillosa, pórfiro etc.; sigue a éstos la montaña de transicion que forma la montaña primitiva con el terreno sedimentario secundario, sobre el cual se estiende el terreno talásico o de aluvion.

Todas estas capas decantadas del agua se situaron en forma de cáscaras concéntricas alrededor del globo; considera las actuales perturbaciones visibles en las estratas horizontales como escepciones causadas por derrumbamientos de cavernas, montañas etc. La estrata concéntrica mas reciente es segun Werner el basalto, al cual consideró como roca sedimentaria, cuyas interrupciones se esplicaba por la fuerza de erosion del agua. Así tambien opinó que las vetas metalíferas son fallas rellenadas por sedimentos o precipitados del agua, así como toda la superficie o relieve del globo se formó por la accion del agua. Consideró las erupciones volcánicas como consecuencias de combustiones subterráneas locales de los tiempos mas recientes.

Werner se constituyó así en fundador de la *tendencia neptuneana* que atribuye al agua la accion principal en la formacion terrestre.

Mas, pronto surjieron tendencias que le contradecian, principalmente por su interpretacion del orijen basáltico; fué principalmente su discípulo *Juan Carlos Voigt* (1752-1821) quien por sus investigaciones encontró que el basalto era de naturaleza volcánica.

Tambien en Francia hubo sabios, quienes, basándose en las obras de *Guettard*, estudiaron el basalto i fueron de opinion contraria a Werner; descuellan *Nicolás Desmarest* (1725-1815), *Bartolomé Foujas de Saint Fond* (1741-1819) i *Renan Conde de Montlosier* (1755-1838), quienes con *Voigt*

representan la *tendencia vulcanista* respecto al origen del basalto i siguiendo en lo demas a Werner. En Inglaterra surgió la *Escuela Plutonista*, que vió en el fuego subterráneo el factor principal en la formacion de la superficie de la costra terrestre; su fundador fué el sabio escocés *James Hutton* (1726-1797); éste reconoció que no sólo el basalto sino tambien otras masas de rocas provenian del interior ígneo de la tierra, que las rocas estratificadas han sido atravesadas por las rocas graníticas i que en la superficie de contacto tienen demostraciones que indican que han obrado como masa ígnea fluida, que los jeólogos llaman *Magma*.

Avanzó mucho en el estudio de los *tifones* o sea la masa de granito, i pudo distinguir las *rocas profundas* o sea las que se enfriaron en el interior de las que se solidificaron en la superficie terrestre.

Creyó que las esquitas cristalizadas habian sido rocas estratificadas normales, que por la influencia del calor del interior de la tierra trasformaron su cristalicacion; vemos por esto que *Hutton* es el fundador de la doctrina del metamorfismo; segun él, todos los sedimentos se trasformaron por este proceso para convertirse en rocas. Tambien se atribuyó a las fuerzas volcánicas el hecho de haberse levantado continentes enteros por la fuerza expansiva del calor interior de la tierra; pero a estos fenómenos se contraponia el trabajo erosivo del aire i del agua; serian las mismas fuerzas que actúan aun hoi en día. *Hutton* es el primero en indicar largos intervalos de tiempo para los procesos jeológicos. Sus discípulos *James Hall* (1762-1831) por sus ensayos sobre la fundicion, i enfriamiento de las rocas i *John Playfair* (1748-1819) quien adujo nuevas pruebas acerca de la teoría de *Hutton*, completaron la obra.

Les siguieron en la misma teoría *Sir William Hamilton*, *John Whitehurst*, *John Michell* i *Abraham Mils*.

El Neptunismo se sostuvo en Alemania hasta despues de la muerte de Werner, pues sus discípulos aventajados *Leopoldo von Buch* (1774-1853), i *Alejandro von Humboldt* (1769-1859) se declararon por el *vulcanismo* sólo despues de la muerte del *maestro*, por respeto a él. *Humboldt* fué el último poli-historiador que abarcó todas las secciones de las Ciencias Naturales i por esto su influencia no fué tan decisiva, pero *Leopoldo von Buch* es reputado como el primer jeólogo de su tiempo; estudió minuciosamente los volcanes i les atribuia una fuerza solevantadora; sus principales investigaciones se refieren a la dolomita.

Elie de Beaumont (1798-1874) i *Dufrenoy* publicaron la primera Carta

Jeológica de Francia. También todas estas teorías se consideran ya anticuadas i llegamos al

Principio de la Jeología moderna, que comienza con *Cárlos Ernesto Adolfo von Hoff* (1771-1837) i *Charles Lyell* (1797-1875); el primero dejó establecido en su «*Historia de las modificaciones de la superficie terrestre, comprobadas por medio de la tradicion*» que ellas se deben a la accion de aquellas fuerzas por las cuales se producen en el dia, i que esta accion continua desde tiempo inmemorable ha bastado para llegar al estado actual; con esto quedó destruida la teoría de las catástrofes bruscas, i aun mas por la aparicion de la obra de *Sir Charles Lyell* «*PRINCIPLES OF GEOLOGY*» (1830-1833); este mismo autor lo citaremos cuando tratemos de nuestros aborijenes, pues en sus obras: «*LA EDAD DEL JÉNERO HUMANO SOBRE LA TIERRA*», «*El orijen de las especies por variacion*» i «*Descripcion de la época glacial en Europa i América*» nos suministra datos preciosos. Las escuelas de *Werner* i de *Hutton* distinguieron las diversas capas o estratas por su constitucion petrográfica, sin tomar en cuenta los fósiles que estas rocas encierran; este vacío fué llenado por el ingeniero civil ingles *William Smith* (1769-1839); observó que las especies de montañas seguian en las mismas series i que los fósiles no estaban repartidos casualmente en las capas, sino que reaparecian en horizontes determinados donde predominaban i que por ellos se pueden identificar en todas partes las capas de una misma constitucion; ántes de Smith ya habian observado lo mismo *Lhuid* en el siglo XVII i el abate *Giraud-Soulavie* (1752-1813); contribuyeron a este éxito las clasificaciones de fósiles que hicieron *Richardson* i *Townsend*; a Smith se le considera como padre de la «*Jeología estratigráfica*».

En Inglaterra continuaron *Adam Sedgwick* (1785-1873) i *Rodrigo F. Murchison*, las tendencias de Smith, estudiando los fósiles de la antigua montaña de transicion.

En Francia trabajaron al mismo tiempo *Alejandro Brongniart* (1770-1847) i *Jorje Leopoldo Cristian Federico Dagoberto Baron de Cuvier*, quien nació el mismo año que Smith (1769-1832). *Brongniart* introdujo en Francia la *Estratigrafía*, miéntras que *Cuvier* dió un impulso brillante a la *Pa-leontología*, llegando a la conclusion de que las capas terrestres nos muestran todo un mundo de seres estinguidos i que cada época, cada formacion contienen animales i plantas distintos una de otra i que de la misma manera las estratas o capas mas recientes se distinguen de la actual. *Cuvier* creyó que han tenido lugar distintas épocas sucesivas de creacion, siendo des-

truidos los organismos de períodos anteriores por grandes trastornos para dar lugar a *neo-creaciones*, i que a la última de estas épocas pertenece el hombre; se le dió el nombre de *Teoría de las Catástrofes* o *Cataclismos*; tambien *Leopoldo von Buch* participaba de las opiniones de Cuvier en lo tocante a sus investigaciones paleontológicas, hasta que Lyell destruyó, como hemos visto, la teoría, con la demostracion del desarrollo lento i progresivo, i justamente por esto los sabios que no admitieron la doctrina de *Lamarck* (1744-1829) acerca de la trasformacion de las especies, siguieron a *Charles Darwin* (1809-1882).

Con esto se dió el golpe de gracia a la *teoría de los cataclismos* i el «*Darwinismo*» se constituyó en guía de la Paleontología; ésta debe su apojío actual a *Cuvier* i a *Darwin*, pero así como la teoría de Cuvier tuvo que ceder ante Darwin, así nos encontramos tambien próximos a la muerte del Darwinismo, miéntras la *doctrina de la descendencia* seguirá influenciando a la Paleontología.

Las teorías sobre el orijen de nuestro planeta han experimentado grandes cambios; *Descartes* i *Leibniz* admitieron un núcleo terrestre ígneo-liquido, *Werner* profesó el Neptunismo, *Hutton* se asoció a la teoría primera, mas no formularon una teoría propiamente dicha. *Buffon* i *La Grange* opinaron que nuestro planeta era un trozo desprendido del sol, hasta que el filósofo *Manuel Kant* (1724-1804) atribuyó el orijen del sistema del mundo a fuerzas mecánicas naturales, formulando su teoría en 1755, pero la guerra de siete años que pronto siguió hizo olvidar la teoría de Kant i el matemático i astrónomo frances *Pierre Simon Marquis de LAPLACE* (1749-1827) no conoció el trabajo de Kant, cuando publicó en 1796 su obra «*Exposition du Système du Monde*». La *teoría de las nebulosas* de Laplace se acerca mas a los principios de la Jeología, i estamos en un punto de vista moderno al respecto; sólo interesa ahora demostrar la constitucion del *núcleo terrestre* i calcular el espesor de la *costra terrestre*; a este respecto trabajan el físico sueco *Svante Arrhenius* i *Alfonso Stübel*.

La Jeología Física nos presenta la Tierra como un cuerpo en el espacio i con relacion a los demas conjéneres.

Aristóteles probó 400 años ántes de Jesucristo la redondez de nuestro planeta.

Su tamaño fué calculado en la antigüedad por *Eratóstenes* (276-195 a. J. Cr.) midiendo el arco de meridiano entre Alejandría i Siena o Assuan, en el Ejipto; eran 5,000 estadios o sean $7^{\circ} 12'$ o sea la quincuajésima parte de la esfera; $360^{\circ} = 7^{\circ} 12' \times 50$; $5,000 \times 50 = 250,000$ estadios los que equi-

valen a 39,375 kilómetros; la verdadera longitud de la circunferencia terrestre son 40,003 kilómetros.

En 1615 inventó *Snellius* el sistema de la triangulación; ésta se sigue en todos los países. Se ha comprobado el achatamiento de la tierra por las diferencias de longitud de los meridianos, para los que se encuentran valores mayores, cuanto mas cerca estan de los polos. Así el arco de meridiano del *Perú* mide 38,808 kilometros, el de *Francia* 40,036 kilómetros i el de Suecia 40,300 kilómetros.

La pesantez de la masa terrestre son 6,000 trillones de toneladas; la densidad de la costra terrestre es de 2,7 en contraposición a la de toda la tierra cuyo valor es 5,5; conocemos igualmente sus irregularidades terrestres i submarinas.

La temperatura del interior de la costra es distinta en distintos lugares; por término medio son 3° en cada 100 metros de profundidad, pero ésta disminuye, cuanto mayor es esta profundidad; a una profundidad de 1,200 metros corresponde 3° por cada 100 metros, pasando de 1,700 metros 2,8° en mas de 2,000 metros, 2,9°, i aun se han encontrado 2° por cada 100 metros a esa profundidad.

El estudio del estado de las rocas en el interior de la Tierra i la naturaleza del núcleo mismo son en el día los problemas que tratan de resolver los jeólogos; es natural que los distintos estados no se suceden bruscamente porque «*la naturaleza no da saltos*», (*natura non facit saltus*); hai las mayores probabilidades que existe una continuidad en la constitución de las masas, mas no como ella podría existir en un trozo de metal que en un horno de fundición pasa todos los grados, pues en el interior de la tierra encontramos materias de distintas propiedades, los resultados obtenidos por Tamann pueden, por consiguiente, referirse sólo al núcleo; este sabio estudió ampliamente el estado de un cuerpo respecto a la presión, temperatura, etc., su trasmisión de un estado líquido al sólido o del estado de cristalización al amorfo o a un estado nuevo de cristalización, etc., ya sea la presión ascendente o que ella vaya en descenso; el agua se hiela bajo la presión atmosférica de 0° si se le pone en vasijas resistentes desciende la temperatura 0,0075° por cada atmósfera; i de consiguiente, por 1,000 atmósferas en 7,5°; hai materias que a mas profundidad, mas pronto se funden.

En la costra terrestre encontraremos una infinidad de disoluciones con los cristales mas resistentes i cada cuerpo fundente ayudará a fundir los demas, entrando en acción principalmente el *agua*, el ácido silícico, el ácido

muriático i el ácido carbónico; los gases mui condensados se conducen como líquidos, como se ve en la composición de la lava; el torrente de rocas contiene infinidad de metales, flotantes en una masa de silicatos, que se disminuye en cuanto avanza el proceso de solidificación; la lava fría muestra restos de masa vítrea; por esto es interesante el estudio de las rocas eruptivas.

En los poros e intersticios encontramos entre los granos de cristalización un líquido acuoso de ácido silícico con agregado de ácido carbónico, i tal vez también con ácido muriático, algunas combinaciones alcalinas i vestigios de otras variadisimas materias, i aun a temperaturas críticas, en que ya no pueden encontrarse en combinación, i deben encontrarse en estado gaseoso; ejemplos serian el azufre, el selenio, arsénico, antimonio, bismuto, zinc, etc., i aun podrán seguir gases de hierro i combinaciones de cobre i con esto habremos llegado a una temperatura de mas de 2,000°. Cada cuerpo tiene su temperatura crítica; así ha quedado comprobado que el hierro a 3,800° sólo puede hallarse en estado gaseoso, por mas presión que haya.

Habremos llegado a una región en que sólo se encuentran cristales mezclados con un líquido viscoso i tenaz con gases disueltos en gran cantidad; desde este estado hasta el completamente líquido o gaseiforme se denominan en Jeología estas masas con el nombre de «Magma».

Las fuerzas de presión se compensan i se desequilibran produciendo un levantamiento de masas, i aun espulsa metal hasta la superficie. Si el núcleo consistiera sólo de hierro, tendría la densidad del metal frío i si tuviese un límite fijo, éste podría encontrarse mas abajo de 1,400 kilómetros. En partes pueden haber depósitos de hierro a 200 kilómetros i el Magma penetra aun en la costra superior, como se comprueba con las apariciones volcánicas i parece que en este terreno se encontrará una explicación de los fenómenos sísmicos (1).

La composición cósmica de nuestra tierra no se distingue de la de los otros planetas, como lo demuestran los meteoritos que cruzando el espacio, son atraídos por nuestro planeta; las colecciones de meteoritos tienen un valor inapreciable en este sentido; en nuestro Museo Nacional existen tro-

(1) El excelente trabajo de nuestro colega señor *Miguel R. Machado*, publicado en el «Boletín del Museo Nacional», tomo I, números 2 i 6, fruto de minuciosas observaciones hechas por el autor en el terreno mismo, nos explica la transmisión de las ondas sísmicas!

zos de hierro meteórico encontrados en la provincia de Atacama i otros puntos.

S. Günther divide el interior de la tierra en las siguientes zonas: 1.^a) costra firme; 2.^a) zona de plasticidad; 3.^a) zona de líquido cohesivo; 4.^a) ma-

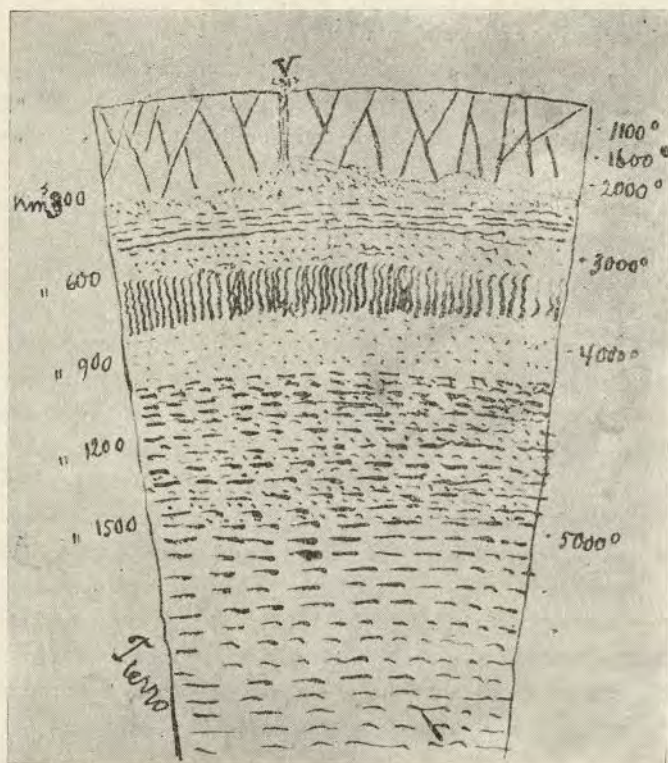


Fig. 2.—Constitución probable del Interior de la Tierra. Las glebas de la costra firme alcanzarán a 300 Klms. i debajo, hasta 1,500 Klms. se encuentra la zona de los cristales flotantes; i dentro de esta zona a 400 ó 500 Klms. predomina el estado líquido, a 700 u 800 Klms. otra vez el sólido; desde 1,000 Klms. adelante otra vez el estado líquido; a la derecha encuéntranse las respectivas temperaturas. La letra V indica una abertura volcánica.

sas líquidas; 5.^a) zona de transición del gas al fluido; 6.^a) zona de gases mistos; 7.^a) esfera central de gases mono-atómicos.

La edad de la tierra ha sido calculada por distintos métodos; se ha tomado como base la cantidad de sal contenida en los océanos, para apreciar el tiempo trascurrido desde que tuvo lugar la solidificación de la costra hasta los tiempos actuales; si desde entónces los ríos acarreasen anual-

mente la cantidad de sal, como ahora sucede, se habrían necesitado cien millones de años para acumular la inmensa cantidad de sal que existe en los océanos; ántes eran los continentes mucho menores i las manifestaciones volcánicas mas frecuentes i jeneralizadas; si la mitad de la sal existente se atribuyese al mar primitivo, siempre se necesitarían 50 millones de años; poco tiempo, segun cálculos fundados.

Otro método consiste en calcular la erosion de las glebas altas de la costra: tres factores trabajan continuamente en la erosion de las montañas: eflorescencia por accion del tiempo, por precipitacion, i la accion de los rios, etc.

Segun cálculos exactos se ha podido establecer que se necesitarían 1,400 años para efectuar una erosion de 1 metro de espesor en montañas espuestas i con bastante gradiente; i es seguro que la mayor parte de las cadenas de montañas experimentan la erosion indicada en dicho número de años. Las cordilleras recientes i mas altas, que han concluido por formarse al fin de la época terciaria se encuentran en Asia con picos de mas o ménos 6,000 metros i en los Andes de Sud-América, cuyos picos alcanzan hasta 5,000 metros; el término medio son 5,500 metros, que servirán de base para el cálculo. Si buscamos las cordilleras del tiempo antiguo mas reciente, por ejemplo, de la formacion carbonífera, encontrámoslas por una parte en el Africa Oriental con 2,000 metros de altura i las montañas Alleghanys o Apalaches, que se extienden al norte en los Estados Unidos en una cadena de 2,000 kilómetros, con alturas de 1,500 metros, el término medio entre ambas alcanza a 1,750 metros, de modo que desde la formacion carbonífera o de la hulla hasta fines de la *terciaria* o *cenozoica* esas montañas han sufrido un desgaste o erosion de $5,500 - 1,750 = 3,750$ metros, si hubiesen primitivamente tenido la misma altura como las cadenas terciarias, lo que es mas probable; para carcomer o desgastar 3,750 metros se habrían necesitado $3,750 \times 1,400 = 5\frac{1}{3}$ millones de años. Encontramos tres intervalos iguales hasta el *precambrio*, o sea, desde que principia vida orgánica, de modo que desde esta época hasta el período terciario se calculan 16 millones de años o sean $16\frac{1}{2}$ millones de años hasta la época presente. Se calcula que el *precambrio* es el término medio desde la formacion de la primera costra, de modo que desde la indicada formacion hasta hoi han transcurrido 33 millones de años.

Los astrónomos han podido observar la destruccion de cuerpos celestes i segun este principio, tambien *tendrá fin* el que nosotros habitamos; ello cabe en lo natural i probable. Físicamente lo comprobamos en peque-

ñas partes de nuestro globo: pequeñas islas que nacen ardiendo i desaparecen despues de cierto tiempo; *Philippi* observó la aparicion i desaparicion de la isla Ferdinanda en el sur de Italia, *Niedieck*, observó en 1905 una isla volcánica en llamas, en el mar de Bering, la que salió a la superficie en una altura de 120 metros; en la bóveda celeste la aparicion de nuevas estrellas, provinientes de la division de otros cuerpos.

Un proceso cósmico, visible para nosotros se desarrolló el 21 i 22 de Febrero de 1901 en la constelacion de Perseo, inflamándose en mui corto tiempo una estrella nueva; esa luz ha debido emplear mas de diez años hasta llegar a nosotros; el 20 de Febrero adquirió el brillo de estrella de 12.^a magnitud i el 23 sobrepasó a *sirio*, creciendo, por consiguiente 500,000 veces, i naturalmente debió haberse estinguido todo ser viviente, si lo hubo, con este cambio; despues de dos años volvió a ser estrella de 11.^a magnitud. Esas inflamaciones mundiales deben de ser ocasionadas por choques entre dos cuerpos, i que desprenden de sí *cometas* i *meteoritos*; esos choques o encuentros deben de ser frecuentes, puesto que las *estrellas errantes* son tan numerosas, cada año alcanzan de 4 a 6 su mayor aproximacion al sol o sea su perihelio; $\frac{2}{3}$ de éstas se acercan mas al sol, que la distancia que media entre éste i la tierra; es, pues, mui probable que 600 millones de cómetas cruzan la órbita de la tierra en 180.000,000 de años; este plano es 550.000,000 de veces mayor que el diámetro de la tierra, de modo que a lo ménos cada 180.000,000 de años deberá chocar un cometa con la tierra; pero como éste debe pasar dos veces nuestra órbita, a su entrada i a su salida deben calcularse sólo 90.000,000 de años si todos los cometas llegaran a una direccion perpendicularmente sobre la ecliptica, pero cuanto mas inclinada esté la órbita, tanto mas peligro entraña i las probabilidades de un encuentro aumentan de tal modo que segun cálculos exactos deben reducirse los 90.000,000 de años seis veces, i vendrá a presentarse un peligro mas o ménos cada 15.000,000 de años. Por calculos físicos i jeológicos deben de existir organismos vivos desde cerca de 20 millones de años i desde entónces, por lo ménos, un cometa habrá chocado con la tierra, sin por eso haber producido un cataclismo total; todas estas investigaciones se deben al astrónomo *Hepperger*, de Viena. Al ocuparnos de los volcanes de Llanquihue i Valdivia, estudiaremos los problemas de la vulcanolojía; Sud-América tiene 38 volcanes; el total de los volcanes del mundo son 330.

LA OROJENIA nos presenta distintas clases de montañas que tienen un orijen tambien distinto unas de otras:

1.º *Montes cónicos, con cima redonda o volcánicos*; producidos por una fuerza expansiva que se encuentra dentro de las capas del globo; constituyen los fenómenos ordinarios del vulcanismo, que tienen la propiedad de producir fenómenos bruscos; los *Plutonistas* atribuían la formación de toda clase de montañas a los volcanes, sus partidarios fueron *Hutton, Playfair, Elie de Beaumont, Alejandro von Humboldt* i *Leopoldo von Buch*.

2.º *Cordilleras ó montañas de plegadura*, son las mas importantes por su estension i altura; estas montañas tectónicas son las mas angostas siendo homeomorfas, es decir, cuando la fuerza plegadora ha tomado sólo las capas sedimentarias, forman cimas, crestas i depresiones regulares, pero si la fuerza plegadora tambien ha abarcado la base cristalizada, forma montañas compuestas o heteromorfas i las rocas primitivas aparecen en el eje descubiertas por las eflorescencias producidas por la acción atmosférica, formando los llamados *núcleos* de las montañas; éstos forman la parte mas alta de la cordillera i el divorcium aquarum. A ámbos lados de este eje encuéntranse cadenas paralelas de roca sedimentaria; una cordillera simétrica puede convertirse en asimétrica por el hundimiento de zonas aisladas; casi nunca van en línea recta sino que forman curvas o arcos i suelen a menudo dividirse, formando una virgacion; otras veces se juntan varias virgaciones i forman *núcleos*.

Cordillera es, pues, una serie de montañas enlazadas i pertenecen a este tipo solamente los Andes del centro de Chile, de Aconcagua, Santiago, Colchagua, etc.; la plegadura ha venido desde el oriente, debido a una gran presión sobre nuestras costas; por el lado de Chile se ha venido la masa reciente, sedimentaria, i la roca primitiva ha quedado al descubierto por el lado argentino; es por esto que aquella parte parece mas antigua i tenga fuentes minerales de *antimonio, columbio, cerio* o lantano, etc., de los cuales carecemos nosotros! En Valdivia i Llanquihne no tenemos cordillera propiamente dicha, no hai enlazamiento, sino eminencias interrumpidas que semejan, vistas desde la altura, un mar con grandes olas, i en el norte, por ejemplo en Antofagasta, tampoco hai cordillera, *sino montaña de erosion*.

El ferrocarril de Antofagasta a Oruro no pasa por túneles, ni habrá necesidad de emplear vía serpenteada para subir.

La fracasada teoría de Barros Arana (1) que sirvió de base para el

(1) El mismo señor Diego Barros Arana decia en su comunicacion de fecha 18 de Enero de 1892 al perito argentino don Octavio Pico lo siguiente: «Lo que busco, al sostener la demarcacion por la línea divisoria de las aguas, es el cumplimiento estricto i

tratado de límites chileno-argentino, de 22 de Octubre de 1881, era copiada, sin duda, de la opinion de los sabios europeos que de paso no mas por nuestro pais, declaraban que la muralla natural que nos separa de nuestros vecinos del oriente era una *cordillera* hecha i derecha en toda su estension, i que por eso sus mas altas cumbres debian coincidir con la division de las aguas. Esta falta de estudio nos ha costado mui caro, i si el Chile actual *nolens volens*, se conforma con la solucion que se ha dado al problema, el Chile del futuro necesitará los miles de kilómetros de valles fértiles que hemos perdido!

Así se ve que el rio Calle-Calle, en la provincia de Valdivia, nace mui al oriente, en el valle alto del lago Lacar, atraviesa por una angosta quebrada la cadena central de los Andes i desemboca en el océano Pacifico. Hacia la Arjentina está separado del valle del lago Lacar por una ancha i achatada prominencia.

Ya Philippi, (el doctor don Rodolfo Amando), al efectuar su ascension al volcan Osorno en Marzo de 1852, comprobó que en el sur no hai cordillera propiamente tal, pues «no pudo distinguir una serie de cerros enlazados», sino «una porcion de cerros casi todos poco mas o ménos de la misma altura, que le hacian la impresion, como si las olas del mar, azotadas por una furiosa tempestad, hubiesen sido petrificadas».

La edad de las cordilleras varía; algunas se elevaron ya en la época paleozóica; pero sucede que no tienen sólo una plegadura, sino que en épo-

leal del tratado de 1881. Ese pacto, en cuya elaboracion me tocó tomar parte....., etc. Ya en 1876, siendo Barros Arana Ministro de Chile en Buenos Aires, entró en negociacion con el Ministro de Relaciones Exteriores argentino don Bernardo Irigóyen, respecto al futuro tratado de límites.

El tratado de 23 de Julio de 1881 dice en su artículo 1.º: El límite entre Chile i la República Arjentina es de norte a sur, hasta el paralelo cincuenta i dos de latitud, la cordillera de los Andes! *La línea fronteriza correrá en esa estension por las cumbres mas elevadas de dichas cordilleras que dividan las aguas i pasará por entre las vertientes que se desprenden a un lado i otro*, etc.; lo que sigue, referente a la escepcion, por bifurcacion de cordones, etc., no resuelve lo erróneo del concepto anterior sobre las altas cumbres i si este concepto no es erróneo, es por lo ménos ambiguo.

En el mismo error estaba nuestro Gobierno, cuando con fecha 10 de Octubre de 1848, dice al señor A. Pissis: «El señor Pissis dedicará una particular atencion a la cordillera de los Andes, que examinará del modo mas prolijo que le sea posible, a fin de señalar con precision el filo o línea culminante que separa las vertientes que van a las provincias arjentinas, de las que se dirijen al territorio chileno».

cas mas recientes vuelven a modificarse las plegaduras anteriores; i éstas son jeneralmente las mas altas, porque la erosion no ha avanzado tanto como en las primeras.

Las plegaduras se caracterizan segun la fuerza que los produjo desde la normal hasta la tendida, segun los ejemplos de la fig. 3.

Las plegaduras de la cordillera del centro de Chile, como tambien la del norte, pero ésta en una época anterior, se deben a la presion que ejerce la gran masa sub-oceánica que desde el grado 75 de longitud hasta el 145° l. oeste, cuya profundidad fluctúa entre 2,000 i 4,000 metros, ejerce sobre la faja entre 75° i 74½° mas o ménos, de 4,000 a 6,000 metros de profundidad i sobre la angosta faja, próxima a la costa chilena, de mas de 6,000 metros de profundidad sobre el macizo continental; i de esta presion angular, a mi juicio rectangular, han resultado los Andes i estas plegaduras se semejan a las que corresponden a los números 4, 7 i 8 del esquema, que botan las masas sedimentarias hácia el lado chileno, quedando las primitivas por el lado arjentino, debido a la profundidad de nuestro mar territorial, i a la poca profundidad del mar arjentino, como lo hemos hecho notar al principio de este trabajo; en el sur, justamente, cesa esta presion, porque desde los 36 o 37° l. sur, el mar territorial no pasa de 200 metros, sigue la estension marina de 2,000 metros i en seguida una inmensa zona del océano Pacífico, entre 4 i 6,000 metros de profundidad, i hai una compensacion entre los océanos Atlántico i Pacífico, de modo que sólo se levantan cerros pero nó cordilleras; naturalmente estas presiones deben producir fenómenos volcánicos, tanto en el centro como en el sur; en el norte nó, porque la montaña es de erosion i, por consiguiente, mas antigua.

Nos quedan por estudiar dos clases mas de montañas:

3.^a) *Las montañas macizas o de erosion*, provenientes de antiguas cordilleras, cuyas fuerzas plegadoras se han estinguido i cuyos restos sólo muestran *rocas arcaicas* i *paleosóicas primarias*; su erosion ha sido tal, que ya no presentan conos o picos altos, i hai veces que ya no se distinguen plegaduras; los americanos llaman a éstas *peneplains*; tambien desaparecen por fallas o quebraduras, que provocan hundimientos: de modo que tenemos dos fenómenos que se contraponen: la plegadura que produce elevaciones i la falla que produce hundimientos en las montañas! Nos quedan

4.^o) *Las montañas en meseta o glebas*, modeladas por la accion del agua corriente; las glebas tectónicas aparecen como bloques de sedimento, rodeados de fallas, a cuyos bordes han tenido lugar hundimientos, modelados despues por procesos de erosion; el tipo de ellos son los plateaus, en

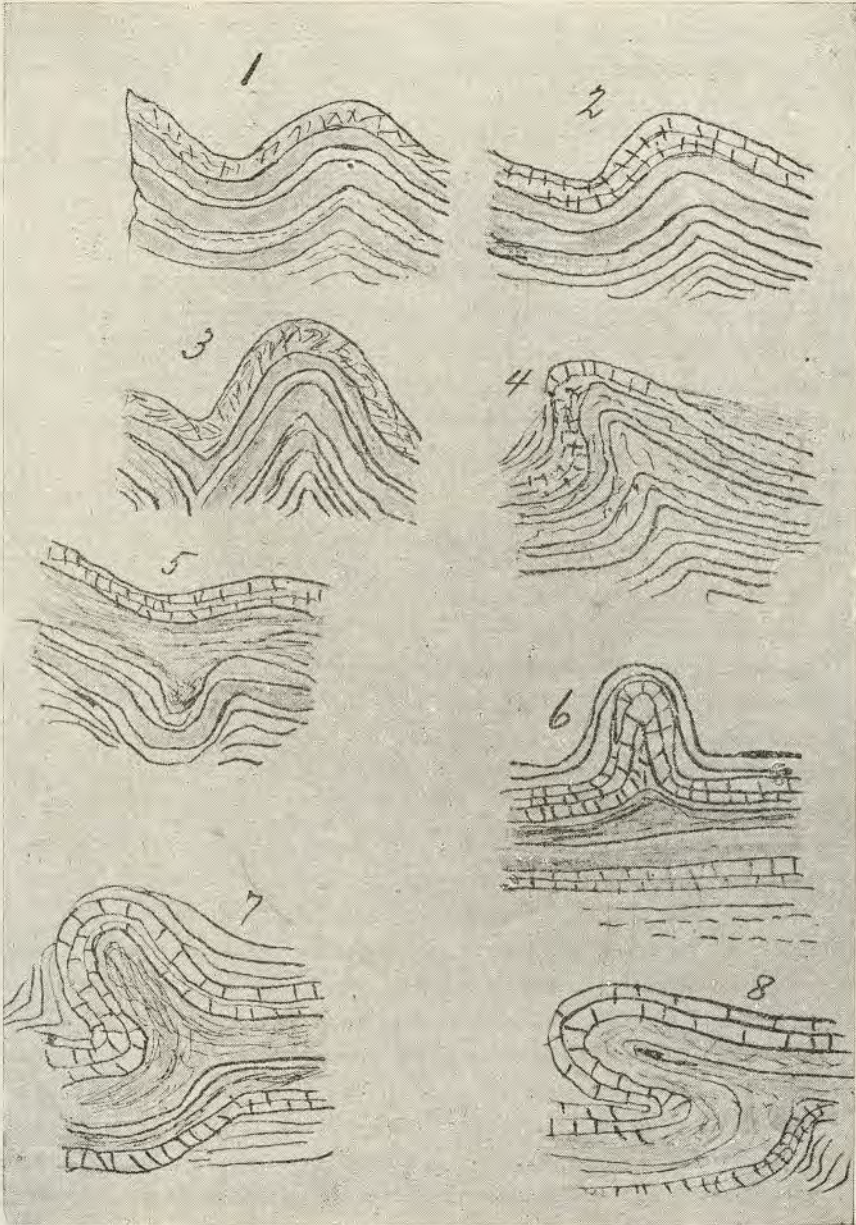


Fig. 3.—Distintas transformaciones por plegadura. (Segun B. WILLIS)

el norte probablemente la Puna de Atacama? Probablemente algunos de nuestros rios del sur, que tienen un lecho mui profundo deban su existencia a estos procesos!

En la actualidad preocupa a los Jeólogos el problema ecuatorial, a saber: de sí el Ecuador terrestre ha ocupado siempre la misma posicion en la superficie terrestre; se presume que tambien la parte glacial actual de nuestro globo ha sido en un tiempo zona tropical i vice-versa, lo que demostraría la movilidad del ecuador terrestre i el cambio de situacion de los polos; el transporte de los bloques erráticos ha dado origen a este importante estudio.

Sir Charles Lyell, colaborador de Darwin, dice que observó tambien tales bloques erráticos en la costa de Llanquihue, frente a Chiloé, por el lado oriental. Tambien la temperatura ha debido variar en los distintos períodos alternativamente en todas las rejiones del globo, esto está demostrado en los autores por encontrarse fósiles de la fauna i flora terrestre en partes donde hoi no podrian existir!

Para saber si el eje de la tierra varía, se trata de fijar el punto celeste, adonde, prolongado en el espacio, se fijaria.

Se ha tratado de probar la movilidad de la costra terrestre por estos dos fenómenos: 1.º) por el aumento de temperatura hácia el interior i 2.º) por la preponderancia metálica interior; hemos explicado tambien el arrugamiento de la costra por la pérdida de calor o enfriamiento, i la formacion de grietas, fallas i plegaduras por la presion debida a este arrugamiento.

La rotacion de la tierra sobre su eje produce físicamente el achatamiento de los polos i el cambio de la gravitacion a consecuencia de la fuerza centrífuga i esta perturbacion produce la fuerza impulsiva ecuatorial en sentido vertical i horizontal, produciendo una gran tension en la costra, que tiene la mayor influencia sobre la formacion de las montañas. Como las grandes montañas del globo tienen diferentes direcciones, pueden considerarse como «*anillos ecuatoriales*». No es posible explicar las perturbaciones de las estratas por simple fuerza volcánica, sino por presiones que han cambiado de direccion; las estratas muestran siempre estiramientos en direccion determinada, las mas recientes de sur a norte o vice-versa. Las zonas de tension i presion son siempre verticales al Ecuador!

Neumayr-Uhlig es de opinion que la fuerza de tension actual se estien-de desde Nueva Guinea hácia las costas chilenas por la serie de fenómenos volcánicos que se observan en esta direccion. Los mismos fenómenos se presentan tambien en los ventisqueros; hai tension i presion horizontal i

vertical que descansa en las mismas leyes espuestas; resulta de aquí que los ventisqueros rompen las vallas laterales que les ofrecen resistencias, produciendo fallas.

Como los polos no se han movido sensiblemente desde el tiempo en que se hacen estas observaciones, podráse sin embargo fijar sus puntos en las distintas épocas jeológicas por medio de la direccion de las montañas antiguas. La teoría de las plegaduras producidas por el arrugamiento interior de la costra ha nacido de las observaciones de las cordilleras mas recientes i contribuyeron a sentarla los trabajos de Y. Dana, A. Heim, i de Eduardo Suess de Viena; el Padre de la Sociedad del Divino Verbo, *Damian Kreichgauer*, le ha dado forma definitiva!

Antes de seguir al padre Kreichgauer a través de las grandes épocas de nuestro planeta, cuya edad jeológica estudia, conviene resumirlas en el siguiente:

Cuadro descendente hasta la montaña primitiva:

Aluvion.....	} Formacion <i>cuartaria</i> o <i>antroposóica</i> (Edad de los hombres)	} Período V
Diluvion.....		
Plioceno.....	} Formacion <i>terciaria</i> o <i>cenosóica</i> (Edad de los mamíferos)	} <i>Cenozoico</i>
Mioceno.....		
Oligoceno.....		
Eoceno.....		
Cretáceo superior..... (Cenoman, Turon, Senon)	} Formacion <i>cretácea</i>	} Período IV
Cretáceo inferior..... (Neocom i Gault)		
Jura superior o Malm...	} Formacion <i>jurásica</i>	} <i>Mesozoico</i>
Jura medio o Dogger...		
Jura inferior o Lías.....		
Triás superior (Keuper)	} Formacion del <i>Triás</i>	} Edad de los Reptiles
Calcáreo, cal de concha		
Arenisca abigarrada...		

Caliza magnesia.....	} Formacion <i>Permiana</i> o <i>dias</i>	} Período III <i>Paleozoico</i> Edad de los Peces
Areniscas rojas.....		
Carbonífera superior o hulla.....	} Formacion <i>carbonífera</i> o <i>de la hulla</i>	
Carbonífera inferior o caliza carbonífera....		
Devoniana superior.....	} Formacion <i>devoniana</i>	
» media.....		
» inferior.....		
Silúrica superior.....	} Formacion <i>silúrica</i>	
» inferior.....		
Cambrio superior.....	} Formacion <i>cámbrica</i>	
» inferior.....		
Algonquiano.....	} Período II <i>Eo</i> o <i>arqueozoico</i>	
Montaña primordial o primitiva.....	} Período I <i>Arcaico</i> o <i>azóico</i> (desprovisto de vida)	

Antes de ocuparnos de cada época en particular, i aplicar su estudio a nuestra region, es preciso conocer

La vida sobre la tierra i su desenvolvimiento

El origen de la vida es otro problema antiguo, de altísimo interes. En los organismos debemos estudiar dos cualidades primordiales, como dice Wiesner: la fuerza de la *persistencia* i la de la *transformacion*. La teoría sobre el desarrollo de los seres es mas antigua que el conocimiento de su persistencia. Tenemos ya la idea de la Evolucion cuando Aristóteles hace provenir las Anguilas del légamo, o cuando Teofrasto dice que los bulbos de ciertos vejetales provienen de tierra!

Aun Goethe opinaba que el pulgon provenia de partes de las plantas. Se concibe fácilmente cómo ha podido desarrollarse la teoría del transformismo, cuando se vió que de una semilla provenia un árbol, de éste la flor, de la flor el fruto; cómo del huevo de la mariposa la oruga, de ésta la cri-

sálida i de la crisálida volvió a salir la mariposá! Por esto se creyó que determinados animales i plantas podían transformarse en otras especies. Sólo con Linneo principiósse a conocer la persistencia de los organismos i su importancia, pues hace posible dividir el reino viviente en especies i jéneros.

Darwin volvió a colocar en las ciencias naturales la fuerza de la evolucion, i aunque la evolucion por seleccion natural o sea «el Darwinismo» no es aceptada por muchos investigadores tiene el mérito de haber provocado el estudio de la Evolucion i de la vida.

La Paleontolójía i la Zoolojía deben darnos las pruebas para conocer la exactitud de la teoría evolucionista o de descendencia.

La *Zoolojía* alcanzó su importancia por la Morfolojía comparada, i la Bionomía o jeografía animal; se esperó también obtener resultados positivos por la Historia de la Evolucion comparada desde que Federico Müller planteó la tésis que, *la evolucion de la especie*, (Ontojenia), significa una abreviada i simplificada repeticion del *proceso de evolucion del jénero*. (Filojenia).

Justamente esta tésis ha conducido a errores gravísimos, de modo que su aclaracion debe esperarse únicamenre del método histórico de la Paleontolójía, pero ésta está léjos de mostrarnos la serie no interrumpida de organismos vivos de organizacion inferior hasta las formas mas altas o perfectas. Como procede la gallina del huevo i el manzano de la pepa, así deberia provenir la vida de varios o aun de una sola célula primitiva.

Naturalmente tales células no se podrian conservar fósiles pero seria de esperar que se encontrasen segun la teoría, animales i plantas de organizacion inferior en las capas mas antiguas!

Se han dividido los organismos vivos en sistemas, juntando las formas orgánicas semejantes desde los inferiores hasta llegar a los superiores para darnos una sinópsis de su evolucion. Segun esto, se divide la Botánica como sigue: 1.º *Thallophytae* (algas i hongos); 2.º *Muscinæ* o musgos; 3.º *Pteridophytae* (helechos, equisetáceos i lycopodios); 4.º *Gymnospermas*. *Gymnospermae* (Coníferas, Gingko) (Taxínea) i Palma Sago (*Pinnatifrondes*); 5.º *Angiospermas* (Palmas i plantas foliáceas).

El *reino animal* se descompone en diez tribus 1.º *Protozóos* o *animales primitivos* (Foraminíferos, Radiolarios etc); 2.º *Esponjas* o *Esponjiarios* (Esponjas calcáreas, silícicas i córneas); 3.º *Celenterados* (medusas i corales); 4.º *Equinodermos* (estrellas de mar (zoófitos); ofiuros, lirios marinos, equinos o erizos i holoturias); 5.º *Vermes*; 6.º *Eulánidos* o infusorios; 7.º *Malacozoarios* o moluscos (conchíferas, caracoles, limasas, cefalópo-

dos); 8.º) *Moluscoides* o *Braquiópodos*; 9.º) *Artrópodos* (cangrejos, miriópodos, insectos, arañas); 10.º) *Vertebrados* (acranios, ciclóstomos, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos).

EL CAMBRIO es la formación mas antigua que nos proporciona numerosos fósiles; *en él aparecen todas las tribus del reino animal* A ESCEPCION de los *Vertebrados*; *faltan* en él tambien *las plantas*; ámbos grupos se presentan en el *siluro*.

No se crea que los seres cámbricos son de la inferior organizacion; los *Braquiópodos* i los *Trilobites* de entónces, presentan la misma organizacion que sus representantes de hoi.

Del mismo modo aparecen los vertebrados con los peces catafrácticos i las plantas mas antiguas que no son sólo algas sino tambien helechos de alta organizacion; de modo que ni en esta época topamos con los seres mas inferiores. Sabemos por cierto que tambien en la época anterior *eozóica* o algonquiana se encuentran ya restos de Braquiópodos, caracoles i crustáceos, como tambien impresiones de Vermes, faltando por confirmar los rastros de Foraminíferos, radiolarios i esponjarios. Así retrocederá el límite de la vida, pero aun aquí estamos léjos mui léjos, de la inferior o primitiva. Sabemos sí, que la vida vegetal debió preceder a la animal, pues la planta se nutre del aire, del agua i de la tierra, pero el animal necesita de la planta para su subsistencia, de modo que lógicamente debe considerarse que la vegetacion debió surgir ántes del período cámbrico. Se ha creido encontrar restos de plantas en las capas de antracita de Schunga en Finlandia.

Tambien se ha procurado encontrar restos mas antiguos de vida animal i en un tiempo se creyó tener una muestra en el llamado animal primitivo del Canadá (*Eozoon canadense*) hasta que se reconoció que eran cristales de olivina convertidos en serpentina que figuraban estructura orgánica.

Philippi ha dado razones incontrovertibles a las que no resiste la Teoría de la Evolucion, en el sentido de las que esponemos (véase B. Gotschlich. —Biografía del doctor Rodulfo Amando Philippi 1904.—páginas 103 a 109 inclusive).

Se daba mucha importancia a la existencia de grafitos i cales en las capas arcaicas, creyendo deber atribuirla a procedencia vegetal o animal. Sin embargo *Weinschenk* ha demostrado hace poco que el grafito es de oríjen completamente inorgánico, debiendo su formación a procesos volcánicos, i si proviene de oríjen orgánico, es mas reciente que el cambrio. Falta pues por completo la base histórica para el despertar de la vida de masas simples protoplasmáticas i ni aun la Paleontología puede proporcionárnosla.

Si seguimos hojeando en el *libro de la vida* llegamos a resultados sorprendentes. La antigüedad de la Tierra constituye el origen de las Pteridófitas, de los helechos i lycopodios; en las dos primeras épocas de la Edad Media, en el Triás i la Jurásica dominan las *gimnospermas* i desde el período cretáceo surgen las plantas monocotiledóneas.

En la *historia del reino animal* observamos algo parecido; de los articulados aparecen en las formaciones mas antiguas los *Cangrejos*; los *Insectos* i *Arañas* vienen en el *Carbono superior*.

Vemos tambien en el siluro superior los peces catafrácticos que alcanzan su apojeo en la época devoniana superior.

En la época *Carbonifera* encontramos los primeros vertebrados terrestres, los *Anfibios*, con el grupo de los *estegocéfalos* o Batracios con escamas, quelonios i los primeros reptiles. El *Trias* contiene los primeros mamíferos, que sólo en el terciario antiguo adquieren importancia, mientras que ya tenemos aves verdaderas en la época jurásica; el final lo compone el *Hombre* con su aparicion en la época *cuartaria*. A primera vista parece que tenemos el hilo de la evolucion, pero nos faltan los eslabones intermedios para establecer relaciones jenéticas en los diferentes órdenes, i si algunos caracteres intermediarios podrian unir dos o mas jéneros distintos, esto no pone ni quita rei.

Si penetramos hasta las menores unidades sistemáticas, encontramos condiciones parecidas: *Guillermo Waagen*, padre del Dr. L. Waagen, a quien sigo en esta disertacion, estableció para la gran Sippe de los cefalópodos, los Ammonites, las mas pequeñas variaciones temporales de los jéneros, las llamadas *Mutaciones*, capa por capa, sacando de ahí puntos de apoyo para fijar su descendencia. Este método fué aprovechado por *Neumayr* i muchos otros, llegándose a obtener series paleontológicas de descendencia en los Cefalópodos, los Moluscos, Caracoles, i principalmente en los Vertebrados.

La serie mas conocida es la equina o caballar, o sea, como dice Haecckel, *El caballo de parada de la teoria de la Evolucion*. Esta serie fué propuesta por *Warsh* en los años 1870 i tantos para las conferencias que entónces daba Huxley (naturalista inglés nacido en 1825, el mismo que dijo que el *Bathybius Haecckelii*, un mucus primitivo según él, era el enjendraador de todo lo que vive; pero resultó ser en realidad yeso en forma jaleosa, proveniente del agua de mar),—en Nueva York sobre el Darwinismo; es la siguiente:

JÉNEROS EQUINOS	Horizonte geológico	Pata delantera	Pata trasera
<i>Hyracotherium</i> (tronco del linaje equino).....	Eoceno inferior	5 uñas, tamaño medio	3 uñas i 1 rudimento
<i>Eohippus</i> (tronco del caballo propiamente dicho).....	Eoceno medio	4 uñas i 1 rudimento	3 uñas
<i>Orohippus</i>	Eoceno superior	4 uñas	3 uñas
<i>Mesohippus</i>	Mioceno inferior	3 uñas i 1 rudimento	3 uñas
<i>Miohippus</i> o <i>Anchitherium</i>	Mioceno superior	3 uñas, tamaño medio	3 uñas, tamaño medio
<i>Protohippus</i> o <i>Hipparion</i>	Plioceno inferior	1 uña principal, 2 secundarias	1 uña principal, 2 secundarias
<i>Pliohippus</i>	Plioceno superior	1 uña principal, 2 secundarias	1 uña principal i 2 rudimentos
<i>Equus</i> (el caballo viviente).....	Época cuartaria i actual	1 uña	1 uña

La serie equina es de efecto; pero como los restos de esqueleto que le sirvieron de base, son del todo incompletos, pudo agregar Fleischmann, con razon, lo siguiente a la tabla que precede: Por mas ordenadas que estén las masas articulares de la serie i aparezca la transformacion regresiva de las 4 uñas restantes, no se ha demostrado un proceso real en la historia del tronco, pues los huesos de las piernas son sólo partes del cuerpo animal que jamas pueden servir de base para comprobar la transformacion de todo el esqueleto o cuerpo; siendo de tres uñas el animal fósil no se puede estar seguro que sean del progenitor del caballo verdadero, aunque los paleontólogos los hayan bautizado con los compuestos de la palabra *Hippus*. En realidad, ya no se reconoce el precedente cuadro en toda su integridad, se han dejado de mano las denominaciones *Hipparion* i *Mesohippus*, que formaban parte de este tronco jenealójico.

Se presenta todavía otro obstáculo para reconocer el parentesco entre los animales; es éste el fenómeno que llamamos de la *converjencia*, por el cual animales que se encuentran en idénticas condiciones de vida, aunque sean distintos en oríjen, adquieren semejanza en sus órganos o en toda su estructura. Así descansa en converjencia la estraordinaria semejanza que hai entre moluscos de forma conoidal del cretáceo con Braquiópodos de la época carbonífera, *Meckella irregularis*, con *Calceola sandalina*, una coralina del devoniano medio, etc.

Por otra parte, hai procesos, como dice Eduardo Suess, por los cuales no sólo vemos que cambian las especies de los jéneros i familias paulatinamente, sino que son jéneros, familias i floras enteras, divisiones enteras de la Economía de la Naturaleza que desaparecen juntos, como sucedió con nuestro *Pecten deperditus* Ph. de las costas de Llanquihue i Chiloé, el con-jénere i representante—sino el mismo—del Ostion de Coquimbo (*Pecten purpuratus* Lm.)

Nuestros estudios nos llevan al convencimiento que «la mision de la » *Teoría de la evolucion es, buscar las series orgánicas verdaderas i eficientes*, a cuya cabeza están *las especies actuales*, i no es de su esencia com- » probar la ascendencia o el desarrollo de un tronco comun».

Si no encontramos una base seria para establecer la teoría de la evolucion para los séres inferiores ¿no seria acaso un atentado contra la dignidad del jénero humano i un desconocimiento completo de Dios, Creador, si sólo intentáramos comparar el hombre con el mono?

Es imposible estudiar el jénero humano, bajo el aspecto morfolójico,

prescindiendo de su espiritualidad. Ademas encontramos tambien *los restos humanos* donde se encuentran los de los *Primates* i *Prosimianos*.

Volvamos a nuestras

Épocas jeológicas

que nos dan a conocer la Historia del verdadero desenvolvimiento del mundo; ya hemos hablado de esos interesantes procesos, tócanos examinarlos aisladamente por épocas, en orden ascendente.

I.—PERÍODO ARCAICO O AZÓICO

Nos muestra las rocas mas antiguas de sedimento en las partes donde las otras formaciones han sido borradas por perturbaciones tectónicas i por erosiones, a saber: gneis o granito folicular, micasquita i Filita (otrelites) primitivos. A nosotros nos interesa, por supuesto, todo lo que se refiere al Hemisferio sur i procuraremos estudiar a nuestro Chile austral en particular, tomando por base los cálculos del Padre Kreichgauer. En esta época todo Chile i la República Argentina formaban parte del fondo del mar, quedando en descubierto el Brasil de hoi dia, el Uruguai i Paraguai; esta parte formaba con el Africa un sólo continente sur, que Suess denominó *Gondwana*; se señalan las montañas submarinas arcaicas de las Guayanas, de Venezuela i una parte de Colombia, i las del Transvaal i Orange.

Este continente sur estaba separado de los del norte por el mar, pero todos estaban desprovistos de vida. El polo sur encontrábase cerca de la Isla Madera.

II.—PERÍODO EOZÓICO

Estas épocas no se dejan distinguir con tanta facilidad, porque les falta el material fósil; llama la atencion el anillo Arval, o sea el Ecuador Arval de esta época, pasando por la costa occidental de Sud-América, atravesando la Patagonia, baja hasta pasado el grado 60 de latitud sur, i toca una parte de Sud-Africa; el polo norte lo encontramos en Nueva Zelanda, i el polo sur al poniente de la isla Madera.

Suess cree que este anillo ecuatorial forma las virgaciones de los Andes, pues los sedimentos mesozoicos i terciarios de esta cadena tienden a tomar direccion oriente. Encontramos en esta formacion *conglomerados*, *pedra*

arenisca, cuarzo, dolomita i *esquista* arcillosa, siendo mas raras la micasquita i la filita.

Estas capas algonquianas encuéntranse en Norte-América, rejion del Colorado, Canadá, en la Bretagne, en la China, i a ellas pertenecen las de Whitewater, en el Africa del Sur, que contienen tantas minas de oro, como las de la India anterior. Pocos rastros de vida animal se han descubierto; el carbon de Schunga, en Finlandia, parece pertenecer a la época.

III.—PERÍODO PALEOZÓICO

1. *El Cambrio*.—Poco varia la estension del continente sur; Chile i gran parte de la Arjentina quedan siendo fondo de mar; Africa aparece a flote i unida con América. Encontramos numerosos restos de animales superiores, mas de 1,000 especies conocidas, las mas numerosas pertenecientes a los crustáceos; se encuentran en el material de erosion *Esponjas, Corales, Medusas, Anélidos, Conchas de Moluscos, Caracoles, Fíbias* i numerosos *Braquiópodos* i *Crustáceos*; los *Protozoos* aparecen en el Cambrio superior; entre los crustáceos son mui importantes los *Trilobites* que nos guian a traves de esta época, pues tenemos en el CAMBRIO INFERIOR las capas con el jénero *Olenellus*; el CAMBRIO MEDIO con las del *Paradoxides* i el CAMBRIO SUPERIOR con las del jénero *Olenus*.

Este *Cambrio superior* es interesante en el hemisferio Norte, pues la antigua Laurentia (del Rio San Lorenzo) Norte-América, pierde mas de un tercio de su terreno firme, por la primera trasgresion del mar. Véanse tres continentes grandes en esta época.

El gran continente del sud: Sud-América unida al Africa, pasando por la India toca con Australia; el continente europeo asiático: partes de Europa i Asia; i *Laurentia*, con el macizo norte-americano i la gleba del Océano Atlántico del Norte.

El Polo Sur, calcúlase, estuvo situado en la parte sur de la Arabia en la época precámbrica.

2. *El Siluro*.—El Ecuador terrestre pasa en este período mas o ménos por el grado 45 de longitud Oeste i el Polo Sur está como a 5° al Este de la estremidad Norte de Madagascar o sea entre las islas Seichelles i Mascareñas.

El Atlántico pierde continente; i en el territorio arjentino principian a levantarse macizos; Chile i gran parte de Arjentina permanecen en el fondo del mar durante el siluro inferior i superior. Hai una gran diferencia entre

el reino animal de esta época i la anterior; las especies fósiles conocidas pasan de 10,000. Conócense del Siluro: *Protozoos* en dos órdenes: Foraminíferos i Radiolarios; esponjas (Esponjiarios), pólipos (Celenterados) con los corales, los hidrozooos i los Graptolitos, Equinodermos, Crinoídeos, Zoófitos i Erizos de mar, Briozoos, gran cantidad de Braquiópodos, Artrópodos i Arácnidos; lo que mas distingue al Siluro es la aparición de una parte de Vertebrados del orden inferior, los *Peces*.

De los Trilobites se citan los jéneros *Asaphus*, *Ogygia*, *Iliaenus* i *Trinucleus*, etc.

3. LA ÉPOCA DEVONIANA; deriva su nombre del Condado de Devonshire en Cornwallis, donde Murchison i Sedgwick descubrieron en la primera mitad del siglo pasado capas mas recientes que las del Siluro, pero mas antiguas que las de la formación Carbonífera. Para nuestro continente trajo esta época el período de extrema erosión, i el desaparecimiento del Atlántico, separándose en las costas brasileras.

La transformación de la fauna es lenta: distínguense *Crinoídeas*, especies de *Orthoceras*; peces *Ganoídes*; jéneros como *Dipterus* i *Cocosteus* pertenecientes a los *Dipnoídos*; en el devon inferior algunos braquiópodos, entre ellos *Spirifer* alados, como *Spirifer paradoxus* i *Sp. speciusus*; en el devon superior: *Spirifer Verneuilli* i *Rhynchonella cuboides*.

Nuestro territorio sigue siendo fondo de mar i el lado arjentino tiene mar en el devon inferior i surge de las ondas en el devoniano superior: hai regresión o retiro del mar.

4. FORMACION CARBONÍFERA.—Esta formación es mui importante por la formación del diamante negro i lo que era el Siluro para la vida animal es esta formación para la vida vegetal, dando los bosques necesarios para la riqueza carbonífera; eran inmensos bosques en pantanos, consistentes en equisetáceas arbóreas, miéntras en sus orillas crecían *Lepidodendros* i especies de *Sigillaria* con troncos de un metro de diámetro por 30 metros de alto; los *Equisetum* se conocen hoy día en miniatura; en Chile tenemos unas seis especies, i en nuestras provincias de Llanquihue i Valdivia un representante el *Equisetum bogotense* H. B. Kth. Había tambien grandes Lycopodiáceas.

En el reino animal hai que agregar algunos progresos: aparecen los batracios estegocéfalos, cuyas formas pequeñas recuerdan las salamandras i los posteriores a los Cocodrilos, animales con cabeza ósea i el vientre con escamas; la vejetación es causa que aparezcan numerosos *Insectos*, *Arácnidos* i *Miriópodos*. Se observa tambien un fenómeno negativo: la gran

masa de los Crustáceos, los *Trilóbitos* se estinguen i quedan reducidos a dos jéneros. En los *Cefalópodos* se nota un progreso en el desarrollo, pues unen su cubierta; aparecen numerosísimas formas de Crinoídeos en el máximo de su desarrollo i tambien los Foraminíferos aparecen en gran cantidad.

Otras formas, principalmente braquiópodos son típicos p. ej.: el jénero *Productus*. Al final del *periodo devoniano* sobrevino una gran transgresion o recuperamiento del mar pero al principio del Carbonífero pasa esta transicion, el mar se retira a sus hoyas terrestres i aparecen grandes extensiones de terreno firme; vuelven a aparecer dos continentes en el norte; uno representa la Atlántida, conservando la union de Europa con América, i el otro está en el noreste del Asia i parece que el continente del sur se unió con el norte por la gran regresion del carbonífero inferior; probablemente entónces ya se habia interrumpido la union de la America del Sur con el Africa, porque para inducir su union tenemos sólo la identidad de la Flora de Sud América, en especial la de Chile i de la República Argentina con la de la Colonia del Cabo, hecho que tuve ocasion de estudiar en union con el Dr. R. A. Philippi. En esta época aparecen numerosas rocas eruptivas, era un período de plegaduras, predomina el *granito*; naturalmente no nos faltan tampoco el *pórfiro*, el *meláfiro*, la *traquita* i la *Andesita*.

El polo sur se ha corrido al suroeste de Madagascar, o mas bien, hacia el sureste de la Colonia del Cabo 25° lonj. E. i 35° lat. sur.

El Ecuador Carbonífero cruza el continente Sud Americano desde Cayena a Arica; Chile, desde el grado 36 de latitud sur hasta el Cabo de Hornos es tierra firme durante el Carbono inferior i superior i desde el mismo grado hacia el norte permanece en el fondo del Océano; sin embargo será mui superior el carbon de la Argentina, desde que pudo poblarse de vejetacion tal vez desde buena parte del período anterior.

5. FORMACION PERMIANA; denominada segun la gobernacion rusa de Perm; en Alemania se le da la denominacion *Dyas*; es un corto período i los reinos animal i vejetal se relacionan intimamente con la formacion Carbonífera; entre los braquiópodos descuella el jénero *Productus*: por cambio de clima desaparecen en la Flora las Licopodiáceas, miéntras que los helechos i equisetáceas se adaptan al nuevo medio.

Hai helechos de bordes enteros (*Scolopendrium*) en el continente del sur, se le designa con el nombre de Flora de los *Glossopteris*; hubo un agrandamiento de las masas terrestres i donde estas surjian, aparecian

todavía en el lógamo marino los bosques Carboníferos. Chile desde el grado 33 al sur está en seco i el resto bajo el Océano i separado por el Océano del hemisferio norte. Los mismos animales i plantas de la América del Sur se encuentran en Africa, la India i Australia.

Hai rocas eruptivas, principalmente pórfiro de cuarzo, porfirita i meláfiro.

IV.—PERÍODO MESOZÓICO

I. TRIAS.—Con la *formacion permiana* termina la *Antigüedad de la Tierra*; el *Trias* forma el período mas antiguo de la Edad Media; deriva su nombre por la triple division de los sedimentos de esta época; casi no se encuentra un límite entre el período *paleozóico i mesozóico* i ninguna relacion de las plantas i animales entre el Trias i la formacion permiana; es pues, la única parte en que podría descansar la *Teoría* de los Cataclismos pregonada por Cuvier.

Sin embargo, esa conexion se ha encontrado en la fauna de los Alpes, que contiene la del mar de la época triásica; faltando sin embargo ejemplares de transicion entre la época paleozóica i mesozóica; en cualquiera parte que se encuentre un fósil, será fácil distinguir si pertenece a la primera o a la segunda de estas grandes épocas; mas en la flora fósil no es igual, puesto que ya en la formacion permiana hubo cambios notables, que se mantienen en el Trias; sus elementos principales serían Cicádeas, principalmente el jénero *Pterophyllum* i *Coníferas*, entre éstas se distingue el jénero *Voltzia*.

Ménos importantes son los helechos, p. ej. *Taeniopteris* i las equisetáceas. En el reino animal desaparecen muchos ejemplares paleozóicos en el Trias, i son reemplazados por otros; desaparecen los *tetra* i *pentacorales* i se desarrollan en gran número los *hexacorales*.

Entre los Crinoideos viven sólo los de placas movibles i los erizos con 20 placas. Hai siempre muchos braquiópodos pero ceden su lugar a las conchíferas. Han desaparecido las formas de Cefalópodos de la época paleozóica, del orden de las *Nautiloideas*, quedando sólo el jénero *Nautilus*; en cambio aparecen gran número de Ammonites, que forman la serie de fósiles que nos guían en toda la época Mesozóica: en el Trias, formacion jurásica i cretácea; los *Orthoceras* no alcanzan a terminar el Trias i en su lugar aparecen *Atractites*, i los *Belemnites* tan importantes para conocer la formacion jurásica.

Por ultimo, en el grupo de los Vertebrados siguen los *Ceratodes* i *Ostracodes*; los anfibios adquirieron formas verdaderamente gigantescas (*Mas-*

todonsaurus giganteus, de 4 metros de longitud), pero desaparecen en esta misma época. Los Reptiles que ya existían en la formacion permiana o del Zechstein aportan formas estrañas i gigantescas, saurios terrestres, acuáticos i volátiles; aparecen por primera vez los *Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus*, *Dinosaurus*, etc., i siguen desarrollándose en la época jurásica junto con los cocodrilos i tortugas; por fin se encontraron en el *trias superior* pequeños dientes puntiagudos, de varias raices, que indican la aparicion de los primeros mamíferos, probablemente de los Marsupiales!

En el Trias medio se depositaron grandes masas de cal de concha i en el Trias inferior subsiste un clima seco de desierto, formando la arenisca abigarrada. Los fósiles que nos guian a traves del Trias son pues: *Voltsia Hauri*, *Pterophyllum irregulare* i *Pt. Bronni*; *Taeniopteris Haidingeriana*, *Posidonomya Clarai*, *Triolites cassianus*, *Ceratites trinodosus*, *Myophoria Kefersteini*, *Pinacoceras Metternichi*, *Avicula contorta*, *Trachyceras triadicum*, *Terebratula pyriformis*, *Gervillia inflata*, *Encrinus liliiformis*, *Ceratites nodosus*.

El Trias, como lo indica su nombre produjo tres minerales útiles, como ser: La *sal*, el *yeso* i el *carbon*; en el calcáreo se encuentran tambien cincidos i piedra calaminaria; el *yeso* i la *sal* indican un clima cálido; tambien principia la reaccion por plegaduras sobre las capas carbono-permianas i los consiguientes hundimientos. Nuestro Chile se encuentra desde el grado 33 de latitud hácia el norte entregado a Neptuno i hácia el sur libre de mar; el mar territorial arjentino hasta cerca de dos grados longitud para adentro, es tierra firme; en los llanos de Manso i Santiago del Estero tienen lugar grandes erosiones i el Uruguay es un foco volcánico.

2. FORMACION JURÁSICA.—Alejandro Brongniart i Humboldt, tomaron el nombre del Jura suizo; las capas erosivas de esta formacion tienen un espesor que fluctúa entre 800 i 1,000 metros, pero contienen un gran número de fósiles.

Los *Ammonites* llegan a su completo desarrollo i constituyen por consiguiente el fósil indicador de este período, aunque ya los hai en gran número en el Trias i en el Cretáceo; los mas antiguos se estinguen; tambien figuran ventajosamente los *Belemnites* cuyos antecesores, los *Aulacoceras* ya existian en el Trias, llegan a 1 metro de longitud.

Los Reptiles ocupan el océano, la tierra i el aire; entre los saurios terrestres hai algunos de 30 metros de largo el *Atlantosaurus*, el *Brontosaurus* mide 18 metros; en el mar los *Ichthyosaurus*, el dragon marino *Ple-*

siosaurus; un saurio alado el *Rhamphorhynchus*; un *Pterodactylus* tiene la estructura de un murciélago.

Los vertebrados aparecen con el ave primitiva *Archaeopteryx*, las primeras aves eran insectívoras, pues insectos ya existían en masa. *hormigas* i *Termites*; *langostas*, *libélulas*, *mosquitos*, *mariposas*, etc., según parece, de gran tamaño.

Los fósiles característicos de la época son: *Phylloceras heterophyllum*, *Arietites Conibeary*, *Lytoceras Francisci* del Lías; *Amaltheus margaritatus*, *Perisphinctes procerus*, *Trigonia costata* i *Diceras arietinum* de la formación jurásica superior; *Stephanoceras Blagdeni* del Dogger; del Lías es también *Gryphaea arcuata*; *Terebratula diphya* es del Jura superior; igualmente encontráronse esqueletos de cocodrilos marinos: *Teleosaurus bollensis* i de *Plesiosaurus dolichodeirus*. Hai grandes transgresiones de mar, producidas por plegaduras de montañas: todo nuestro territorio queda convertido en lecho de mar a excepción de la zona comprendida desde el grado 38 de latitud sur hasta el Estrecho de Magallanes; *la costa o sea la faja que hoy día forman los Andes constituye un gran foco volcánico*, ménos en la parte sur que queda fuera del Océano. Este dato es decisivo para apreciar la constitución de la Cordillera de los Andes; en la Argentina existen lavas desde el Lías, por esto parece que aun la cordillera actual estuvo bajo el océano i el foco volcánico corría paralelamente a la costa de entónces. Fuera de los fósiles enumerados encontramos: *Belemnites hastatus*, de las capas del Malm de Moravia; *Virgatites virgatus* del Jura superior de Rusia, i en las mismas capas de aquel país encuéntranse también *Aucella mosquensis*.

De la formación jurásica se origina también EL HIERRO, este metal tan útil es característico de la época que estudiamos, principalmente del Lías; en Alaska obtiéndose de las mismas capas el *Petróleo* (hidrógeno carburado); en la Suiza, *asfalto*; i por fin debe mencionarse la *caliza roja* como los mármoles de Salzburgo, de Adnet i otros.

3. FORMACION CRETÁCEA —Encuéntrase la cal blanca de los Foraminíferos, la tiza para escribir; la vejetación es la misma del Trias i Jura; en el Cretáceo superior encontramos palmas, Magnolias, Laureles, tulipanes, el canelo verdadero (*Cinnamomum zeylanicum* Blum.); Aceríneas, Salicíneas; *Fuglandáceas* i *Betuláceas*; estas especies llegaban muy al norte, así especies subtropicales como el *Artocarpus* se daban en el Cretáceo a 70° de latitud Norte.

Si principiamos a estudiar los animales superiores, encontramos que desde el Trias ha habido un desarrollo insignificante; siempre se trata de

animales del tamaño de los ratones, aunque se encuentren representados los Marsupiales, Entomófagos i aun Carnívoros o animales de rapiña.

Las aves son muy numerosas i muestran la característica antigua de tener el pico dentado; junto con aves de desarrollo perfecto se encuentran numerosas especies que en vez de alas tienen muñones de alas, parecidas a los pingüines de ahora; como lo parece ser *Hesperornis regalis*. Había igualmente saurios volátiles que adquirirían considerable tamaño, el mayor de ellos debió ser *Pteranodon*, parecido a nuestro *quetru*, o al albatros, que ocupaba, con las alas estendidas, 4 metros; mas el *Pteranodon* ocupaba 6 metros. El cuerpo era relativamente pequeño, pero la cabeza tenía un largo de 76 centímetros con huesos delgados como papel, i que se prolongaba en dos mandíbulas puntiagudas, largas i edentadas i poseían un saco gular como nuestro pelícano; cazaban probablemente peces en el mar Cretáceo; en la época de la incubación ocupaban islas, pues Juan Walther ha encontrado restos de 600 ejemplares, correspondientes a 5 especies, en un solo sitio. En este período alcanzaron los Saurios el máximo de su desarrollo p. ej. el Dinosaurio, *Triceratops*, herbívoro, semejante al rinoceronte, de 7 metros de longitud; en la parte posterior del cráneo tenía un escudo nuchal i cuernos resistentes encima de las cejas i sobre la nariz. Existían numerosos animales, representantes del Cangurú, los que saltaban para asaltar, pero que caminan en dos piernas, apoyados en la cola.

Entre ellos hai herbívoros como los Iguanodon, con sus pies provistos de púas; alcanzan a 10 metros de largo i vivían en los bosques pantanosos.

El *Tirannosaurus* tenía las extremidades anteriores atrofiadas sin dejar de ser un terrible animal de rapiña; mas terribles i lijeros eran los Pythonomorfos, saurios marinos de 7 metros de longitud; se ha encontrado un *Tilosaurus* completo de 9 metros de largo, hasta con el cuero, de modo que ha podido estudiarse en todos sus detalles; es un cuerpo de pez con cuatro aletas gruesas i cortas, con una cola divergente i una cabeza de lagartija con saco gular; eran muy numerosos a la manera de los delfines de hoy, sólo el Museo de Newhaven posee restos de 1400 ejemplares distintos. Hai que agregar que los cerátodos ceden su lugar a los peces osculados i las tortugas de mar pierden su coraza córnea. El factor principal de los Evertebrados marinos forman los calamares: *Belemnites* i *Ammonites*, formando ellos los fósiles principales de la época como *Hoplites* en el cretáceo inferior i *Acanthoceras* en el medio i superior.

Se presenta una notable característica para la formación cretácea: los *Ammonites* que formaban desde su aparición magníficas envolturas regu-

lares en espiral i cerradas, *dejeneran* a un tiempo en todos los grupos, formando variaciones; como fósiles característicos tienen gran valor, por ejemplo *Crioceras*, con espiral abierta; *Scaphites* tiene las primeras espirales unidas, las demás se separan hasta volver a juntarse al fin; *Turrilites* tiene forma de torre, *Hannites* derecha i arqueada en los extremos, *Baculites* es derecho, i muestra líneas lobulares, *Crioceras*, *Turrilites*, i *Hannites* pertenecen al cretáceo inferior, *Scaphites* al medio i *Baculites* al superior.

Dejeneraciones parecidas nótanse entre los Moluscos; *Inoceramus*, sin embargo, tiene forma regular i presenta muchos fósiles de guía.

Repentinamente alcanzan su pleno desarrollo los jéneros *Radiolites*, *Hippurites* i conjéneres; una de las conchas es cónica i coniforme i la otra forma una simple tapa con engranaje; para el cretáceo superior es característica la *Actaeonella*.

En su compañía aparecen erizos notables, los mas son espatánjidos enteramente irregulares de estructura cordiforme; *Toxaster* del cretáceo inferior, *Micraster* del superior, i no hai que olvidar los corales, esponjas i Foraminíferos (productores de la tiza para escribir).

La Flora de la época cretácea es importante por la aparición de las Fanerógamas; el final del cretáceo se distingue por un fenómeno notabilísimo: los *saurios desaparecen* todos sin escepcion! los *Ammonites* desaparecen igualmente i sólo se salvan unas pocas formas de Belemnites. Quedamos a las puertas de la época moderna. Existe una espantosa mortandad de seres, i si la teoría de Cuvier (teoría destructiva o de las catástrofes) tiene alguna base, es precisamente en esta época.

Sobrevienen grandes cambios en mar i tierra; nos interesan sólo los de nuestro hemisferio. *Sud-América queda separada* de Centro América; Chile desde el grado 33 para el Norte, i la rejion Cordillerana desde el Norte hasta el Cabo de Hornos quedan debajo del Océano. Se ha formado una gran isla longitudinal desde el grado 33 al Sur, incluyendo a nuestras islas del Sur que forman un sólo todo i aun ocupa el mar hácia el Occidente en dos o mas grados longitudinales. En Llanquihue entre el mar i la cordillera de la costa hasta el rio Maullin hai transgresion de mar. Durante el cretáceo inferior i Cenoman ha sido tierra firme, con mas una parte que ahora es océano i en el *Turon* estuvo bajo mar, es la única transgresion de *Turon* en Chile. El continente ocupaba una ancha faja del Océano Atlántico actual; entre el Africa i la América del Sur existia una isla de considerable tamaño, resto del Continente de Gondwana; el *Continente Asiático se prolongaba hasta la punta sur de la isla de Madagascar, paralelamente*

al africano. El Polo Norte se encuentra al sureste de las Aleucianas, hácia el fin del cretáceo.

En la América del Sur no se encuentran rocas eruptivas de esta época. Estando el Polo Norte al Sureste de las Aleucianas 52° latitud Norte, 170° longitud Este, el Polo Sur debe encontrarse al Noroeste de las islas Bousset, en pleno Atlántico del Sur.

Enumeramos los siguientes fósiles del Cretáceo, por ser de interes: *Acanthoceras Martini* (cretáceo médio); *Hoplites tuberculatus* i *Crioceras Emerici* del Cretáceo inferior; *Pachydiscus Seppenradensis* (un Ammonites de 2 metros de diámetro) del cretáceo superior de Westfalia, *Macroscaphites Ivani*, *Turrilites costatus*, *Baculites ovatus*, *Hippurites cornuaccinum*, *Actaeonella gigantea*, *Inoceramus Cripsi*; *Toxaster complanatus*, *Micraster* sp. i los corales *Ciclotites elliptica*, *Gyrosmlia Edwardsi*.

V.—PERÍODO CENOZÓICO

Epoca 1.^a *Terciaria antigua o Paleójena*.—La Edad Media de la Historia de la Tierra termina con una gran mortandad, i doblamos la hoja; principia la Edad Moderna con la aurora de una nueva primavera en el reino animal, la Botánica tívola ya en el Cretáceo.

El nombre «terciario» pertenece todavía a los principios de la Jeolojía; Juan Arduino, quien consideraba las erosiones *arcaicas* i *paleozóicas* como *formación primaria*, designaba la época *Mesozóica* como *periodo secundario*, i le agregó el *neójeno jeológico* como *tercera época* i la época mas reciente que constituye la union con la actual se designó por «*cuartaria*.»

Despues de la gran transgresion del Mar Cretáceo, el Océano se retira poco a poco de los continentes de hoí, de modo que en el terciario neójeno sólo se observan ensenadas mas o ménos grandes.

El límite entre mar i tierra cambia continuamente: aquí se ven transgresiones, allá regresiones; así se hace difícil determinar las edades jeológicas. El ya citado *Sir Charles Lyell* salvó la dificultad, observando que miéntras mas se acercaba el tiempo neójeno, mas aumentaba el porcentaje de las formas vivientes actuales i así, dividió la época en tres partes: *Eoceno*, que significa *Aurora* de un nuevo tiempo que casi no contiene formas de la actualidad; *mioceno*, en que hai mas formas antiguas que nuevas; i *plioceno*, en que aparecen mas *formas recientes* que antiguas.

Se conserva todavía la division hecha por Lyell, pero con el agregado de Beyrich, quien creyó necesario intercalar entre el *eoceno* i el *mioceno*

otro periodo, que llamó **oligoceno** que contiene las especies *neójenas aisladas*. Por esto se hacen hoy día 4 divisiones en el terciario: *eoceno* i *oligoceno* como terciario antiguo o *paleógeno*, i las dos restantes: *mioceno* i *plioceno* como terciario nuevo o neógeno. Como representantes de los Saurios quedaron los *Reptiles modernos* entre los cuales se desarrollan las serpientes; se desarrolló un nuevo orden de animales, los *Mamíferos*; en el Trias ya lo hemos visto con poco desarrollo, pero al fin del *eoceno* vivían ya los ascendientes de Solidúngulos i Multúngulos, Proboscídeos, manatíes o vacas marinas en especies bastante grandes, lo mismo que los *Creodontia*, ascendientes de los Rapaces o Carnívoros; los elementos se llenan con mamíferos; en el mar los antepasados de los Delfines; encuéntrase roedores i entomófagos como también murciélagos; no se encuentran en el mar ni ammonites ni Belemnites del mesozóico, i de los modernos sólo el *Nautilus* lleva concha. El primer lugar ocupan los moluscos, pero faltan las formas de conchacion; hai erizos en gran cantidad, pero se salvan pocas especies de crinoideos, braquiópodos, i cefalópodos. Son propios del terciario paleógeno los nummulites, formas gigantescas de Foraminíferos que tienen un diámetro hasta de 6 centímetros; con el principio del terciario se unen las dos Américas; por el lado de Panamá probablemente hubo comunicacion del Pacífico con el Atlántico; en éste existe todavía la gran isla, resto del Gondwanaland; Africa ocupaba mayores dimensiones que ahora i el Asia se prolongaba como en el período cretáceo hasta el Sur de Madagascar; por la Argentina pasa un período de grandes erosiones. De este período subsisten piedras calcáreas i areniscas a propósito para construcciones, también margas, areniscas i arcillas; yeso i carbon oligoceno.

Los fósiles más notables de este período son: *Nummulites striata*; *N. perforata* (eoceno); *Carcharodon megalodus* (paleógeno); *Cerithium Roncannum* (eoceno i toba volcánica); *Corbis lamellosa* (del eoceno i tobas).

Plocophyllia caliculata (oligoceno); *Cardita imbricata* (oligoceno); *Isastraea elegans*, *Harpatocarcinus quadrilobatus* (oligoceno); *Conoclypeus conoides* (eoceno); *Velates Schmiedeliani* (toba volcánica); *Scatophagus frontalis* (eoceno); i los siguientes ejemplares botánicos:

Quercus mediterranea, (oligoceno); *Ulmus prisca* (id.); *Laurus nectandroides* (id.); *Ficus Thaliae* (id.); *Betula Dryadum* (id.); *Amygdalus Radobojana* (id.) *piña de pino* (id.); *Magnolia diana* (id.); *Populus crenata* (id.).

2.^a Época; *Terciaria nueva* o NEÓGENA.—En la Fauna marina de esta época hai pocas características; consta principalmente de Erizos, Moluscos

i Caracoles en gran cantidad; los Nummulites disminuyen considerablemente.

La fauna terrestre se distingue en el *Mioceno* por la aparición de gigantesco elefantes; el *Dinotherium* con dos colmillos en la mandíbula inferior, arqueados hácia abajo i el Mastodonte (*Mastodon*) que tiene en cada mandíbula un par de colmillos; varias especies de Rinocerontes, los primeros caballos triangulares (*Anchitherium*) i rumiantes con cuernos anchos aplanados; por fin verdaderos carnívoros como el terrible tigre con dientes en forma de sable, el *Machairodus*.

En el *Plioceno* existe una fauna terrestre parecida, aunque no rica; aun subsiste el *Dinotherium* i del jénero *Mastodon* hai varias especies; el caballo triangular, *Anchitherium*, es reemplazado por el *Hipparion*, los rinocerontes son mas numerosos i se les agregan los Ciervos, los Antílopes i las Jirafas.

A fines del *Plioceno* vienen los verdaderos elefantes: *Elephas meridionalis*, *E. antiquus*; el primer caballo verdadero: *Equus Stenonis* i una especie de hipopótamo. La transición del paleógeno al neógeno se distingue por otra regresión del mar. Durante el plioceno se une Sud-América con Norte-América; existe la unión de Europa con Groenlandia i Labrador; la gran isla Atlantis fué destruida en gran parte; se interrumpió la unión con Madagascar; estos procesos duraron hasta la época cuartaria.

En la época neógena se desarrolló el vulcanismo. Surjió una verdadera serie de volcanes que rodeaba el océano Pacífico, sin contar los que pasaban por Asia Menor, la India, la China i por las islas de Melanesia, Samoa, Marquesas, Islas de la Sociedad, Pitcairn, Pascua, Juan Fernández, que constituían un verdadero puente desde el Asia a la América del Sur. Hemos mencionado ya los minerales de la formación terciaria que son carbon, yeso i sal de piedra i algunas rocas eruptivas, las traquitas, contienen venenos de oro i plata. El Ecuador terciario corta Sud-América oblicuamente desde Georgetown de la Guayana Inglesa hasta el Callao aproximadamente i el polo sur se acercaba al grado 60° de latitud sur, pasando por el grado 25 de longitud oeste.

Los principales fósiles que sirven de guía a través de la época son: *Cerithium margaritaceum* del mioceno inferior, *Cardium plicatum*, *Pecten solarium*, *Tellina planata*, *Mytilus Haidingeri*, *Turbo rugosus*, *Venus (Chione) clathrata*, *Cardita Youanetti*, *Conus Mercati*, *Turritella turris*, *Cassia Saburon*, *Arca diluvii*, *Solenomya Döderleini*, *Strombus coronatus*, *Murex aquitanicus*, *Chama gryphoides*, *Pyrula rusticola*, *Pectunculus pilosus*, *Fu-*

sus longirostris, *Spondylus crassicostatus*, *Clypeaster grandiflorus*; todos del mioceno; *Melanopsis Martiniana*, *Congeria Partschi* pertenecen al plioceno.

En el Mioceno se observa, además del surjimiento de la Cordillera de los Andes, un agrandamiento del continente hacia el Pacífico, justamente en la misma zona, en que al principio de este trabajo colocamos las mayores profundidades de nuestro mar territorial, quedando bajo el océano la parte de Llanquihue i Valdivia que se encuentra entre el mar actual i la Cordillera de la Costa; Chiloé aparece en el mapa jeológico como tragada por las olas i las islas restantes forman un solo cuerpo con el Continente; la Provincia del Plata también es lecho del océano, pero en cambio el lado oriental del Continente conserva su faja de tierra firme.

Respecto a la zona antedicha, que se extiende a lo largo de la costa chilena, debe de haberse hundido a medida que se han desarrollado las cordilleras o, más propiamente, montañas en la sección sur de los Andes i de la costa.

3.º ÉPOCA CUARTARIA.—Con la formación cuartaria termina la Historia de la Tierra; esta época encierra los últimos sucesos jeológicos.

En Europa sobrevino el período glacial ya a fines del terciario, hasta que en la época cuartaria adquirió su máximo, después desaparecen los ventisqueros, i nos encontramos en pleno período actual.

Se ha querido relacionar las enormes erosiones del período glacial con el Diluvio Universal, pues inmensas estensiones aparecen cubiertas con balasto i terromontero de rios, que a primera vista puede atribuir un observador novel al fenómeno del diluvio, de que habla la Biblia.

En realidad no hai tal relacion, aunque jeólogos modernos han pensado que el Diluvio pueda relacionarse con el repentino derretimiento de los ventisqueros diluviales; jeológicamente no se puede probar el Diluvio de corto tiempo, como se realizó aquél, i el muchas veces citado jeólogo vienés, Eduardo Suess, cree que fué un fenómeno local producido por una ola sísmica, que viniendo del golfo Pérsico, haya penetrado a la Mesopotamia; aun no está resuelto por los jeólogos este fenómeno que, por lo demás, no tiene importancia en Jeología; el término diluvion fué adoptado equivocadamente en Jeología, pero en contraposición se usa también aluvion para designar el terreno de acarreo; la fauna i flora del cuartario se relacionan íntimamente con las de la última parte del período terciario: vivia el gran elefante *Elephas antiquus*, un rinoceronte (*Rhinoceros Mercki*), un hipopótamo, un terrible felino (*Machairodus*) i un caballo antiguo (*Equus*

Stenonis); estos animales fueron aniquilados por el hielo i aparece la época del Mamut (*Elephas primigenius*) i demas animales de las cavernas. Al final de la época glacial desaparecen éstos, quedando el caballo, los renos, etc.

Las formaciones diluviales se distinguen de las erosiones de las demas formaciones, porque deben su orfjen no tanto a los mares i lagos, sino a los rios, ventisqueros i al aire; grandes rocas eran arrastradas i trasportadas a rejiones, donde no existe roca igual; se llaman bloques erráticos, como los que Lyell ha encontrado en Llanquihue; los ventisqueros dejaban, al fin, vallas o diques, los llamados canchales. El hielo, por su accion de transporte i tambien su accion disolvente, ha contribuido en mayor grado a formar la capa cuartaria, que descansa sobre las de las formaciones anteriores i consta, debido a su formacion reciente, de material suelto, como arenas, tierra de miga, arcillas i balasto de rios, formando un suelo apto para el cultivo. En el sur de Chile aun se ven los efectos del período glacial i que han debido influenciar una zona mui vasta, que estudiaremos al tratar de la *jeolojía regional*.

Los ventisqueros no tienen un perímetro constante, cambian cada 35 años en su avance i retroceso; fenómeno que en mas grande escala debe haber tenido lugar en la época glacial, dejando marcados los diques i por este medio pudo comprobarse movimientos de masas de distinta intensidad; en Norte-América se han comprobado 4 épocas glaciales. Es imposible traducir en tiempo la duracion de los distintos períodos i épocas; aun se ha querido fijar el tiempo desde que existe el jénero humano, pero los cálculos carecen de base: *Mortillet* calculaba 230,000 años; *Lyell* mas o ménos 150,000, *Schaeffhausen* cree que no debe calcularsele mas de unos 10 a 15,000 años. Se ha calculado en los últimos tiempos cuántos años habrá necesitado la catarata del Niágara para trasladarse desde el lago Ontario hasta el sitio que hoi día ocupa i estos cálculos—que fueron muchos—fluctúan entre 18,000 i 7,000 años. Para ello debe tomarse en consideracion la cantidad del agua, velocidad de la corriente, estructura i naturaleza del terreno.

La fuerza de erosion del agua es mui grande; en Marzo de 1912 tuve ocasion de ver en Coya, donde está el establecimiento eléctrico de la Braden Copper Co., cómo un escape de agua sobrante de 60 litros por segundo ha podido hacer una erosion de 38,000 metros cúbicos de terreno pedregoso de cerro, precipitándolo al rio Cachapoal en el espacio de 8 meses; el cerro tiene una inclinacion de 43° bajo la horizontal.

El período cuartario presenta un aspecto interesante en la rejion que va a ser objeto de nuestro estudio especial o sea en

La Jeología de Llanquihue i Valdivia

Hemos visto como esta rejion fué cubierta por las aguas desde el período arcaico-eozóico hasta la formacion devoniana, cuando surge de las ondas formando tambien las islas un solo todo con parte del continente; en la formacion carbonifera vuelve a sumerjirse una angosta faja litoral quedando siempre la rejion de las islas en seco; en la formacion permiana queda fuera del mar i aun agrandada la zona con una ancha faja que hoi pertenece al mar territorial, formando un solo continente que se extiende mui al sur, probablemente se une con el continente polar antártico; en el Trías superior sigue lo mismo i en el período jurásico gran parte, la correspondiente al valle Central está cubierta por el mar quedando siempre la rejion de las islas unida a una angosta faja del continente i se desarrolla el vulcanismo en el centro de Chile.

En el Cretáceo sigue pasando el mar por el valle Central i se ha agrandado hácia el norte la isla o zona que forma hoi nuestra cordillera de la Costa. En el período terciario paleógeno, o sea en el *eoceno* i *oligoceno* forma parte del continente, no existe el archipiélago del sur, tal como las Islas Británicas formaban parte del continente europeo en la misma época: el eoceno medio, durante el mioceno superior i estando separadas del continente durante el oligoceno medio formando una sola isla, i en el cretáceo medio formando dos.

En el Mioceno se pierde bajo el mar la isla grande de Chiloé i parte de la costa de Llanquihue i Valdivia. Se advierte que en ámbos hemisferios ocurren fenómenos idénticos.

Cuando se manifestaron los primeros signos de solevantamiento, o mas bien, cuando estalló el foco volcánico por el lado oriental, que corresponde al centro de Chile, en la época jurásica, se habia separado la América del Sur del continente africano, habiase partido el continente de Gondwana justamente entre los grados de longitud en que el Atlántico presenta la zona desde Groenlandia hasta el océano Antártico que ahora fluctúa entre 2,000 i 4,000 metros de profundidad, pero que entónces, segun las leyes de presion recordadas, debe de haber sido mas profunda, entre los grados 28 i 31 de longitud oeste; esta especie de falla del Atlántico recibia ademas el peso del continente africano i gran parte de la Gondwana de ese lado, pre-

sion que ha tenido que gravitar en ángulo recto hácia 90° al oeste o sea entre los grados 118 i 121 de longitud oeste, que corresponden entre el Ecuador i 52° l. s. a una profundidad que fluctúa entre 2,000 i 4,000 metros i mas al sur de 4,000 a 6,000 metros. Levantándose la zona mencionada del Pacífico ha debido producir profundidades laterales por vía de compensacion i la masa así formada ha ejercido presion sobre el continente americano, como hemos dicho al hablar de la formacion de la cordillera. Al estudiar las rasgaduras de la cordillera de Valdivia i Llanquihue, se siente uno inclinado a creer que ella es de formacion posterior i puramente volcánica. De esta duda nos saca la forma encorvada hácia el oriente de la punta austral del continente, la que demuestra que ha recibido una presion lateral, que ha venido de tres partes: del centro o macizo de la cordillera de los Andes hácia el sur, del oriente por la masa del continente hundido de Gondwana i del occidente o sea del macizo del Pacífico; una fuerza central i dos laterales tanjenciales hácia el sur han motivado las interrupciones en el encadenamiento no interrumpido de los Andes i el hundimiento de la parte sur del continente ligado a las tierras antárticas lo mismo que el dislocamiento en la parte del Pacífico que formó esa infinidad de islas i fjords, obra que completó el *periodo glacial* de esta parte de Sud-América que es el mas reciente en la masa continental del globo.

Si en el Mioceno desaparece una puntilla, gran parte de Llanquihue, desde el canal de Chacao al norte es debido a que el mar ocupa por el lado oriental una parte del Plata i parte sur del Uruguai, estendiéndose la Patagonia océano adentro hasta el mismo grado de longitud en que desemboca el rio Colorado, i uniendo el continente con las islas Malvinas o Falkland.

Sin embargo, clasifíco estas montañas en el número 1, o sea en *Montes cónicos de cima redonda o volcánicos*, porque el vulcanismo es en ellos mas activo que en ninguna otra parte; véanse los campos de lava del volcan Osorno, provenientes de erupciones de épocas bastante remotas, etc. El *periodo glacial* de la época cuartaria llegó desde el Polo antártico hasta mas al norte de los orígenes del rio Colorado por el lado oriental, i occidental, o sea hasta el grado 35 de latitud sur en forma de hielo continental i ventisqueros, llegando los actuales ventisqueros regulares, segun Fonck, hasta Villarrica; segun la carta jeológica de Kreichgauer, hasta el sur de Puerto Montt; Philippi es de opinion que llegan hasta mas al norte de Talca; i tal vez se encuentran pequeños ventisqueros en la cordillera de la provincia de Santiago; el hielo continental i ventisqueros tambien cubrieron el archi-

piélago de Chiloé i las islas mas al sur, durante gran parte del período cuartario.

Es conocidísimo el fenómeno que, cuando aparece un volcan, tiene por consecuencia el hundimiento de un terreno mas o ménos inmediato; las estratas tratan de afirmarse para rellenar la parte que ha tomado la fuerza volcánica para formar el cono; fórmanse entónces *grandes tasas, hoyas o valles cerrados*; esto explica lá existencia de uno o mas lagos a inmediaciones de un volcan o sistema de volcanes i segun el mismo principio debemos explicarnos el gran número de lagos cordilleranos i precordilleranos de Valdivia i Llanquihue.

Al formarse esas hoyas volcánicas, tambien *se inclinan las estratas* segun el lado por el cual han perdido el equilibrio.



Fig. 4.—El volcan Calbuco desde «La Poza», lago Llanquihue. Fotografia del señor Amaru Fujii, secretario de la Legación japonesa

Estos fenómenos jeneralmente son lentos, pero se observa en las estratas tambien *cortes abruptos*, una *parte hundida*, otra *levantada i aun superpuesta*, hechos que revelan una *accion rápida o de cataclismo*, sea vulcanismo sólo o acompañado de fenómenos sísmicos, puesto que los dos fenómenos suelen acompañarse o ser jemeles. Estudiaremos mas adelante casos concretos de los indicados.

La zona que hacemos objeto de nuestro estudio se estiende desde el

límite sur de la provincia de Llanquihue, que es el grado 47 de latitud sur, hasta el rio Tolten que desemboca en el mar a los $39^{\circ}15'$ de latitud sur, i alcanza sobre la línea férrea Pitrufquen-Antilhue a $38^{\circ}58\frac{1}{2}'$ l. s.; el límite mas boreal de la provincia de Valdivia se encuentra en este punto a $38^{\circ}59'$, el límite oriental de la zona lo forma el internacional con la República Argentina i el occidental la costa del Pacífico, descartando la provincia de Chiloé, formada por la isla Grande i las adyacentes; su límite austral encuéntrase a los $45^{\circ}44'30''$ l. s. sobre el grado 75 de longitud oeste; de aquí se dirige la línea limítrofe con Chiloé, departamento de Castro, hácia el oriente, atravesando el grupo de las Islas Catalina, sigue por la Boca Wickham, atraviesa el canal Pulluche (punto a donde ha llegado jente); sigue derecho hácia el canal Chacabuco i a la salida de éste dobla hácia el norte por el medio del canal Errázuriz entre las islas Humo i Luz, por el poniente, i la de Traiguen, por el oriente, sigue siempre al norte atravesando el canal de Moraleda i despues el golfo Corcovado, tuerce hácia el oriente atravesando el grado 73 de longitud oeste, a los $42^{\circ}56'$ de lat. sur, pasa entre el continente i la Isla Talcan, siempre hácia el norte i entre las Islas Chauques i tierra firme, volviendo a cortar el grado 73 lonj. i $42^{\circ}10'$ lat. s., atravesando el golfo de Ancud, pasa por el canal de Chacao (Comunicacion de los patos).

La ruta del límite provincial indicada, deben seguir los vapores que hacen la carrera por el Estrecho de Magallanes i quieren aprovechar la navegacion por los canales, para evitar los temporales del Océano abierto.

De la provincia de Llanquihue pende, del extremo sur-occidental, un cuadrilátero surcado por muchos canales, esteros i ensenadas: es la península de Taitao, entre los paralelos $45^{\circ}50'$ i $46^{\circ}47'$ i los meridianos 74° i $75^{\circ}38'$, i cuya parte sudoeste forma la península de Tres Montes; la de Taitao está unida a Llanquihue por el istmo de Ofqui, cuya parte mas angosta mide 1,968 metros; abriendo este istmo se formaria una magnífica ruta de navegacion desde los canales Errázuriz i Costa, bajando por el estero o canal Elefantes hasta el golfo del mismo nombre; el rio Témpanos une el golfo Elefantes i bahía San Rafael con el lago San Rafael i la apertura de Ofqui comunicaria este lago con el rio San Tadeo, que desemboca en el golfo San Estéban, parte noreste del de Penas, i de éste entraria la ruta al canal Messier, etc. Aunque en el lago San Rafael hai témpanos de hielo que vienen de las alturas del ventisquero, entre 1,300 i 1,400 metros, sería esta ruta siempre mas segura que la oceánica.

La parte oriental de la ruta indicada está inesplorada i cubierta en las

partes altas de nevados i ventisqueros entre los grados 47 i 46 de latitud, pero hai tambien valles importantes; i aun la estension entre los grados 46 i 43 l. s. no está todavia explorada. El único medio para fundar poblaciones i aprovechar esta parte del pais será estableciendo la mencionada ruta de navegacion, dotándola de los medios necesarios de seguridad; puede que este notable hecho se produzca antes del 2.º centenario de nuestra Independencia! Hai tambien necesidad de mejorar la navegacion en el Canal de Chacao!

Todos estos canales son de agua salada, ya que están en comunicacion con el mar; hai tambien lagos salados, los que no tienen salida o desagües; los rios traen cierta cantidad de sales que se acumulan en el espacio de miles de años i forman los lagos salados, como sucede en las rejiones desiertas, p. e j. en el Norte de Chile.

Nos vamos a ocupar ahora de los lagos de agua dulce, que son los cordilleranos comprendidos en la zona de nuestro estudio; pasan de treinta o mas exactamente son 34; todos tienen desagües. Su existencia, vuelvo a repetirlo, se debe al vulcanismo i a los ventisqueros. Tambien contemplaremos en el presente estudio el límite internacional en consonancia con el famoso tratado del año 1881.

Si se hubiese tomado en cuenta la teoría de las altas cumbres, el límite internacional de Llanquihue habría seguido desde el paralelo 47º al 42º la costa, *Cerro San Clemente* o *San Valentin* 4058 metros, segun cálculos argentinos 3870 metros, *Monte Maca*, cuyas faldas caen al Estero del rio Aysen i al Cañal Moraleda, 2960 metros; *Monte Mentolat* en la Isla Magdalena, 1650 metros; Monte Melimoyu 2400 metros; *Monte Yanteles*, 2050 metros, a 10½ kilómetros de la costa del golfo Corcovado! volcan *Corcovado* 2290 metros; Monte Michinmahuida o Challapiren 2470 metros.

En la zona del paralelo 42º se presentaba una dificultad: el volcan Hornipiren con 1870 metros i al Este el Cerro Pitriquitron con 2160 metros para encadenar la línea con muchas otras alturas dificilmente determinables. Resultado: nuestros vecinos de allende los Andes habrían tenido entre los paralelos 47º i 42º las siguientes salidas al Pacifico: Rio Huemules, Rio Aysen, Canales de Gay i Jacar, Rio Vuta-Palena, Rio Corcovado, Rio Futaleufu, lago i rio Yelcho, rios Reñihue, i Vodudahue i los correspondientes pasos de esta rejion! Las mismas ventajas habríamos conseguido nosotros, si se sigue la línea del divortium aquarum; nos habríamos quedado en partes con toda la cordillera de los Andes i algunas altiplanicies de allende! Aun dejando a un lado el lago Buenos Aires (227 metros sobre el nivel del

mar) con sus afluentes orientales, entre ellos el famoso *Río Fénix*, cuyas nacientes en el cerro Ap. Juan 237 metros dirijense al oriente, para torcer hacia el occidente 20 kilómetros al oriente del lago Buenos Aires i desembocar en éste; segun Moreno no forma este hecho un principio jeológico, sino que se ha dirijido al Atlántico siguiendo el curso por un Cañadon que sigue al rio Deseado 470 metros de altura; tendríamos el valle de los nacientes del rio Huemules afluente del Simpson 604 metros de altura, el del rio Cisnes con sus afluentes 581 metros sobre el nivel del mar i el del Rio Carenleufu, 814 metros de altura i afluentes del norte como tambien el inmenso Valle Frio i nacientes del Rio Frio, 645 metros i el Valle 16 de Octubre que le sigue con las nacientes de los rios Corinto 565 metros i arroyo Nahuelpan entre 700 i 800 metros que con el Situacion, Angostura, Antifal i Percei forman el Rio Futaleufu, toda la hoya del Percei con sus arroyos afluentes; Rio Cholila, rios Fojel i Manso, como tambien toda la rejion oriental del lago Nahuelhuapi, incluso dicho lago etc.

Pero como ya hemos observado, las altas *cumbres de las cordilleras* son la base del *divortium aquarum* i sobre esta base se habia firmado el tratado, sin fijarse que no hai cordillera en esta zona, sino conos o cordones volcánicos, con sus respectivas tazas i valles. Nos resta sólo lamentar tan garrafal error, la herida principal que se le ha inflinjido a la nacion se estiende desde los paralelos 44° 25' hasta la rejion norte del lago Lacar, mas o ménos el paralelo 40° o sea en la extension de 4° 25' de norte a sur por un ancho medio de 41' o sean 24,555 kilómetros cuadrados, sin contar la parte sur del paralelo 47° ni la Patagonia cedida sin necesidad el mismo año del desgraciado tratado. Los tratados de paz con cláusulas arbitrales por ejecutarse en el futuro como tambien los tratados a prisa i mal estudiados son siempre una calamidad para las naciones; recuérdese que Alemania no seria hoi lo que es sin su política recta i enérgica i sin las soluciones violentas de los años 1864, 1866 i 1870-71.

EL LÍMITE INTERNACIONAL ARBITRAL

Los conceptos anteriormente vertidos no importan cargo ni recriminaciones a la política Argentina, al contrario, envuelven, un franco aplauso por su tino i sagacidad.

Chile entró a celebrar i a aprobar dicho tratado a sabiendas de que cometia una barbaridad: allí están las observaciones del Dr. R. A. Philippi, «Anales de la Universidad», año 1852, El volcan Osorno, altitud de diversos

puntos; i en los mismos Anales del año 1853, Expedicion al volcan Osorno, Mapa de las lagunas Llanquihue i Todos los Santos.

Y lo que es mas grave aun: *el Comandante Simpson de la corbeta Chacabuco, hizo el año 1870 una exploracion del rio Aysen, siguiéndolo en la parte que ahora se llama rio Simpson; traspasó los cordones de conos i pudo establecer que no hai cordillera o sea un enlazamiento ordenado de las montañas; este marino llegó a la conclusion que hai rios que traspasan la cordillera i que el antiguo continente americano ha estado sumerjido en esta parte incluso las pampas; por las demostraciones que quedan de la época glacial, es seguro que se ha formado ese mar de montañas en la época indicada.*

No se han tomado pues en cuenta tan útiles observaciones, ni aun las que hubieran podido sacarse por los pasos mas al norte: los de Bariloche, Perez Rosales, etc. El perito informante de Chile no pesó la importancia de la espedicion de Simpson, ni las personas que intervinieron en la confeccion del tratado por parte de Chile se ocuparon en estudiar la cuestion, siempre debido al poco estudio que gastamos aquí en negocios de Estado i debido tambien a la inestabilidad de los altos puestos del Estado i es ya desde mucho tiempo sabido que los presupuestivos, que son los únicos *que suelen ser hereditarios*, no se preocupan gran cosa del bien material de la República, no sienten la necesidad para hacerlo, en ellos constituye tal cualidad un patriotismo demasiado utópico (1).

El tratado de 1881 carecia pues de verdadera base científica. La República Arjentina habia adquirido de derecho la teoría de las altas cumbres, que es la principal, i a nosotros nos quedaba el derivativo, la teoría del *divortium aquarum*, secundaria respecto a la teoría primera, por ser consecuencia lójica de ella.

(1) «El Globus» de Braunschweig del año 1887 p. 255 da la noticia que la expedicion chilena del capitan Serrano por el rio Palena 43 ⁵/₄ l. s. i una segunda desde el Palena al Paso de Villarrica en que tomó parte el st. med. D. Otto Philippi han demostrado que el *divortium aquarum* no coincide con las mas altas cumbres sino que tiene lugar mucho mas al oriente en una altiplanicie de 500 metros sobre el nivel del mar, que los rios atraviesan la montaña por hondas quebradas i que segun lo ha hecho ver el señor H. Wichmann en Petermanns geographischen Mitteilungen (1887 p. 253), será necesario que los dos paises limítrofes celebren un nuevo tratado de límites; siempre se sigue ignorando o se hace caso omiso de los descubrimientos hechos con anterioridad, i que hemos citado arriba.

Las dos teorías no podían conciliarse; el tratado en sí tenía un vicio reprobatorio: o las partes contratantes ignoraban que las altas cumbres no coincidían con el divorcio o división de las aguas interoceánicas, ignorancia que de parte de los contratantes chilenos es imperdonable, o se procedía de mala fe; siempre quedaba una causal para anular el tratado, lo que efectivamente se ha hecho, después de serios conflictos diplomáticos, entregando la solución o nueva demarcación al árbitro británico, i cuya demarcación ha venido a ser el Tratado definitivo del límite internacional entre ambos países.

La República Argentina tuvo un hombre previsor i patriota en el doctor Francisco P. Moreno, fundador i Director del Museo de La Plata; desde el mismo año 1881 se ocupó en explorar los Andes limítrofes, de modo que en el año 1896, cuando fué designado perito por su Gobierno en la contienda con Chile, ya pudo presentar a su Gobierno los estudios del territorio argentino desde el grado 23 en la «Puna de Atacama, la rejion montañosa de la provincia de San Juan, la Rioja, Catamarca i Salta; la rejion andina i sus vecindades en los territorios del Neuquen, Rio Negro, Chubut i parte del de Santa Cruz».

En la comision que le confiara su gobierno utilizó el personal de jeólogos i topógrafos del Museo de La Plata, organizado por él i con sueldos tres veces mayores que los del personal del Museo de Santiago de Chile, después de su última reorganización, si se toma en cuenta la diferencia en el valor de la moneda. Debido pues a la intervención del señor Moreno conservó la República Argentina esos fértiles valles de que hemos hecho mención mas arriba.

S. M. Eduardo VII. asesorado por el alto comisionado coronel Thomas Hungerfield Holdich i miembros de la Geographical Society ha pronunciado en este litijio un laudo arbitral como difícilmente habrá otro igual en la diplomacia de las naciones, respetando los derechos adquiridos e inspirado por la justicia mas perfecta que es dable imaginarse, *si se toma en cuenta la situación que nos habíamos creado, al aceptar la teoría de las altas cumbres!*

En la zona que estudiamos principia el límite internacional austral en el paralelo 47° l. s. $71^{\circ} 57' 29''$ longitud oeste en la altura de 2540 metros sobre el nivel del mar, siguiendo el cordón entre los ríos Guisoca por el oeste i Zeballos por el este, hasta dar con el río Jeinemeni (900 metros de altura) sigue el curso de este río desde los $46^{\circ} 50'$ i la longitud anterior hasta su desembocadura en el lago Buenos Aires, que se encuentra a una altura

de 227 metros; es un lago rodeado por eminencias cuya altura fluctúa entre 1500 i 2500 metros, a escepcion de la parte oriental, cuya mayor altura es de 670 metros; actualmente no tiene desagüe, encontrándose encerrado por morenas hácia el oriente; segun los estudios chilenos forma una hoya aparte; pero debido al minucioso estudio del señor Moreno, el árbitro hizo pasar la línea divisoria desde la desembocadura del río Jeinemeni en dirección a la punta que baja del cerro Cabeza Blanca 1570 metros, sigue por alturas de 1510 a 1550, pasa por el cerro Ap Juan 2317 metros sobre el nivel del mar, en cuya falda oriental están las nacientes del río Fénix, sigue por las altas cumbres pasando por el cerro Rojo 1815 metros, toma el arroyo del Humo hasta su desembocadura en el río Huemules que así se llaman las nacientes i el primer curso del río Simpson hasta el punto a donde llegó el capitán Simpson el año 1871, a 520 metros sobre el nivel del mar $71^{\circ} 46'$ longitud $45^{\circ} 51'$ latitud sur; para esta designación el árbitro respetó el descubrimiento del capitán Simpson el año citado, i en el resto los derechos argentinos; la línea sigue por el arroyo Galera hasta el cerro de este nombre, 1480 metros i en seguida respeta el divortium aquarum de las nacientes del río Mayo, bordeando la orilla oriental del lago Thompson, pasa entre las lagunas Margarita por el oriente, i Castor por el poniente dejando por el lado oriente los pantanos de Coihaigüe, se dirige al cerro de este nombre 1080 metros, respeta las nacientes del arroyo Ñireguao, sigue por las partes mas elevadas del valle i río Goichel 800 a 980 metros hasta el Monte Negro Boscoso, 1198 metros hasta el cerro Katterfeld 1870 metros, 45° latitud sur 71° , $33' 20''$ longitud oeste. Aquí rodea completamente las alturas de los lagos de la Plata 941 metros sobre el nivel del mar i Fontana 940 metros i su respectiva hoya fluvial, tuerce hacia la Cordillera del Gato hasta el Cerro de los Cachos, 2000 metros i sigue el divortium aquarum, los arroyos que forman el río Cisnes por el occidente i los arroyos Appeleg i Omkel por el oriente, va en dirección poniente pasando por la loma Baguales en dirección al cerro Steffen, 2200 metros, baja al cerro Pan de Azúcar 1800 metros, sigue avanzando en el lado chileno i sube al cerro Cacique Blanco, 2100 metros $71^{\circ} 53'$ longitud, sube hasta atravesar el Río Pico $71^{\circ} 47' 35''$ longitud oeste $44^{\circ} 12' 19''$ latitud sur; hácia Chile se denomina Río Figueroa i desemboca al lago Roselot.

El árbitro le quita, pues, a Chile desde las nacientes del río Pico $44'$ de longitud o sean $57\frac{1}{2}$ kilómetros, i desde esta parte hasta el lago Lacar ya no toma en cuenta el divortium aquarum i para explicarlo habrá que remitirse a la Historia, a los acontecimientos desarrollados durante el largo

pleito i al estado actual en que se encontraban los puntos de ocupacion por ámbos paises a la época del fallo, pues ni se respetaron derechos antiguos como ser las expediciones efectuadas por misioneros i particulares desde el lado de Chile; lo que parece en adelante un *divortium aquarum* son los puntos altos entre dos hoyas de rios, pero de ninguna manera el *divortium aquarum* internacional. De rio Pico, que desemboca, como se sabe al lago Rosselot, sale o desagua del mismo lado en direccion noroeste juntándose con el Palena; la línea divisoria atraviesa siguiendo algunas sinuosidades de alturas esta especie de península entre las hoyas de ámbos rios hasta atravesar el rio Palena, en el punto donde el 5 de Febrero de 1894 encontró la expedicion científica chilena, compuesta de los señores Steffen, Stange i Krueger a algunos arrieros de la Comision Argentina; en la trayectoria atraviesa la línea el lago Jeneral Paz, 925 metros de altura a los $71^{\circ} 38' 45''$ longitud Oeste; del lago Paz nace el Carrenleufu, afluente del Palena; la línea internacional sigue la ruta del rio Encuentro, (de las dos expediciones en la fecha mencionada). Debo mencionar aquí el incidente enojoso del 7 de Febrero de 1894; a las 11 de la mañana de este dia fueron arrestados dos miembros de la expedicion chilena, señores Stange i Fischer i el agregado Mr. Collard por el sarjento arjentino Pantaleon Gómez; a las 5 de la tarde del mismo dia cayó tambien prisionero el señor Krueger; la orden de prision habia sido espedida con fecha 29 de Enero de 1894 con toda premeditacion por el comandante de la línea de Junin, don Mariano Fosbery. Este hecho tambien constituyó acto de autoridad local en el ánimo del árbitro, para hacer pasar la línea divisoria por esa rejion; dejará siempre un dardo en el corazon chileno, aunque en la Pampa de Teka i el Valle 16 de Octubre la Arjentina habia ejercido su autoridad desde algunos años atras!

Desde aquí sigue la línea las altas cumbres que separan el Valle 16 de Octubre de la parte Occidental i atraviesa el rio Futaleufu, tributario del lago Yelcho, en $70^{\circ} 45' 43''$ longitud Oeste, a 330 metros sobre el nivel del mar, dobla hácia el Occidente siguiendo el cordon de alturas, *atraviesa el grado 72 de longitud Oeste* a los 43° , i algo ménos de $9'$ de latitud Sur, para atravesar hácia el Norte el grado 43 de latitud Sur en el grado $73^{\circ} 4' 20''$ de longitud Oeste, quitándonos justamente un grado entero de longitud o sean poco mas de 82 kilómetros del ancho de nuestro territorio; esto hiere nuestro amor propio, pero donde realmente se subleva la sangre chilena es en la pérdida del territorio que sigue al Norte, entre los grados 40 i 43 de latitud Sur; aquí teníamos derechos adquiridos desde mui anti-

guo, i fué un profundo error, una confianza demasiado grande en sus derechos que tenia Chile, al no ocupar por colonias i reductos militares esta rejion! Las comunicaciones son fáciles desde los golfos de Ancud, Reloncaví, desde el lago Llanquihue i desde los centros poblados de Osorno, La Union i Valdivia; la mayor parte de esta rejion ha sido ocupada por particulares chilenos como potreros para animales i numerosos viajeros i exploradores chilenos la han cruzado, naturalmente nó en carácter oficial; así por ejemplo, las hoyas del Vodudahue i del Reñihue fueron ocupadas por los señores Burr, Navarro i Oyarzun, de Ancud, etc., i además pasaron el señor R. Montaner por el curso del río Reñihue i el padre frai Francisco Menéndez en los años 1783 i 1794 por el de Vodudahue llegando ámbos al lago Futralafquen i cordones altos de los Andes Orientales, hoi día argentinos.

El padre Menéndez pertenecia al Convento de Misioneros Franciscanos de Castro que ha evangelizado toda esa rejion hasta Nahuelhuapi; i lo mismo han hecho los Jesuitas; la influencia civilizadora de ella ha sido por consiguiente esclusivamente chilena!

En 1884 don Roberto Christie efectuó por encargo del Intendente de Llanquihue una espedicion a la Cordillera, para encontrar un camino fácil hácia las pampas argentinas. El 15 de Enero de 1884 partió de Puerto Montt, entró al estero de Reloncaví hasta Ralun, desde aquí en direccion al lago Calbutué, desde donde puede aprovecharse el lago Todos Santos, 184 metros sobre el nivel del mar.

El árbitro nos respetó el «Todos los Santos» i su hoya hidrográfica, lo que fué debido a este acto del Intendente de Llanquihue, de otro modo seguramente habria hecho pasar la línea internacional por las cumbres del Calbuco i del Osorno!

Es este un punto negro en el laudo arbitral, que debe prevenir a Chile de futuros arbitrajes, i es tambien una censura al Gobierno de Chile, que no ha hecho explorar la cordillera; es tarde ya, pero siempre se sacaria provecho, si se fundara en Chile una Sociedad de exploradores andinos, ¡cuántas riquezas no se descubrirían!

Volvamos a nuestro límite internacional, que en el grado 43° l. s. deja del lado argentino toda la hoya del lago Futralafquen, tan chileno por títulos antiquísimos; pasa por el boquete Oyarzun, descubierto i aprovechado por este chileno, hasta tomar el cordon Castillos i torcer por el cordon del Pico Alto i pasar entre los lagos Interior i Puelo, tomando hácia el Norte el cordon Nevado que pasa de 2,000 metros de altura, toma el cerro de la

Torre, 2,060 metros, i se dirige en línea recta hácia el Noroeste al cerro Uribe, 1,570 metros; sigue por los cerros Diez de Febrero i Verde i atraviesa el rio Manso en la desembocadura del rio Leones; por esta vía nuestros vecinos tienen salida al estero i golfo de Reloncaví, porque el rio Manso conduce al lago Tagua-tagua, i el rio Puelo une este lago con el estero de Reloncaví; no es esta la única gracia de la línea en cuestion; en el lago Interior cortó la continuidad del departamento de Carelmapu, que toca la línea divisoria desde este punto hasta el Portillo Menéndez a continuación de la laguna Vidal, nacientes del rio Vodudahue i hácia el Sur vuelve a continuar nuestro departamento de Llanquihue; *esto debe modificarse por razones administrativas!* Habia hecho esta digresion porque mas al norte veo con pena que los lagos Fonck i Mascardi, nombres queridos para Chile, son argentinos i lo mismo toda la hoya del lago Nahuelhuapi, evangelizada i regada con sangre misionera chilena! La línea atraviesa el 41° de latitud a los 71°53' de longitud Oeste, en lugar de pasar 53' mas al Este, pues ya en 1856 fué explorada toda la zona por los señores C. Fonck i Fernando Hess, este último era ingeniero de colonizacion al servicio del Gobierno de Chile, i el primero, médico de las colonias, tambien con nombramiento del Gobierno de Chile!

Mas al Norte, el árbitro toma los lagos como nacientes de los rios orientales i sigue las altas cumbres occidentales, sin importarle una nada que el lago *Lacar*, 630 metros de altura, tambien es nacimiento del rio Guahun, que desemboca en el lago Pirehuaico, 590 metros alt.; i este lago es igualmente nacimiento, rio Hui, que con el rio Neltume forma el rio Llanquihue, que desemboca en el lago Panguipulli, 140 metros alt., i que de este lago sale el rio Shoshuenco que desagua al lago Reñihue, 140 metros, del cual sale el rio San Pedro, que en union con el Collilelfu forma el rio Calle-Calle i éste con el rio Cruces forman en su union la isla Teja i el hermoso rio Valdivia, que desemboca en el Océano Pacífico en la bahía de Corral, formando ántes las islas Guacamayo i del Rei, i recibe ademas por el brazo Este, los rios Angachilla, Futa i Naguilan.

Repito, la mal fundada teoría de las altas cumbres que dividen las aguas nos ha hecho mucho mal, i le ha cabido la peor parte a la provincia de Llanquihue; mucho ha contribuido tambien la negligencia gubernativa.

Quedamos, pues, en nuestra casa, con mucha paz con nuestros vecinos de allende los Andes, gracias a la intervencion del fallo de Su Majestad Británica; se han ahorrado decenas de millones i millares de vidas; aprovechemos lo que nos queda, i si no nos han tocado los valles mas fértiles en

el occidente, es por culpa de la evolucion jeológica de la parte occidental de los Andes, que ha sepultado esos valles en los canales del Sur, el de Moraleda i en los golfos de Ancud i Reloncaví!

Síntesis: El mejor tratado de límites habria sido: «*El límite internacional entre Chile i Argentina será la línea que divide las aguas interoceánicas*».

La rejion comprendida entre 41° 50' i 47° de latitud sur, no la conozco personalmente, i debo referirme a ella, ateniéndome a los estudios practicados por Serrano Montaner, Vidal Gormaz i las comisiones de límites chileno-argentinas; a los datos jeológicos ya mencionados debo agregar que en los alrededores del lago Buenos Aires se encuentran trozos de rocas acarreadas por los ventisqueros, predominando *granitos, dioritas, pórfiros, rocas neo-volcánicas i calcáreos negros*, i en las sierras, andesitas, cuarzitas i esquistos; lo que nos prueba que pertenecen al mismo *grupo volcánico* que las que estudiaremos hasta el límite norte de la provincia de Valdivia; los grupos neo-volcánicos presentan dos cordones, mas o ménos paralelos, ya longitudinales, ya transversales; íntima conexión con este hecho tienen los valles profundos o zanjas u hoyas continentales, producidas por hundimiento de las glebas intermedias de los centros paralelos de solevantamiento, i si a esto agregamos que dicho solevantamiento o formacion de conos ha tenido lugar en la época glacial, en que pesaba una inmensa capa de hielo sobre la tierra firme, tenemos dos causas de formacion de hoyas, valles i lagos cordilleranos; muchos de estos lagos, que al tiempo del deshielo tenían salida perdieron ésta por el depósito en ella de terrenos de acarreo i piedras desmoronadas por la accion del hielo, la *formacion de morenas*, como pasa en el lago Buenos Aires hácia el oriente.

Igual esplicacion tengo respecto del archipiélago de Chiloé i las costas occidentales del continente, con la diferencia que Chiloé,—al contrario de la costa norte ha sufrido un hundimiento en época prehistórica, junto con el canal de Moraleda, golfo de Ancud, estero de Reloncaví, separándose tambien del continente por el canal de Chacao, etc.; esta esplicacion nos dan las rocas jeológicas de la parte norte de Chiloé, que tambien estudiaremos mas adelante. Con lo espuesto nos esplicamos nuestro sistema de montes, rios i lagos; los cordones que están a la orilla sur del lago Buenos Aires llegan a mas de 2,500 metros; en el lado norte pasan de 1,500, i al poniente, cordon Contreras, etc., pasan de 2,300 metros de elevacion, que forman tambien sus respectivas hoyas, por ejemplo, rios Ibáñez, Murta, Engaño, etc.

Encontramos repetidos estos hechos en la laguna de la Paloma, en los lagos Elizalde i Caro, lagunas Zenteno i Riesco; lagunas Pollux, Castor, etc., sin fijarnos en los esteros o ensenadas de la costa, como el estero Aysen i parte sur del canal de Moraleda en conexion con el macizo del Monte Macá, 2,360 metros, etc. El canal de Gay con la isla Magdalena i la altura del monte Mentolat 1,660 metros, hoya del rio Cisnes con las alturas del cerro Alto Nevado 2,030 metros, etc. Los lagos de la Plata i Fontana, rodeados por un verdadero iman volcánico con desagüe al oriente por el rio Senguerr, netamente arjentinos; lagos Verde i Jeneral Paz, atravesados de poniente a oriente el lago Yelcho en direccion oblicua, formando ángulo con la hoya del rio Futaleufu; los lagos Reñihue e Inferior forman tambien una hoya aparte con sus respectivas alturas, la principal de ellas, i con radio hácia el archipiélago, es el monte Minchinmáhuida (o volcan Challapirén) i las penínsulas a lo largo de la costa con sus esteros e islas, hasta el estero de Reloncaví, desde donde nos detendremos en observaciones hechas personalmente en distintos puntos.

ROCAS ERUPTIVAS

Antes de estudiar la Jeolojía del territorio colonizado, séanos permitido dar a conocer las rocas eruptivas arriba mencionadas; la mas comun es el *granito* (indij: lil): los *montes de granito* se distinguen por su *forma cónica* i forman a veces un verdadero mar granítico. El granito no es uniforme, sino que consta de tres o cuatro minerales distintos; por su lustre vítreo i fractura irregular se encuentra sin dificultad el cuarzo; éste constituye casi siempre un componente esencial, sin forma de cristales; como segundo componente encuéntrase un mineral de color blanco de leche o tambien gris o rojo en que se ven superficies lisas como un espejo, es *el feldespato*; por fin se distinguen hojuelas minerales mui brillantes de color blanco de plata o pardo oscuro, *la mica*, encontrándose en casi cada granito la *biotita* oscura, miéntras que la mica clara o *muscovita* acompaña con frecuencia la oscura o tambien puede faltar. A veces acompaña a la *biotita* un mineral verde de columnitas longitudinales mui partibles, *la blenda*. *William Nicol* hizo el año 1831 las primeras películas mineralójicas para examinarlas al microscopio, que fueron perfeccionadas por *Sorby* en 1858 i despues por *Fernando Zirkel* en 1863; desde entónces se principió a estudiar los minerales por medio del microscopio, dando de mano a los mé-

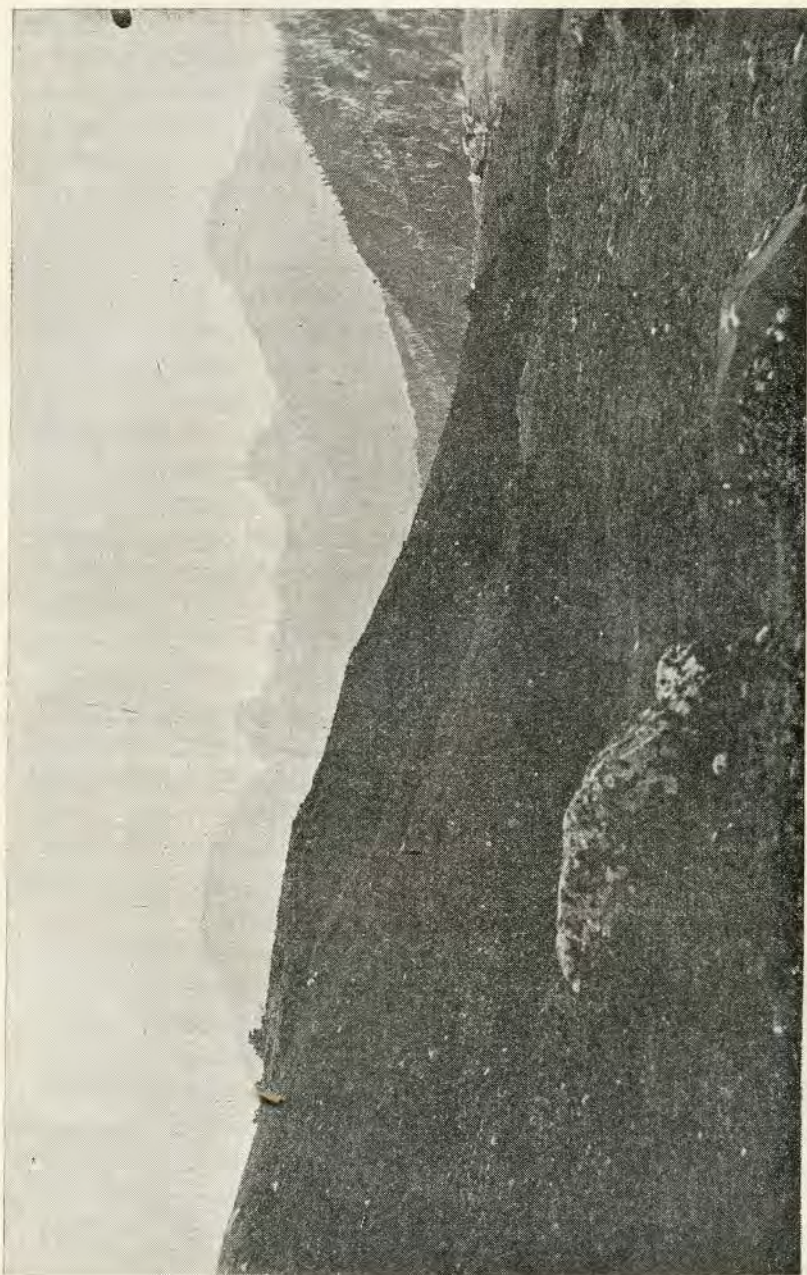


Fig. 5.—Vista desde las Termas del volcán Calbuco

todos antiguos i en el dia es absolutamente necesario para el jeólogo que quiera conocer los metales, no quiera esponerse a crasos errores o quedar atrasado en su ramo. Las películas pulidas no deben exceder de 0,020 a 0,025 milímetro de espesor, de modo que 40 o 50 sobrepuestas llegan al espesor de 1 milímetro; las películas se fijan sobre vidrio por medio de bálsamo del Canadá. Los progresos por este método han sido sorprendentes en la Mineralojía, Petrografía i Jeolojía. Bajo el microscopio se descubren todos los procesos de formacion.

GRANITO I GNEIS GRANÍTICO

Tomando como ejemplo el *granito*, reconocemos a la simple vista que consta de *cuarzo*, *feldespato* i *mica*. La constitucion cristalina de estos minerales demuestra que el granito ha llegado al estado actual por medio de un estado ígneo-licuescente o por medio de una disolucion; se descubren fácilmente sus componentes al microscopio; el *cuarzo* (lican) por carecer de partiduras, por su limpidez i transparencia; el feldespato, al contrario, muestra partiduras que en el feldespato potásico u ortoclase están superpuestas perpendicularmente en las rocas pulidas por el ventisco moviente, mientras en el oligoclás o plagioclás forman un ángulo oblicuo; los feldespatos están siempre mas o ménos oscurecidos o enturbiados, lo que demuestra descomposicion. La *mica parda* se reconoce por su color, la incolora por sus propiedades ópticas.

El microscopio del petrógrafo debe tener por esto accesorios ópticos para la polarizacion de la luz en distintos colores, lo que facilita una observacion mas en detalle de los minerales constitutivos, lo mismo que el brillo de éstos respecto a la refraccion de la luz.

En el granito sobre todo, se ven fuera de las partes amalgamadas ya citadas, el circon i la apatita (calcio fosfórico o, mas bien, ácido fosfórico de calcio) que faltan jamas; aparecen en cristales diminutos, circunscritos, encerrados por las demás especies constitutivas i, por consiguiente, se formaron ántes que se cristalizó otro metal, sólo así han podido desarrollarse o construirse para ser encerrados despues por otro metal.

Tambien la mica presenta una forma cristalina bien circunscrita, pero nó así el feldespato. El plagioclás tiene planos cristalinos sólo cuando limita con ortoclás o cuarzo; a la mica se agrega sin plano de cristalizacion. El plagioclás resultó, pues, cuando ya se habia cristalizado la mica; pero el ortoclás fué turbado en su desarrollo por la mica como por el plagioclás,

i muestra sólo planos de cristalización, donde se junta con cuarzo; i éste ya no presenta planos de cristalización, sino que sirve de relleno en los intersticios dejados por los demás metales. De aquí se sigue que los metales se segregaron conforme a la siguiente serie:

1.º) Apatita i circon; 2.º) mica; 3.º) plagioclás; 4.º) ortoclás i 5.º) cuarzo.

Si el granito hubiera pasado del estado ígneo-líquido al sólido, como lo observamos en las lavas, debería haber sucedido al contrario. El cuarzo llega a su punto de fundición a los $1,780^{\circ}$, el ortoclás a los $1,300^{\circ}$ i el plagioclás que se encuentra jeneralmente en el granito, a $1,200$ grados; mas o ménos el mismo punto de fundición tienen *las micas*. Si consideramos el magma granítico como un punto de fundición, debió haberse condensado todo el cuarzo cuando la temperatura bajó a $1,700^{\circ}$; a esta temperatura pudo, pues, haberse cristalizado por encontrarse en una masa líquida; sólo a los $1,300^{\circ}$ habría seguido la solidificación del ortoclás i éste debería tener forma de cristales, en cuanto no se lo hubiera impedido el cuarzo; finalmente, a los $1,200^{\circ}$ se segregarían también el plagioclás i la mica, sin mostrar series de precedencia, porque dependería de la distinta composición de las micas; en todo caso no se producirían cristales.

El exámen microscópico no confirma esta suposición, de modo que debemos desechar el estado ígneo-líquido i figurarnos el magma granítico como una solución de temperatura alta i bajo alta presión; entónces el principio de segregación ya no depende del *punto de fundición*, sino del *de saturación* de la solución, que puede encontrarse mucho mas abajo del punto de fundición. La serie podría variar i se ha observado esta variación. Hai granitos en que se segregó una parte del cuarzo ántes del ortoclás.

Se ven entónces cristales de cuarzo limitados, encerrados en ortoclás, pero la masa principal de cuarzo constituye también aquí el relleno.

Se ve este fenómeno en granitos que contienen mucho cuarzo; les llegó el punto de saturación para el cuarzo ántes que para el ortoclás. Esto comprueba también que el granito no era una masa ígneo-líquida, sino una solución i que la serie de segregación de los metales componentes no dependía de su punto de fundición sino del punto de saturación de esta solución. Esta depende de la constitución del mineral, de su solubilidad i medios de solución como también de la cantidad de metal que se encuentra en la solución.

Habría que contestar la pregunta ¿cuál sería el medio de solución existente? Sabemos que los vapores de agua ejercían una presión colosal en los

fenómenos volcánicos, mas aun si se encuentran en el interior de la tierra. Hai rocas que se solidificaron rápidamente, encerrando agua; se ha comprobado que algunas contienen 8% de agua, es decir, en 100 gramos de roca encontráranse 8 gramos de agua, de modo que si traducimos el peso en medida, obtendremos 200 litros de agua por 1 metro cúbico de roca; i cuánto espacio no ocuparía el agua si se encontrase en forma de vapor de agua; estas llamadas *pedras pes* no son raras. En el granito se encuentran rastros del agua, que naturalmente ya han desaparecido. El cuarzo granítico contiene por lo jeneral gotitas de agua; la cantidad de ellas reemplaza el tamaño, de modo que contienen una gran cantidad de agua. Pues bien, esta agua en forma de vapor constituía un disolvente para los minerales graníticos.

Daubrée demostró con esperimentos que el vapor de agua aún a temperatura baja, pero en alta presión disuelve los silicatos. Este sabio colocó pedazos de vidrio en tubos gruesos, añadió agua i cerró herméticamente dichos tubos. A la temperatura de 400° se convirtió el agua en vapor, resultando una presión de 100 atmósferas; se conservó esta temperatura durante un mes i al abrirse los tubos se constató que el vidrio había sido atacado, formándose cristales de cuarzo de 2 mm. de largo. El cuarzo debe de haberse disuelto a 400° de temperatura. Si esto fuera posible, no cabría la dificultad que en el granito se solidificara el cuarzo mas tarde que todos los demas metales.

El exámen microscópico nos da a conocer las condiciones en que se ha solidificado el granito, i nos demuestra ademas las condiciones exteriores a que estuvo sujeto, habiéndose cristalizado todos sus componentes.

Si se puede ver que la forma exterior de los cristales de cuarzo no es perfecta, será debido a que los componentes vecinos estorbaron su desarrollo, pero en su interior la encontramos perfecta como en los demas componentes

Segun esperiencias practicadas, sólo será perfecta la cristalización, si ella se realiza paulatinamente, es decir, cuando la temperatura disminuye lentamente, perdiéndose poco a poco la fuerza disolvente. Esto es realizable cuando el magma o la masa granítica se encuentra encerrada en la tierra, enfriándose bajo la presión de grandes masas. Así el exámen microscópico lleva a la misma conclusion, como la formularon los jeólogos: que el granito es una *roca abísica*, es decir, de la profundidad. Se le puede considerar una *roca intrusiva*, metida desde abajo en las capas superiores de la costra terrestre, i si la vemos en la superficie, no es este su lugar primi-

tivo, pues, una gruesa capa de otras rocas debe de haberla cubierto primitivamente i bajo la cual se solidificó; esta capa superpuesta ha sido removida por la acción de los elementos destructores como ser el agua, el hielo i el viento, descubriendo el granito.

El granito es por lo jeneral una *roca granosa* sin direccion; los minerales aislados están igualmente desarrollados i su posicion o direccion no es definida; a veces encontramos estructura paralela: las hojuelas de mica tienen una direccion i los feldespatos mas desarrollados demuestran seguirla. Entónces tenemos delante de nosotros el *gneis* o relacion con el granito o sea granito de gneis o gneis granítico; lo encontramos como gneis central en las altas cumbres con una distribución jeográfica que abarca todo el planeta.

Se vió en él la roca mas antigua o sea la primera costra de solidificación terrestre formada bajo el mar primitivo, que tenia la fuerza de disolver los silicatos; se creyó que gneis i roca primitiva eran una misma cosa. Aquí tambien resolvió la cuestion el microscopio. Resultó que este *gneis* no es otra cosa que *granito*, cuyas partes constitutivas están paralelamente estratificadas, que se formó como el granito, introduciéndose en forma de magma en la costra terrestre. El gneis primitivo no se formó en el tiempo *arcaico*, es mas reciente, pues introduciéndose en forma de granito en otras rocas, debe ser mas reciente que éstas, i aún se han encontrado fósiles en sus capas perforadas. Se ve, pues, que granito i gneis se han formado en todos los períodos de formacion, desde el *arcaico* al terciario, i seguirán formándose, quedando ocultas estas neoformaciones por verificarse segun su naturaleza, en capas inferiores.

Debemos buscar la causa de las esfoliaciones o sea la procedencia de la estructura paralela; el por qué una parte de granito se convirtió en gneis, quedando otra parte con direccion indeterminada.

Hai gneis que no es otra cosa que granito molido por los movimientos de los montes, estratificándose paralelamente las hojuelas de mica.

Otras veces penetra gneis en pizarra arcillosa o esquista, lo que suele verse en los bordes de macizos donde el granito se ha unido con hojuelas delgadas de esquista i como éstas están dispuestas paralelamente han obligado a tomar igual direccion a las partes constitutivas del granito, formando la estructura de gneis. Estos restos de pizarra en el granito son tan insignificantes, que durante mucho tiempo no se les notaba, hasta que cayeron bajo el microscopio de los jeólogos.

Hai una tercera formacion de gneis, aún más complicada; hai granitos

esfoliados o divididos en lonjas como las pizarras, en que no se observan vestigios de destrozo o por lo ménos no demuestran quebrantamiento mayor que los granitos de direccion indeterminada ni tampoco han recibido material esquistáceo. Muchos jeólogos creen que tambien esta estructura paralela proviene de movimientos orojenéticos; sin embargo, ello parece ser imposible porque deberian haberse orijinado formaciones de la primera categoría i habría dado orijen a un destrozo completo de la roca; es mas probable que estas rocas se hicieron esquistáceas al tiempo de su formacion o solidificacion, por medio de alta presion; esta determinaria la posicion vertical de las hojuelas de esquistista i cristales de feldspato con una tendencia pronunciada a la direccion horizontal produciendo la estratificacion paralela.

Pórfiro (malin) de cuarzo

El GRANITO i el *gneis granítico* unidos jeológicamente son las rocas mas comunes; de ellas se derivan las erosiones depositadas en mares i lagos i ocupan la mayor parte del espacio sólido, por esto mereció el granito un estudio mas estenso, además que es de tanta importancia para determinar las leyes de la formacion de las rocas eruptivas; pasemos al *pórfiro de cuarzo*; se le encuentra en capas de gran espesor que pueden llegar a 1000 metros i estenderse por centenares de kilómetros; en estructura no es uniforme como la del granito; trozos compactos alternan con masas sueltas quebradas de color i densidad diversos; los primeros representan lava endurecida, las últimas, tobas o piedra tosca i conglomerados de materias eruptivas; no es pues roca abísica sino formacion de orijen volcánico, material arrojado al espacio mezclado con vapor de agua i material de roca, regado por lava que se estendia en forma de capas sobre las tobas; cuantas veces alternen capas de lava con tobas, tantas erupciones volcánicas han tenido lugar; esto se puede constatar al pie del volcan Osorno en la parte noroeste i en menor escala en la falda noreste del volcan Calbuco, principalmente a 1200 metros de altura, a orillas del Rio Caliente (véase fig).

Esta observacion se confirma, estudiando la lava endurecida o sea el pórfiro de cuarzo compacto; en las películas pulidas por el ventisco moviente se distinguen al microscopio 1.º) cristales mayores, bien limitados; 2.º) una masa compacta en que ya no se reconocen minerales determinados.

Entre los cristales, que se llaman inter-estratificaciones, se nota de preferencia el cuarzo por su brillo vidrioso i los cortes transversales sex laterales.

El feldespato se distingue por sus partiduras, el color rojo hasta el indefinido i la forma característica de sus cristales; en la parte occidental de la Pichilaguna encontré en una pequeña mancha de color bruno-oscuro, en direccion al desagüe denominado «Ausfluss» por los habitantes de los alrededores; es una prueba que la citada lagunita recibió lavas o cenizas en pequeña cantidad, i que fueron arrastradas hácia la salida. Sobre la masa compacta o fundamental sólo puede proporcionarnos datos el microscopio; encuéntrase en ella los mismos minerales ya mencionados en las interestratificaciones, pero en partículas pequeñísimas i de cristalización incompleta, en formación semejante como en el granito. Sucede que no se pueden determinar metales, pues constituye una masa amorfa i sin forma, un vidrio en que se notan claramente las interestratificaciones de cuarzo i feldespato.

Como las interestratificaciones están bien cristalizadas, solo pudieron formarse bajo capas como el granito i con enfriamiento lento, estando el resto del material relativamente líquido cuando se produjo la erupcion; el vapor de agua se eliminó, la lava se enfrió rápidamente en contacto del aire frío i el resto del material no tuvo tiempo para cristalizarse perfectamente.

Por cierto el interior de la capa de lava, o mas bien la parte inferior no se enfrió con la misma rapidez, formándose debajo una masa finamente granulosa i cristalina, pero en la superficie volvióse vítrea la pasta volcánica.

Por la igualdad de los minerales en el pórfiro de cuarzo i en el granito se ve la gran semejanza en la sustancia de ambas masas; el análisis químico nos prueba la completa identidad de ellas: el granito i el pórfiro de cuarzo provienen del mismo magma; este se vuelve granito cuando permanece bajo la costra, donde puede enfriarse lenta i completamente i se vuelve pórfiro de cuarzo cuando es espulsado.

El pórfiro de cuarzo aparece a veces en placas delgadas o gruesas colocadas paralelamente entre sí i verticalmente en la superficie de la tierra. Este fenómeno tiene su explicacion en el hecho que, cuando la roca se solidificó por enfriamiento rápido, ocupó ménos espacio i tuvo que desgarrarse o separarse.

OTRAS ROCAS ERUPTIVAS

La comparacion entre granito i pórfiro de cuarzo nos ha suministrado un importante resultado teórico respecto a la formacion de rocas segun las condiciones en que tiene lugar la cristalización i las mismas reglas se

observan en las demas rocas eruptivas con poquísimas escepciones; tomaremos los tipos principales:

a) *Feldespatos*.—El granito consta de ortoclás, plagioclás, cuarzo i mica; en algunas rocas el cuarzo es mui secundario i aun falta por completo, a esa roca se la denomina: *Sienita*. Si una masa o magma sin cuarzo se enfriara a la superficie, obtendríamos una roca porfírica llamada *traquita*.

Faltando el cuarzo, tenemos en lugar del granito la *Sienita*; si en lugar del cuarzo falta el feldespato potásico (ortoclás), obtenemos un grupo de *rocas plagioclases*. Si una roca contiene plagioclás granuloso rico en soda, se llama «*diorita*», i si el feldespato es rico en cal, toma el nombre de «*gabbro*». El magma porfírico solidificado de ambas rocas es la *Andesita*, mui comun en nuestras cordilleras, i los volcanes suelen arrojarla en cenizas i lavas, como pudo comprobarse al analizarse las cenizas del volcan Calbuco i en los trozos o columnas de lava del volcan Osorno.

El granito contiene mucho ácido silíceo, lo que no se observa en las rocas piagioclases, i en las básicas llega sólo a 50 por ciento; a estas formaciones básicas pertenece la *trapita*, consistente en *feldespato* calcáreo i *Augita* (un silicato negro de magnesio, hierro i aluminio), con mucho hierro titánico; la formacion porfírica de la trapita es el *Meláfiro*. Descomponiéndose la trapita sucede que la *Augita* se convierte en *anfíbola* i del feldespato se orijnan numerosos minerales nuevos, así tambien se forman las diabasas; nos queda en las rocas feldespáticas el *basalto*, este es siempre de estructura porfírica. Fuera de la *Augita* i feldespato calcáreo se le agrega *Olivina* (un silicato de magnesio i hierro) i otro mineral que contenga sodio; el basalto tambien suele formar columnas.

Las rocas no feldespáticas son pocas, i el mineral mas conocido de este grupo es la *Serpentina*, un hidrosilicato de magnesio i hierro formado por descomposicion de la *roca de olivina*.

Metamorfosis por contacto

No basta estudiar aisladamente las rocas eruptivas, es necesario considerar tambien la accion que ejercen por medio del contacto con otros metales, a esa temperatura alta i bajo la influencia de tantos vapores i gases.

Todas estas acciones se entienden bajo el título de Metamorfosis por contacto, el cambio recíproco que experimentan las rocas eruptivas por el contacto; en las rocas profundas o abísicas debe ser mas considerable que en las eruptivas o superficiales; mas notable será esta metamorfosis en las

rocas abásicas silíceas, por consiguiente también en los granitos i rocas granulosas semejantes.

Por otra parte, la *pizarra* o *esquistista* en contacto con *la cal*, experimentan un cambio esencial, i aun se conoce la influencia de la roca granítica a grandes distancias; las areniscas dejan ménos rastros de metamorfosis; espondremos algunos casos típicos:

a) *Metamorfosis de la pizarra arcillosa o esquistista*; esta, procedente del *devoniano* suele ser rica en bastoncitos de carbon repartidos en toda la roca; estos bastoncitos de carbon al contacto con el granito crecen, fórmanse manchas o nudos de esquistista fácilmente reconocibles por su color; alrededor de ellas tiene lugar una cristalización de neoformaciones i se distinguen al lado del granito rocas cristalizadas, ya sea todavía con los indicios de pizarra como el *trap esquistáceo*, ya enteramente macizas, como el *trap*, etc.

b) *Metamorfosis de las cales, margas i rocas eruptivas básicas*.—De los conglomerados de *Calcita* finamente granulosa resulta un agregado de calcita gruesa, como los *mármoles granulados*.

En las piedras calcáreas compuestas de cal i arcilla pueden formarse además de *calcita* muchos otros minerales, como el silicato o granate de cal i alúmina, o sea *grosularia*; la *epidota* (silicato de calcio i alúmina rico en hierro); la *actinota*, especie de anfíbola, un silicato de calcio i magnesio. Muchas veces las metamorfosis de margas consisten en los minerales enumerados o silicatos parecidos, i entónces nos encontramos con el *trap de silicato de cal*.

Las rocas eruptivas básicas reciben influencia de granitos, produciendo muchas neoformaciones. Los feldespatos ricos en cal, la espulsan formando *albita*; esta cal se concentra en nuevos minerales alcalinos, la *epidota* i la *zoisita* (que es un silicato de calcio i alúmina), las *augitas* se convierten en *anfíbola* i biotita, resultando así las *anfíbolitas*, tan estendidas por todas partes.

c) *Estructura i composición química de las rocas de contacto*.—Las neoformaciones aparecen agujereadas, rellenas con otros minerales que llenaron los intersticios en el momento de la cristalización, se les ha dado el nombre de *estructura cribácea*; de esto se desprende que la roca jamás se convirtió en masa líquida como hemos observado en la *lava* i debemos suponer en el *granito*, sino que se disolvieron partes de la roca para cristalizarse de nuevo o para entrar en nuevas combinaciones, que rodearon al momento de la cristalización las partes no disueltas. Se verificó la metamorfosis en un estado semi-tenaz, semi-líquido o semi-duro i esto lo con-

firma la estructura esquistácea primitiva que suele conservarse mui claramente i que es rodeada por *granate* i *cordierita* que siguen todas las líneas subsistentes en la esquistita.

La composicion química de una roca casi no cambia por la metamorfosis de contacto, a pesar de que la constitucion mineralógica i la forma esterna pueden variar a veces tanto. Si examinamos *trap* i *esquistita*, de los cuales provino la nueva roca, encontramos que estas rocas recibieron agua i otras sustancias volátiles como *boro*, *fluor*, etc.; pero han quedado por lo demas inalterables, por lo cual habrá que esplicarse esta metamorfosis, en que todos los vapores acumulados en el granito penetraron en la masa ya calentada de la roca i produjeron cambios químicos enérgicos a consecuencia de su temperatura. Los vapores de *boro* i *fluor* se ven en neoformaciones de *espato fluor* (fluspatio, fluorita) como se le ha encontrado en Chañarcillo i tendrá que observarse tambien en el sur, i de *turmalina* (un silicato de boro).

En cambio vemos en las rocas eruptivas principalmente en las básicas, casi siempre la accion del calor: la esquistita se calcina, las areniscas se derriten i la cal pierde a consecuencia del calor su ácido carbónico.

LAS PIZARRAS (esquistas) CRISTALINAS; en indijena GLIMEN.

Los fenómenos de la metamorfosis por contacto son conocidos desde hace mucho tiempo. *Leopoldo von Buch* i *Alejandro von Humboldt* estudiaron en la veintena del siglo pasado las interesantes formaciones por contacto de Predazzo, en el sur del Tirolo donde una sienita rompe margas i dolomitas del Trias, formando de las primeras, rocas vesubianas con magníficos cristales vesubianos i de las últimas, *mármoles* con *periclás* (óxido de magnesio) i *Bruzita* (hidróxido de magnesio). En los tiempos modernos, se ha encontrado por este estudio la solucion o el por qué de formaciones que habrian quedado ignoradas para los jeólogos si no es por la metamorfosis por contacto; estas son las *pisarras cristalinas*.

a) *Pisarras cristalinas i montañas arcaicas o primitivas*.—Pisarras cristalinas son rocas que son al mismo tiempo cristalinas i esquistéceas, caracteres de rocas eruptivas i caracteres de rocas sedimentarias, e. d. rocas que precipitan en el agua i se unen.

Esto mismo hace difícil su esplicacion. Se creyó que las pisarras cris-

talinas eran formaciones del mar primitivo, por esto en los libros se confunden las expresiones «pizarras cristalinas, roca primitiva o montaña primitiva o de transición». Encontráronse fósiles que demostraron claramente que había pizarras cristalinas más recientes i que todas tienen la misma composición que las demás rocas que se conocen, reconociéndose en muchas la estructura de estas rocas aunque velada por nueva estructura, hubo de rechazarse la idea de la *montaña primitiva* definiéndose la pizarra cristalina como *sedimento transformado o roca eruptiva* de edad desconocida de antemano, debiéndose precisarla en comparación con las demás rocas o fósiles que contenga.

b) *Causas de la transformación, dinamo-metarmorfismo i Metamorfosis por contacto.*—Después de haberse establecido lo anterior, surjía el problema: ¿Cuál es la causa de la transformación? Como las pizarras cristalinas se encontraban en las altas cumbres, o si en el llano, se veía que eran restos de montañas altas, pensóse que la fuerza orojetica también transformaba los rudimentos i rocas eruptivas en pizarras cristalinas.

Decíase que se originaron por la alta presión que debe de haber provocado la orojenia; resultó, pues, la teoría del *dinamo-metarmorfismo* que pronto fué aceptada por todos los jeólogos i era la única hacen diez o doce años, cuando el profesor Weinschenk, de Munich, le contrapuso después de serios estudios la teoría del *metarmorfismo por contacto*; este jeólogo i sus discípulos esplican la formación de las pizarras cristalinas, provenientes de sedimentos normales i rocas de erupción por la acción del Metarmorfismo por contacto.

Para dar un fundamento sólido a esta teoría, tuvo que comprobarse que existe una roca eruptiva metamorfoseante que es más reciente que las pizarras cristalinas, lo que pudo efectuarse con una seguridad que no puede ser contradicha, pues cuando se ve que el granito envía filones, vetas i galerías poderosas i también venas más pequeñas por miles a la pizarra que lo rodea, queda asegurada su edad más reciente.

En segundo lugar se comprobó que la transformación de la roca se efectúa de un modo más perfecto, donde está más cercano el granito i que a medida que éste se aleja cede la constitución cristalina. Así encuéntrase cerca del granito formaciones recorridas por numerosas venas de esta roca, el *gneis venero*, las *pizarras inyectadas* de Weinschenk!

A este gneis seguían las micasquitas, rocas compuestas de cuarzo i hojuelas paralelas de mica, en que se verifican las transformaciones por contacto de metales. Las micasquitas conviértense por último en *Filitas*,

pizarras de esquistas u hojuelas delgadas con brillo sedoso, que por su exterior se parecen mas a las pizarras arcillosas, distinguiéndose de ellas por una pequeña metamorfosis.

Despues de la precedente digresion petrográfica continuamos nuestro estudio por la *rejon colonizada*, recorrida por nosotros.

Tomándola en conjunto, de norte a sur desde 39° hasta 41° 50' l. s., llama la atencion la serie de lagos precordilleranos; en la provincia de Valdivia: lago Villarica, el Mallocavquen=mar de tierra blanca o mar blanca de los indijenas, 230 metros sobre el nivel del mar; lago Calafquen, 240 metros sobre el nivel del mar, unido por el rio Guanehue con el lago Panguipulli, 140 metros sobre el Pacífico i éste lago unido por el rio Shoshuenco con el lago Reñihue a la misma altura; el lago Ranco a 70 metros sobre el Pacífico. En la provincia de Llanquihue, el lago Puyehue a 212 metros sobre el nivel del mar; el lago Rupanco o Llauquihue (1), a 172 metros sobre el nivel del mar; el lago Llanquihue a 51 metros sobre el Pacífico, i que tiene en la misma latitud hácia el Este su jemelo el lago Todos los Santos a 184 metros sobre el mar, siendo éste lago cordillerano i a 18 kilómetros al sur del lago Llanquihue bajamos al seno de Reloncaví, limitado al sur por un grupo de islas que lo separa del golfo de Ancud, etc. Podría creerse i aun se ha sostenido que estos lagos son restos del Océano que se dice ha cubierto nuestro valle central, desde 33° latitud sur hasta Puerto Montt; orijinariamente ha sido éste el caso; los continentes formáronse debajo del mar, pero desde que aparecieron, han sufrido innumerables transformaciones en la época cuartaria; pero ello no es admisible por la diferencia de nivel i los rastros orojenéticos que se observan; es indudable que se deben a la accion orojenética de la que hemos hablado anteriormente; i que las tazas o lechos de lagos i el valle se han formado por la accion de los hielos o ventisqueros; pues en toda esta vasta rejon no se encuentran fósiles; en ella se ha cavado mas que en otras del país, pues no hai fundo o pequeña chacra, cuyos propietarios no hayan hecho uno o varios pozos, que fluctúan entre 15 i 40 metros de profundidad; los trabajos de la línea férrea de Osorno a Puerto Montt constatan el mismo hecho. La Orografía constata la enorme accion glacial, desde el seno de Reloncaví al sur por la erosion

(1) No debe confundirse con el lago Llanquihue.

que ha producido, completada por las fuerzas orojenética i neptuneana combinadas; estos cataclismos tendrían lugar seguramente en el último período de la época glacial de esta rejion que, como hemos visto ha llegado hasta mui al norte en la rejion andina en forma de hielo territorial i ventisqueros en la época cuartaria.

Hundiéronse las glebas superficiales de la costra en razon de la pesantez para rellenar las cavernas subterráneas i tanto los ventisqueros como el mar precipitáronse en el nuevo lecho i con exceso, pues así se esplican los arenales que se estienden a lo largo de la costa norte desde Carelmapu a Melipulli, formándose tambien algunas lagunitas a lo largo de la costa occidental del seno de Reloncaví; por la misma accion del mar formáronse los arenales de la costa norte de Chiloé, desde el estuario del rio Pudeto, pasando por la Punta de Puguenuñ i Bahía Chacao; la corriente marina ha tomado la costa occidental del seno de Reloncaví, formando primero el plateau o terraza media de Melipulli de 41 metros de altura, con un manso entre la Bahía de Puerto Montt i la Chamisa, depositando enorme cantidad de arenas tanto en las ensenadas que forman el actual plano o planta de la ciudad i cuyos cerros contienen arenas casi puras, como tambien la parte noreste, con cuya arena se está rellenando el Malecon de la futura estacion del ferrocarril de Puerto Montt; formándose en partes cancagua, que es una arenisca cohesiva, finamente granulada de color bruno-amarillento. Pöhlmann dice que es roca sedimentaria, compuesta de cenizas i arenas volcánicas. Hasta vejetacion ha sido sepultada debajo de las arenas i areniscas, como he podido comprobarlo principalmente en el trecho entre Puerto Montt i Pelluco, donde he encontrado trozos de lignita, en depósitos de 6 metros por 12 centímetros de espesor; en el mismo Pelluco encuéntrase sobre las capas arcillosas del conglomerado un limo o morillo gris claro hasta brúneo, que llaman tiza; se parte en forma de pizarra i se desmenuza con facilidad como la tiza; examinado detenidamente resulta ser una descomposicion de *silice porosa* (Kieselguhr) de la cual se encuentran grandes depósitos en Reloncaví.

Un poco mas al oriente de Pelluco, nos encontramos con la Chamisa; se estiende en forma de península en el seno de Reloncaví, de mas o ménos dos kilómetros de largo, parte que en la baja marea queda en seco, formando un lecho de arena aprensada i en las altas mareas queda sepultada en el océano; esta especie de barra o pretil debe su orijen al rio Chamisa, que se despeña desde el lago Chapo, a 220 metros sobre el nivel del mar, i que, despues de haber recibido varios afluentes, toma el nombre de rio

Coihuin, al cual se junta el Pichicoihuin, desembocando en el seno de Reloncaví en la estremidad oriental de los cerros de la Chamisa, despues de haber recorrido desde el lago Chapo poco mas de 20 kilómetros. La existencia de arenas, montículos, cerros, barras, etc., se debe a la erosion del terreno por medio de los rios, lluvias, vientos i en otra época por la accion de los hielos; el material triturado es llevado al mar i éste se encarga de acumularlo en determinados puntos abrigados, en que la corriente se anula o por lo ménos es mas suave; en el golfo de Reloncaví adquiere la corriente de la alta marea o flujo, (término indijena: *tipaco*), 8 millas por hora i la del reflujo o baja mar, (en indijena: *arcun*), 5 millas por hora; en el canal de Chacao la corriente máxima llega a cerca de 14 millas por hora, segun he oído de boca del piloto de los canales, señor Reent Jürgens, con quien he hecho muchos viajes de Puerto Montt a Ancud i vice-versa, entre los años 1893 a 97; por esta circunstancia los buques i vapores mercantes calculan su itinerario, de manera de no encontrar corriente contraria que en lugar de avanzar, los haría retroceder, fenómeno que a menudo se observa principalmente en pequeñas embarcaciones que traen productos de la costa oriental de Chiloé al mercado de Ancud.

El grupo de islas del seno Reloncaví (re-loncò-vilu=verdadera cabeza de culebra), parte occidental i sud, tienen en su mayor parte rocas plutónicas; *Martin* divide la formacion de la zona desde los $41^{\circ}10'$ l. s. hácia el sur, en cuatro grupos:

a) Rocas no estratificadas de naturaleza cristalina: granitos, sienitas pórfiros i algunas de estructura esquistóidea; no es raro encontrar granito folicular o gneis i talco.

b) Esquistas arcaicas, principalmente micasquita i rocas estratificadas antiguas, *sin fósiles*.

c) Rocas cretáceas i de formacion terciaria.

d) Aluviones cuaternarios en los valles de nueva formacion, tanto en las hoyas fluviales como en las litorales.

Por el lado oriental del golfo de Reloncaví, al sureste de Puerto Montt, bahía de Quellaipe i alrededores encuéntrase Andesita finamente granulada; en Lenca, mas al sur de Quellaipe, a cuatro horas de camino desde Puerto Montt, hai gran cantidad de pizarra arcillosa, segun testimonio de mi amigo don José Knittel; las paredes a orillas de la boca o estero de Reloncaví, en toda su estension muestran rocas dioritas.

Desde la orilla sur de la boca de Reloncaví, a $72^{\circ}25'$ de lonjitud, levántase el volcan Yate, 2,110 metros; los componentes principales de sus

rocas son plagioclás, augita i magnetita; algunas contienen tambien olivina. Segun H. Ziegenspeck (Jena, 1883), este volcan se ha levantado por muchas erupciones en distintos períodos, a juzgar por la diferencia de rocas con las de la boca de Reloncaví, que son dioritas, afanitas dioriticas con anfíbola i feldespato.

El rio Petrohué con sus orillas basálticas, baja entre el volcan Calbuco i la Sierra Santo Domingo, uniendo el estero Reloncaví con el lago Todos los Santos; éste está a 184 metros sobre el nivel del mar; dista del lago Llanquihue, Ensenada oriental, como 12 kilómetros en la parte de la desembocadura del Petrohué, i este rio en su curso dista de la Ensenada 4 kilómetros, de modo que casi todos los exploradores, entre ellos el Padre Frai Francisco Menéndez, Döll, Fonck i Steffen creen que los dos lagos: Todos los Santos i Llanquihue han formado uno solo i que el desvío del Petrohué se debe a la accion de los ventisqueros a juzgar por sus numerosos saltos i sus pedregosas islas que acusan una formacion moderna.

Bien puede ser; pero me atengo a la teoría demostrada en el curso de presente trabajo: sostengo que los dos lagos son de formacion independiente pero de la misma época i su diferencia de nivel ha sido siempre la misma; eso sí que el Petrohué puede haberse despeñado en una época al lago Llanquihue i que a su curso se ha opuesto despues una valla por los materiales de una gran erupcion o un sollevamiento andino; habla en su favor el Ñadi de la Ensenada, que puede considerarse como la continuacion del lago, o sea la desembocadura del Petrohué, rellena con materia volcánica que ha formado el suelo impermeable o cancagua, sobre que descansa. Ochsenius cree tambien en la union de los dos lagos i aun mas, espone la conjetura que desde el lago de Villarrica hasta el seno de Reloncaví puede haber sido un sólo lecho, interrumpido despues por la accion volcánica!

Podría admitirse la hipótesis de Ochsenius desde el lago Ranco a 70 metros sobre el nivel del mar, del cual sale el rio Bueno que pasa por Trumao a 11 metros sobre el nivel del mar; el lago Puyehue envia el rio Pilmaiquen que se une con el Bueno un poco mas al sur del Trumao; del lago Rupanco a 172 metros sobre el Pacífico sale el Rahue, que a su paso por Osorno está a 23 metros sobre el nivel del mar i desemboca en el rio Bueno; desde Osorno subiendo el rio Negro se estiende tambien un valle que pasa por el Ñadi de Frutillar hasta tomar la hoya del rio Coligual, siguiendo la desembocadura de este en el rio Maullin, i a este último al océano.

Si se admitiese la union del lago Todos los Santos con el lago Llan-

quihue, con su diferencia de nivel de 131 metros, con mas razon podria admitirse la union de las hoyas de los rios Calle-Calle o Valdivia con el Bueno, habiendo de por medio una altura máxima de 89 metros sobre el nivel del mar, considerando la cordillera de la costa entre el rio Valdivia i el Canal de Chacao como una isla. Considero que toda esta hoya debe de haber constituido el camino de los ventisqueros; las aguas del deshielo a juzgar por el detritus cordillerano i los bloques de granito, diorita, feldspato i piedra de rodado que se hallan dispersos en todo el valle nombrado; la ausencia completa de fósiles demuestra que el terreno primitivo del mar ha sufrido una erosion completa por accion de los hielos i ha sido reconstituido en la época posterior o mas bien durante el fin de la época del deshielo, por los ventisqueros cordilleranos i erupciones volcánicas—a juzgar por la gran cantidad de canchagua—i por las lluvias torrenciales de la rejion.



Fig. 6.—En un rincon del Ñadi del Burro, al norte de Frutillar

Las aguas del lago Llanquihue han tenido en época prehistórica un nivel mas alto: es este un hecho innegable que se demuestra con las playas de Frutillar i sobre todo con las del desagüe del rio Maullin cuyos arenales se internan mas de diez cuadras en tierra firme, formando pequeñas lagunas i pantanos; una hoya baja se estiende hacia el suroeste hasta la hoya del rio Coligual, que con el rio *Sin Nombre* forma el rio *Calabozo* que desem-

boca en el *Maullin* i no cabe duda que sus aguas se han dirigido en esa direccion, pasando por el norte i oeste de Nueva Braunau, siguiendo la hoya del citado rio Coligual; hai bosques impenetrables, entre ellos muchos mañius, coigüe, etc., cuya edad no pasa mucho los trescientos años. Es muy probable que grandes masas de hielo se han interpuesto en este primer camino, obligando a las aguas del lago Llanquihue a tomar la direccion del rio Maullin, el actual desagüe; con la erosion de esa vía han formado el alto o plateau norte de Nueva Braunau i formaron tambien la *Pichi laguna*.

Esta se encuentra a 38 metros sobre el nivel del lago Llanquihue i rio Maullin, a $3\frac{1}{2}$ kilómetros de su desagüe i a poco mas de dos kilómetros al noroeste de su curso; tiene una estension de poco mas de 2 kilómetros de largo por un ancho máximo de 1,048 metros en la parte suroeste i 146 metros de ancho en la parte noreste con una profundidad máxima de 74 metros; es alimentada por tres esteros insignificantes que se secan en el verano i tiene un desagüe en el ángulo suroeste que se dirige al rio Coligual; en Marzo i Abril de 1911 estaba en seco; en la misma desembocadura hai un bloque de granito de 1.40 metros de diámetro; i una mancha bruno-oscura de toba volcánica; en la orilla sur encontré un trozo de pedernal o piritita i cuarzo.

En las orillas norte, sureste i noroeste crecen junquillos (*Juncus bufonius* L., i en el agua hasta la profundidad de casi 2 metros *Juncus procerus* Meyer); hai una especie de tagua, un pececillo, pejerrei chico (*Atherinichthys*) i las mismísimas tres especies de *Unio* que tambien he encontrado en el lago Llanquihue, a saber: *Unio Foncki* Ph., *U. longus* Ph. i *U. Valdivianus* Ph.

Entre la Pichi-laguna i el rio Coligual, encuéntrase un cerro cónico de 50 metros de altura i de un diámetro que pasa de 500 metros en la base, completamente cubierto de vejetacion.

EL RIO MAULLIN baja serpenteando hácia el suroeste en un abra cuyo ancho de 130 metros no varía en una estension de $4\frac{1}{2}$ kilómetros; i en el kilómetro sexto ha llevado una porcion triangular de no ménos de 65 hectáreas cubiertas de grandes bosques de coigüe (*Fagus Dombeyi* Mirb.) muermo (*Eucryphia cordifolia* Cav.) avellano (*Güevina avellana* Mol.) etc. etc., i que está a 18 metros sobre el nivel del curso del rio; el abra alta desde el nivel del rio hasta el plateau del terreno varia entre 42 i 114 metros, formando

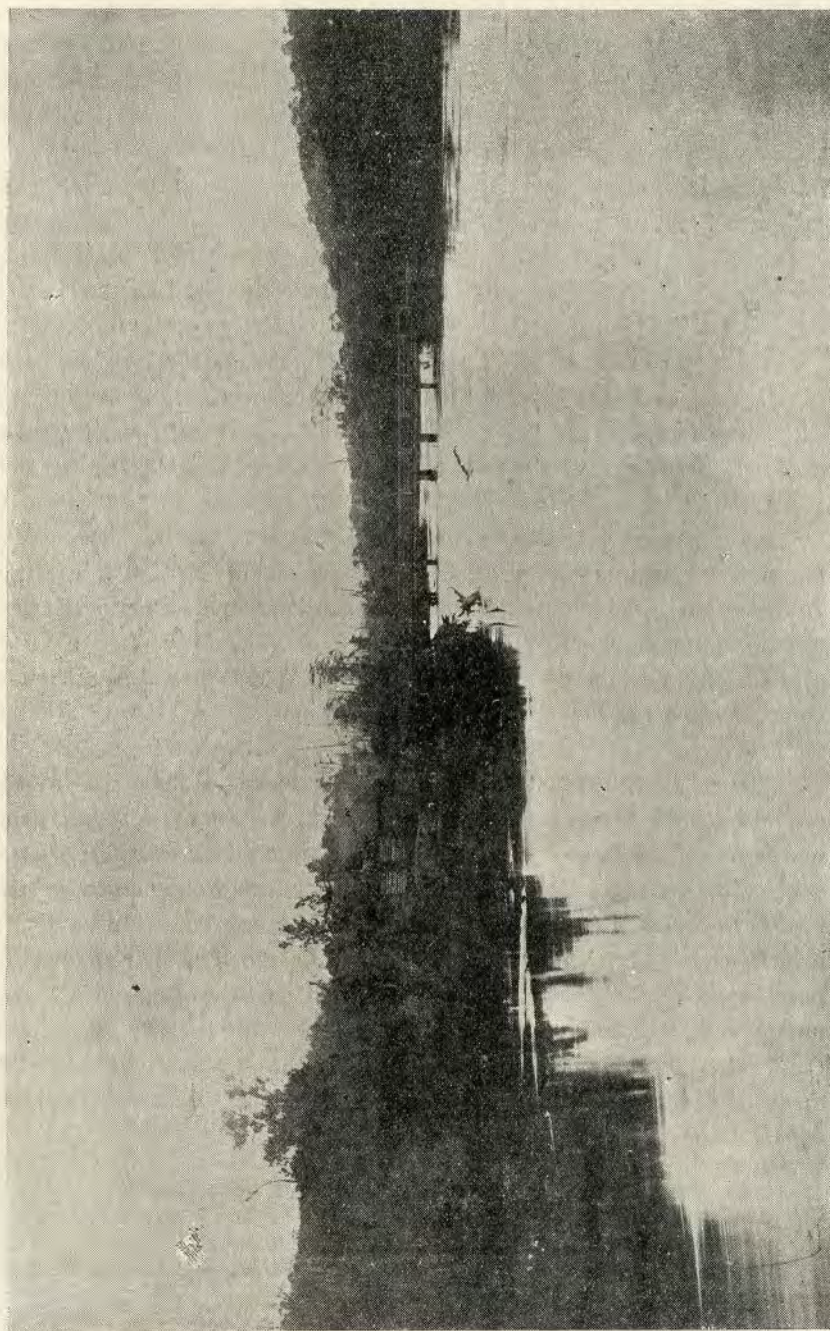


Fig. 7.—Puente sobre el río Maullin, camino que conduce de Puerto Varas a Nueva Braunau i Coligual. Tomado cerca del criadero del salmon

un plano de inclinacion de 60 a 70°, es decir, mui escarpado. Tanto en la falda como en la altura se ven bloques aislados de granito, que han sido acarreados i que descansan embutidos en la tierra; tambien cascajos i piedrecillas sueltas, canagua tanto en la falda como en la orilla del lecho del rio.

Las faldas o paredes del abra están cubiertas en su totalidad de vejetacion impenetrable, de árboles de todos tamaños i quila (*Chusquea*); el mismo lecho del rio está casi obstruido en parte por la vejetacion i en sus orillas hasta en la parte de unos cuantos metros de profundidad hai patagua (*Crinodendron patagua* Mol.), i murtila o murta (*Myrtus ugni* Mol.) el coicopio (*Crinodendron Hookerianum* Gay) *Philesia buxifolia* Lin. copihue, i el quintral etc.

En la latitud de 41° 18' i 73° 15" de longitud está el antiguo balseo que conducía a Nueva Braunau, i en esta misma latitud sigue el camino de este a oeste a traves de Nueva Braunau, hasta el rio Coligual i traspasando a éste, sigue en la misma direccion por la línea Solar hasta Rio Frio, Rio Llico i Costa o Rio San Juan.

En el camino indicado de Nueva Braunau, a 15 cuabras del rio Maullin, se sube por una cuesta desde la cual se domina la Cordillera de los Andes en una gran estension desde el volcan Puntíagudo en el norte hasta el Hornopiren en el sur.

La altura está a 93 metros sobre el nivel del lago Llanquihue, de consiguiente a 144 metros sobre el nivel del mar.

LAGO LLANQUIHUE: su mismo nombre indijena nos indica su probable origen *llanquyn*, caerse o zambullirse en el agua; *hue* = paraje, e. d., paraje que se ha sumerjido bajo el agua. Llamábase tambien *laguna de Hueñauca*, segun Rosales, 1660, «laguna de los ladrones enemigos», de *auca*, enemigo i *hueñen* = venir a hurtar. Fué descubierto por don Pedro de Valdivia a principios de 1552; Valdivia debe de haber bajado al sur por el actual departamento de Carelmapu, en la rejion plana, pues asigna al rio Maullin un ancho de mas de una milla, que es precisamente la parte de su curso desde el Alto de Paraguai hasta su desembocadura al mar; lo orilló hácia arriba i se encontró con el lago que, a su parecer, *tenia hasta cuarenta leguas de boje* (1).

(1) En atencion a este descubrimiento, se llamó tambien «lago de Valdivia»; en Chiloé era conocido con el nombre de *Quetrupe* i, segun Fonck, la *laguna de Pata* no es otra que el lago Llanquihue.

En 1558 el Gobernador don García Hurtado de Mendoza i don Alonso de Ercilla siguieron la misma ruta.

El lago se encuentra a 51 metros sobre el Pacífico; es el mayor de Chile; se calcula como su mayor estension la de E. a O., entre los puertos del Volcan i Philippi, de 43 kilómetros, siendo la de norte a sur, entre Puerto Octai i Puerto Varas, de 41 kilómetros.

Mi amigo el ingeniero don Delfin Guevara, calcula el perimetro del lago en 188 kilómetros i la superficie en 84,064,75 hectáreas; tiene en partes una profundidad que pasa de 160 metros; dásele la situacion jeográfica entre $40^{\circ}58'$ i $41^{\circ}20'$ lat. i entre $72^{\circ}31'$ i 73° lonjitud.

Siguiendo el perímetro del lago, se puede estudiar bien la constitucion jeológica del terreno que lo rodea; llama la atencion la gran profundidad de las quebradas por las cuales desembocan pequeños esteros i la misma orilla del lago muestra en sus paredes altas, que son mui frecuentes, el hundimiento abrupto de glebas subterráneas.

Aunque los esteros por lo jeneral, a lo ménos en la parte sur, oeste i norte no son torrentosos, véense en su curso piedras de rio de buen tamaño i chicas, todas redondeadas, guijarros i sílice, mezclados con légamo i arenas, como todo material de erosion, tal como lo muestran tambien los terrenos altos de aluvion, formados por los ventisqueros, aguas cordilleranas i lluvias.

PUERTO VARAS está situado en la orilla sur del lago Llanquihue a $41^{\circ}20'$ lat. i $72^{\circ}56'$ lonj., dividido en dos pueblos: *Puerto Varas chico*, a orillas del camino carretero que une el lago con Puerto Montt, está edificado sobre arena i tierra de acarreo, la primera, arrojada por el lago, la segunda proveniente de las alturas vecinas; sepáralo de *Puerto Varas grande*, fundado en 1854, una playa de 1,100 metros de lonjitud, sembrada por rocas graníticas, piroxena i piedras de rodado en conglomerado con canagua; la pared de la orilla tiene por término medio 12 metros de altura; compónese de arena aprensada, mezclada con tierra amarilla i canagua por base. El puerto grande está situado tambien sobre ribazo del lago, que hácia el fondo tiene varias quebradas; la austral con cerros de arena i la occidental de canagua; siguiendo al norte se levanta un cerro, que ha sufrido erosion por la accion del tiempo; consta de terreno de acarreo glacial; sobresalen bloques de roca granítica i porfírica.

En su falda sur está situada la estacion del ferrocarril; a orillas del lago hai una roca porfírica con agregados volcánicos, llamada roca Madora; a 5 kilómetros del Puerto Varas damos con la Punta del desagüe, formada con piedrecillas de acarreo, canagua, tierra amarilla i arena; un verdadero terreno de aluvion reciente.

El desagüe mismo del Maullín, i la ribera del lago en una estension de mas de 2 kilómetros es un arenal, con manchas de cancagua o concreciones de cenizas volcánicas; el lago mismo de ordinario profundo, tiene aquí poca profundidad.

En la *Ensenada de Totoral* vuelven a verse bloques graníticos en la ribera i faldas de los cerros, i lo mismo arenas i tierra amarilla con pórfiros en la parte alta; la playa sur, sembrada de granitos, verdaderos riscos i rodados; la playa oeste, el fondo de la Ensenada llamada *Puerto Philippi*, en honor del explorador i colonizador don Bernardo Eunom Philippi, consta de pura arena i tiene un lomaje suave; el camino sube para atravesar la Punta de la *Quebrada honda*; abunda el granito i el feldespató, hasta llegar al *Puerto Domeyko* o *Ensenada de Michel* (nombre del colono que vive allí); las orillas de la Quebrada constan de cancagua i arenisca; la quebrada del riachuelo tendrá 25 metros de profundidad i es bastante angosta, unos 10 a 12 metros, i el camino nos conduce a traves de la *Punta larga*, sembrada de enormes bloques graníticos i cerros pedregosos, con piedras de rodado i tierra amarilla; sólo los valles son fértiles, el humus de los cerros no alcanza al espesor de 30 centímetros; bajamos a *Frutillar* despues de haber recorrido poco mas de 20 kilómetros, en la parte sur vemos bloques graníticos, i subsuelo de cancagua en la orilla; tambien, tobas volcánicas, mezcladas con indicios de hierro; encontré en esa parte sobre cancagua i arenisca gran cantidad de *Chilina decollata* Ph., por lo demas, Frutillar es en toda su estension un ribazo de arena pura; el lago ha bajado 1 metro 68 centímetros en el verano de 1911.

El terreno vecino presenta gran número de profundas quebradas por las cuales vienen otros tantos esteros que se secan por completo en verano, i a lo sumo forman pantanos sembrados de *Juncus* i *Gunnera chilensis*, etc. No menciono la vejetacion que rodea el lago por hacerlo en la parte botánica.

De Frutillar a *Punta Máquis* la playa es abrupta en una pared de cerca 40 metros de altura con numerosas quebradas; abundan la cancagua i piedras redondeadas; siguen alternando playa ancha, quebradas i barrancos hasta *Punta de los Bajos*, donde se internan granitos i cancagua; hai un bajo longitudinal que tiene profundidades mínimas hasta de 2 metros i que hai que evitar en la navegacion del lago, principalmente en dias de tempestad; pasada la Punta de los Bajos rodeamos la abierta bahía de los Rincones, sembrada de numerosas ensenadas chicas; muestra la misma constitucion: granitos, pocos pórfiros i cancagua, la parte exterior de la *Punta*

Centinela es mui pedregosa i la parte interior, abrigada por ella, se distingue por su poca profundidad con fondo de fango lo mismo que el Puerto de Octai al cual se entra por una angosta abra formada por la *Punta Muños Gamero*; *Octai*, en indijena *Utai*, quiere decir puerto del costado norte; descansa sobre canagua; dista mas o ménos 25 kilómetros de Frutillar siguiendo el camino por tierra; es una verdadera taza o estanque cerrado por todas partes i un abrigo seguro para los vapores del lago; situacion $40^{\circ} 59'$ lat. $72^{\circ} 52'$ lonj.

Los cerros que rodean a Octai tienen tierra amarilla aprensada con piedras incrustadas; en las alturas hai bloques de granito; las alturas que rodean a Puerto Octai alcanzan a 153 metros sobre el nivel del lago; hácia el oriente se estiende la playa Maitenes en unos 8 kilómetros con tres quebradas por las cuales bajan otros tantos esterós; el terreno de la rejion



Fig. 8.—Puerto Octai, visto desde los cerros del Norte

parece ser mui fértil, porque la capa de tierra vejetal es gruesa; no así la que está cerca del lago; por esta orilla sigue el camino público al volcan, poblado por colonos; se llega a *Puerto Chico* i ántes de llegar a una ensenada mas grande, se dirige un camino a Rupanco; la ensenada mencionada alberga dos puertos, los de *Fonck* i *Püschel*, este último por el colono que vive allí, i el primero en honor del doctor don Francisco Fonck; el puerto Püschel debe de ser el mismo que se habia bautizado con el nombre del doctor Martin; creo que no deberia olvidarse este nombre que recuerda a

un investigador entusiasta e ilustrado de la rejion; dista en línea recta 15 kilómetros del Puerto Octai, que se convierten en cerca de 20 kilómetros siguiendo la ruta terrestre.

A $6\frac{1}{2}$ kilómetros mas al Este nos encontramos en la bahía i puerto del Volcan (de Osorno) según lo llaman en la localidad o sea la Bahía de Cox de los jeógrafos; tiene una quebrada por la cual baja un estero i la atraviesa el camino que conduce al lago Todos los Santos, llegando al portillo de la Desolacion al cual atraviesa en la estension de 3 kilómetros i en seguida atraviesa por el noreste entre el volcan Osorno i el cerro de La Picada (véase la vista tomada desde el rio Caliente del volcan Calbuco); desde la Bahía Cox el camino sigue por la playa bajo los barrancos o pie del volcan, bañado por el lago Llanquihue; se notan pórfiros i escorias volcánicas que contienen feldespato vitreo; hai bastante silice; en la rejion que se denomina Rio Blanco hai siete quebradas en dos grupos; el primero se encuentra en una punta, a 3 kilómetros hácia el sur de la Bahía Cox i tiene 4 quebradas; el segundo grupo se encuentra a poco mas de 2 kilómetros del primero; despues la playa llega a ser intransitable; bajan despues otros siete esteros i pasamos por frente a una punta prominente, la *Punta Lavás*, a la cual siguen varias ensenadas chicas, la mas grande se llama Puerto Oscuro; aquí se había hundido algunos meses há el vapor *Cóndor* de los señores Tölg i Matzner, con un cargamento de animales vacunos; despues de muchos esfuerzos inútiles de los dueños i de varias empresas, lo puso a flote don José Schmidt, el viérnes 21 de abril de 1911; de los animales quedaban únicamente las cabezas amarradas con cordeles al borde de cubierta; de Puerto Oscuro habrá a lo sumo $1\frac{1}{2}$ kilómetros a La Ensenada, donde se encuentra un establecimiento mercantil de la Sociedad Chile-Arjentina, rejentado por mi amigo don José Siegel, i el camino a la República Arjentina, siguiendo la orilla norte del rio Petrohue, abierto por dicha Sociedad.

Desde la Ensenada se estiende un valle por el costado Este del Calbuco i que sigue por los rios Hueñu-Hueñu, cuyos dos brazos superiores se llaman Rio Blanco; al brazo oriental desemboca el Rio Caliente (véase aguas termales) que nace a 1,436 metros sobre el nivel del mar, lonjitud de su curso según Guevara: 3 kilómetros.

Desde el establecimiento de la Chile-Arjentina, en la Ensenada, se tiene una soberbia vista al volcan Osorno (véase figura número 8). El Osorno se levanta desde el lago Llanquihue como desde el llano de la Ensenada, sin mesetas ni cerros que lo rodeen, en un cono regular con punta angosta,

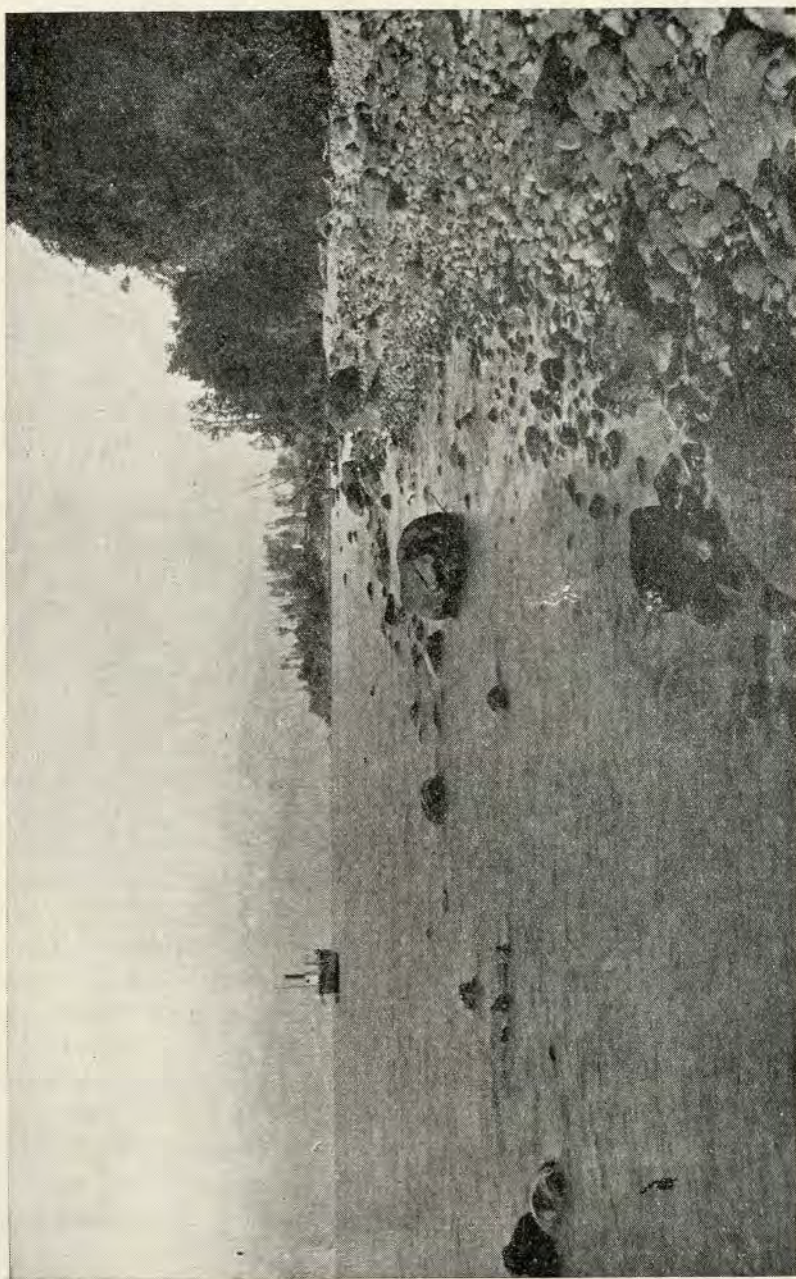


Fig. 9.—«Los Riscos» en la Ensenada (Lago Llanquihue)

mientras que el volcan Calbuco está rodeado de numerosos cerros en sus faldas.

Como todas las orillas del lago Llanquihue i faldas del Osorno, tambien el Calbuco está rodeado de vejetacion espesa, de la cual haremos mencion en otro lugar.

Mas numerosos son los rios i esteros que bajan de las quebradas del volcan Calbuco; en la parte llana, entre la Ensenada i el rio Poza (nos encontramos en la orilla sur del Llanquihue o sea la falda norte del volcan Calbuco), en una estension de 4 kilómetros, desembocan dos esteros de corto curso en el lago; el rio Poza es bastante caudaloso en invierno, su curso es de poco mas de 10 kilómetros de largo, nace a 1,200 metros del cráter del Calbuco, tiene su orijen en seis quebradas; forma un solo curso a 4 kilómetros ántes de su desembocadura; le sigue un kilómetro mas al oeste el Rio Tepu, en un solo curso desde su orijen, del mismo largo i caudal del primero; siguen hácia el oeste cuatro esteros, cuyo curso no pasa de 2 kilómetros i llegamos al Rio Blanco, situado a medio kilómetro mas al oeste; i entre éste i el Rio del Salto median $2\frac{1}{2}$ kilómetros, en cuyo trecho bajan cuatro esteros chicos; el Rio del Salto con dos esteros mas hácia el oeste limitan con los cerros o montes de Pichi Juan por el Este; estos cerros forman un verdadero cordon i sus pies bajan perpendicularmente a las aguas del hermoso lago Llanquihue, en una estension de $6\frac{1}{2}$ kilómetros, pasando por la Punta Oriental hasta llegar al primer estero de la parte oeste, sitio llamado propiamente los Riscos (véase la figura 9), una playa sembrada de rocas feldespáticas. El cordon Pichi Juan (nombre dado en honor del indijena Juan Currieco, talador o vaqueano, que acompañó en sus viajes a los espedicionarios Vicente Pérez Rosales, Bernardo Philippi, Döll, Fonck, Hess i otros), se separa desde los Riscos hácia el suroeste i frente al establecimiento de don Augusto Minte entre los Riscos i la Punta de los Ingleses dista un poco mas de 2 kilómetros de la orilla del lago; por la parte suroeste baja el rio Pescado, (el rio Calbuco de F. Vidal Górmaz), que es el afluente mas caudaloso del lago; trae dos brazos del sistema del cordon Pichi Juan i cuatro brazos de las faldas del volcan Calbuco que por este lado tiene a sus pies una llanura de suave declive de ocho a nueve kilómetros de largo, que va ensanchandose hácia el rio Camahueto; entre éste i el rio Pescado bajan dos esteros; son de corto curso. La distancia entre los Riscos i dicho rio Camahueto es algo mas de 11 kilómetros; tiene su orijen en cuatro brazos: dos vienen de las faldas del oeste del Calbuco, pasando por el llano i el otro bifurcado en dos que bajan de la falda noroeste del

monte Hornohuinca que pertenece al macizo suroeste del Calbuco; su curso es de 12 kilómetros; en la última parte corre en un solo lecho en una estension de 3 kilómetros que es la parte interesante i digna de visitarse por su lindísima vejetacion en sus orillas i en las islitas; una de éllas se llama Lorelei, (véase figura número 10), las orillas muestran simples piedras de río que en gran parte están cubiertas por tierra i raices; en la parte superior tiene entradas sombrías i encantadoras, (véase figura número 4).

Por su profundidad, su ancho i sus aguas tranquilas llámase «La Poza» esta parte del río Camahueto; desde la orilla suroeste de su desembocadura sale la Punta Cabras que por su vuelta oeste i sur a manera de dársena de mas de un kilómetro, forma el abrigado puerto de Pérez Rosales, en honor del comisario de colonizacion; se encuentra a 10 kilómetros al noreste de Puerto Varas Nuevo, prescindiendo de la curva de la Punta Fábrica; en este trecho bajan tres esteros al lago por quebradas de unos 6 a 8 metros de profundidad; en el mismo Puerto Varas Nuevo desemboca un estero que llaman de la Quebrada Honda; baja a espaldas de la Fábrica; en su curso nótese canagua, tierra amarilla i piedrecillas de acarreo.

Desde Puerto Varas i otros puntos del lago se encuentra el magnífico panorama del lago con los dos volcanes (Dehuin) que se destacan en primera fila: el Calbuco i el Osorno.

EL VOLCAN CALBUCO; este nombre le fué dado por don Guillermo Döll en 1848; ántes era desconocido por los exploradores modernos; el almirante de S. M. B. Mr. Robert Fitzroy, lo señala en su mapa con el nombre de Quellaipe i Astaburuaga dice que así lo llamaban los indígenas; correspondería el nombre a la bahía de Quellaipe en el golfo de Reloncaví, en cuya direccion noreste se levanta el volcan.

Su altura ha sido calculada con distinto resultado: Ochsenius le asigna 2,250 metros; Astaburuaga 1,792 metros; Vidal Gormaz 1,691 metros; don Delfín Guevara, quien ha hecho buenas observaciones, en 1910 calcula 1690 metros. He visto esta parte de nuestra cordillera desde los tiempos de mi niñez i tengo en mi mente la conformacion de ella; tambien he presenciado el período de la última erupcion del Calbuco en 1893-94 i veo que ha disminuido considerablemente de altura, tal vez sea poco calcular 40 metros; su vértice o cráter, por consiguiente, ha sufrido una modifica-

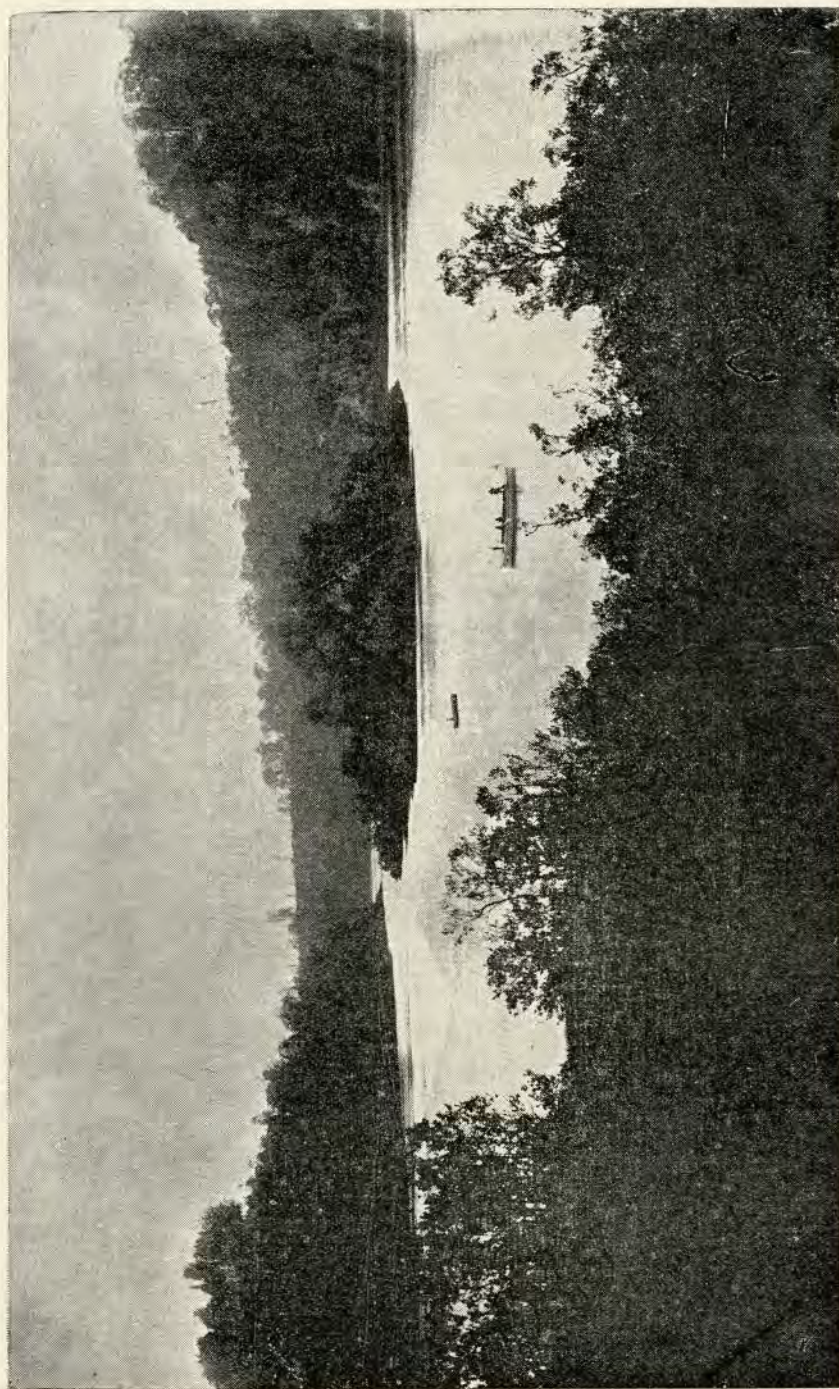


Fig. 10.—«Isla Loreley» en la Poza (Lago Llanquihue)

cion completa teniendo ahora la forma de silla chilena para montar (fig. 11) mientras que ántes tenia la forma de cono ancho con depresion en la parte norte. Sus rocas exteriores son de Andesita aujítica; hácia el valle del rio Hueñuhueñu se ven granitos sin anfíbola; a juzgar por el análisis de las cenizas de la última erupcion, el núcleo del volcan es formado por feldespato plagioclás.

El período de su erupcion ha sido bien observado i estudiado por mi finado amigo el doctor Cárlos Martin, quien ha publicado el resultado de sus observaciones en los «Anales de la Universidad de Chile», año 1895, pájinas 161-193; sin embargo, me permito consignar aquí observaciones hechas por mi padre desde Nueva Braunau i por mí desde Ancud i en la época de vacaciones en la misma localidad de Nueva Braunau i alrededores: distancia en línea recta 37 kilómetros; segun los injenieros de la Oficina de Mensura de Tierras, hai 33 kilómetros desde la cima del volcan Calbuco al Crucero Norte de Nueva Braunau! Desde el 5 de Febrero de 1893 se veia una nubecilla blanca de vapor encima del volcan; el 23 del mismo mes ya no cabia duda que ella provenia del volcan; el 27 se vió iluminada la cumbre a intervalos, espectáculo que llamó mucho la atencion i puso en alarma a los pobladores de la rejion.

En Marzo se notaron columnas mui altas de humo pero de poco diámetro; en la tarde del 19 de Abril se levantó una enorme columna blanca, mezclada de partes negras i así siguió por intervalos de semanas, dirijiéndose las columnas de vapor i humo con preferencia hácia el lado Norte del volcan, donde estaba la depresion del cono.

En el mes de Setiembre el volcan despidió mucho humo i ceniza, pero nó en columnas elevadas, eran aplastadas por el peso de la atmósfera i el viento las llevaba en direccion norte; se sostiene que en esos días llegó ceniza hasta Valdivia; lo mismo siguió en el mes de Octubre; se habian incendiado los bosques de la falda norte del volcan; en la primera quincena de Noviembre hubo columnas de vapor blanquecino i así hasta el 29 de Noviembre; hasta entónces las cenizas no habian tomado la direccion oeste.

Hé aquí como cuenta un colono de Nueva Braunau, la erupcion del 29 de Noviembre: «En ese día tuve que acompañar temprano a mis mozos que iban con yuntas de bueyes al monte a acarrearme algunos trozos de madera labrada para tablas, pues habia tomado aserradores de Chiloé, que son mui hábiles en el manejo de la sierra a mano; estábamos ocupados en ponerle la cadena a esos trozos, cuando noto que se nos oscurece; aseguramos las cadenas i apuramos los bueyes para salir del bosque i cuando lo



Fig. 11.—La caravana en los Arenales de la Enseñada, de vuelta del Calbuco que se destaca al frente