

FIEBRE AMARILLA.

Tampoco este huésped, cuya cuna se mece en las Antillas i en Centro-América, ha llegado a visitar nues-tras playas.

Concluimos aquí esta rápida revista, cuyos limites nos habíamos trazado de antemano, para no fatigar al lector i con esperanza de tratar el asunto con mas detencion cuando la oportunidad vuelva a presentarse.

JEOGRAFÍA JEOLÓJICA.—Estudio del relieve o configuración exterior del territorio chileno con relacion a la naturaleza jeológica de los terrenos que entran en su composicion, por don Ignacio Domeyko, rector de la Universidad de Chile.

Bosquejo hecho sobre el tema 29 del programa propuesto por la Sociedad Jeográfica de Paris para el Congreso Internacional de ciencias jeográficas:—"Faire ressortir les rapports qui existent entre le relief du sol et sa constitution géologique.")

Me propongo hacer un ensayo sobre este tema, que es uno de los que la comision del Congreso Jeográfico de Paris para el año de 1875 propone en su programa.

Los relieves que en su configuracion presenta, cualquiera que sea la parte del continente de nuestro planeta se hallan en relacion íntima: en primer lugar, con la *edad relativa* de los diversos terrenos que entran en su composicion; en segundo lugar, con las direcciones i cruzamientos de las principales líneas de dislocaciones que en diversas épocas jeológicas estos terrenos han sufrido.

En estos relieves se ve estampada la historia de la tierra, se ponen *de manifesto* las grandes épocas de las revoluciones terrestres aún en los países como Chile, en cuya configuracion se observa mayor complicacion que en otras partes del mundo, cierta confusion en los cerros i valles, i a todo paso señales de trastornos repetidos en estensiones relativamente limitadas.

El señor Pissis, en su inmenso trabajo de veinte i tantos años gastados en la esploracion i levantamiento del plano topográfico-jeológico de Chile, alcanzó a determinar i señaló las principales líneas de solevantamiento i de dislocaciones que han concurrido

a dar el relieve actual al sistema de los Andes de Chile; puso en relacion estas líneas con las de los grandes pentágonos marcados en la totalidad de nuestro globo por el inmortal Beaumont.

Yo me limitaré a indicar en una rápida ojeada la relacion mas evidente entre los *relieves i la naturaleza jeolijica i litolójica del territorio chileno*.

Comprendido entre el Pacífico i la línea divisoria de las aguas en los Andes, este territorio forma el declive occidental del inmenso sistema de las cordilleras que comprende dos cordones principales de serranía: uno mas occidental que lleva el nombre de cordillera marítima (cordillera litoral, cordillera de la costa) i el otro de los Andes, propiamente dicho. Este último es el que se desprende del gran maciso boliviano, donde se anudan los dos cordones de los Andes del Alto Perú i de donde se destacan otros ramales al SE.

Si a cierta distancia de la ribera oceánica pudiera la vista abarcar en una sola ojeada los relieves mas salientes de las cordilleras de Chile, (particularmente desde el 24° a 44° de latitud) veria, en primer lugar, un liston de rocas cortadas a pique que con suaves ondulaciones corre por toda la ribera, elevándose a unos 10, 30, 40 a 50 metros sobre el nivel del mar. Este liston, de distancia a distancia, se ve interrumpido por unas aberturas que dan salida a los rios, en cuyas embocaduras se ven pequeños golfos i playas. Este liston de barrancos-riberinos cortado por lo comun por unas planicies, lleva de trecho en trecho, pero a grandes distancias, lomas salientes que son por lo comun remates de algunos ramales destacados del interior i en cuya prolongacion asoman debajo del agua séries de peñascos ennegrecidos; en la prolongacion de estos aparece una que otra rara isleta.

En segundo lugar, detrás de este liston i a poca distancia del mar, que no pasa de 2 a 3 quilómetros, en partes mas cerca, principian a elevarse cerros que constituyen el sistema de la *cordillera marítima*: cerros de pendientes i relieves suaves, de perfiles redondeados; masas que no se anudan en crestas o ramales de larga corrida. Rara es la cumbre de ellas que pasa de 500 a 800 metros en altitud.

En tercer lugar, detras de estas cerranías se levanta la cadena mas unida de los Andes, de altitud siempre doble o triple que las

de las cordillera marítima: montañas de pendientes rápidas, dominadas por unas cúpulas o masas cónicas cubiertas de hielo perpetuo.

Si ahora la vista pudiera recorrer con celeridad estas dos cordilleras de norte a sur hasta Magallanes (lat. 54°), divisaría que las dos tienen su mayor elevación en la parte setentrional i poco varían en sus altitudes relativas entre 24° 23' i 33° de latitud sur. A esta última latitud i particularmente entre 32 i 34°, adquieren los Andes su máximum de elevación, dominados por el Aconcagua, el Tupungato, el San José, donde se halla el grupo de cerros mas elevados del continente sud-americano. Desde la latitud poco mas o menos de 34° las dos cordilleras, conservando entre sí poco mas o menos iguales altitudes *relativas medias*, bajan gradualmente, con tanto descenso que, llegando a la latitud de Chiloé, ya no conservan sino el tercio de sus altitudes anteriores. Desde allí se separan una de otra: la que llamamos marítima se transforma en una serie de islas i la de los Andes pasa a formar el borde occidental del continente.

Este es el bosquejo mas jeneral *del relieve*. Ahora bien, explorado el interior del país en toda esta estension, estudiado bajo el punto de vista jeográfico jeológico, se distinguen en él cuatro *zonas* cuyos caracteres mas naturales son los siguientes:

A—PRIMERA ZONA (setentrional).

Desierto.—Conocida bajo el nombre de desierto de Atacama (24 a 27° lat. sur), sus caracteres son: falta casi absoluta de lluvia, de aguas corrientes i de vejetacion; inmensidad de masas traquíticas; uno que otro cono volcánico apagado en los Andes; inmensidad de depósitos salinos en los valles; guaneras en la costa.

B—SEGUNDA ZONA (media setentrional).

(27 a 33° lat. sur) Podría llamarse por la principal riqueza natural de ella, *zona minera*; en ella los Andes adquieren su mayor altura i se destacan de ellos numerosos ramales hácia el oeste; falta de cerros volcánicos i escasez de traquitas; formacion *secundaria* arcilloso-caliza en las rejiones medias i mas altas de los Andes; abundancia de vetas i depósitos metalíferos en las rejiones inferior-

res i médias de los dos sistemas de cordilleras; dos a tres lluvias en invierno; seis a siete ríos alcanzan a traer sus aguas a la mar; vejetacion limitada.

C—TERCERA ZONA (media meridional).

(33 a 42° lat. sur).—*Zona agrícola*.—Los Andes bajan gradualmente hasta descender a la tercera parte de su altitud; aparecen en la línea divisoria de ellos conos volcánicos i solfataras, activos i apagados; abundancia de traquitas; un gran valle longitudinal separa las dos cordilleras desde la cuesta de Chacabuco (33° lat.) hasta el golfo de Reloncaví (41° 30' lat. sur); temperamento mas i mas lluvioso a medida que avanzamos al sur; abundancia de aguas; gran riqueza agrícola; selva subandina i selva costina; retirase hácia la línea divisoria de los Andes la formacion caliza jurásica e invaden la costa las rocas esquistosas graníticas.

D—CUARTA ZONA (meridional isleña).

Temperamento lluvioso isleño; la costa es el costado mismo de los Andes, cubierto de selvas abajo, de hielos arriba; golfos i archipiélagos; las islas son de la misma formacion que la cordillera marítima, sus relieves parecidos a los de ésta, en partes parecen participar de la naturaleza del valle longitudinal.

Penetraremos ahora en el interior de cada una de las cuatro mencionadas zonas, investigando la relacion que existe en ellas entre la configuracion exterior del suelo i su constitucion jeológica.

ZONA PRIMERA.—(desierto).

Poco conocida i esplorada todavia esta zona, no ha principiado a llamar la atencion aún de los mineros sino de pocos años a esta parte, desde el descubrimiento de las ricas minas de plata en las dos estremidades del desierto de Atacama, en Tres Puntas i en Caracoles. Desde entonces repetidas veces las partidas de los *cateadores* recorrian el desierto en todas direcciones; pero hasta ahora, de los naturalistas solamente el doctor Philippi lo ha atravesado en toda su lonjitud, de Copiapó hasta San Pedro de Atacama, i últimamente lo visitaron Pissis en la parte setentrional

entre los 23 i 25°, i el viajero noruego Sund la parte meridional: Checo, Juncal, Sandon i Encantadas.

Hé aquí la relacion que hace el doctor Philippi de la configuracion i constitucion jeolójica del desierto a la latitud de Taltal. (*Viaje al desierto de Atacama*. Halle, 1860).

“Partiendo de Taltal se elevan de repente los cerros de la costa, de 600 a 1,000 metros de altitud, (la meseta de Cachinal, media legua del mar, a 638 metros, la de Cachiuyual a 671 metros.) pero luego, a una i media legua del mar, el valle de Taltal descienaea 200 metros sobre el nivel del mar. En seguida el suelo va subiendo despacio hácia el este i sin interrupcion alguna alcanza en Agua de Varas a 3,173, en Sandon a 3,086, en Chaco a 2,762, en Doña Ines a 2,575 de altitud. Entre Chañaral Bajo i Tres-Puntas existe una alta llanura que se eleva a 1,668 metros sobre el nivel del mar. A esta poco mas o menos altitud, tomando el viajero camino de sur a norte i atravesando el desierto en toda su longitud de Copiapó a San Pedro de Atacama, divisa siempre llanuras lijeramente inclinadas hácia el oeste, i en medio de ellas cerros aislados o agrupados, pero ninguna cadena de cerros ni valle longitudinal. La misma configuracion del terreno se observa en el camino que atraviesa el desierto de la mar (de Taltal) a Cachinal de la Sierra (Breadas 528 metros, Cachiuyual 1,300, loma entre Cachiuyual i Cachinal 1,625, Cachinal 3,440.)

Añade el Dr. Philippi: 1°, que en esta misma llanura, la que se eleva gradualmente hácia el este, se nota al este de Las Aguadas, un escalon o elevacion mas brusca (la Sierra de Sandon i Vaquillas), pero segun parece no existe en esta parte de los Andes una cadena o cresta divisoria tan unida, continua, sobresaliente, como en los Andes meridionales de Chile; 2°, que en la *mesa* mas alta en estas cordilleras andinas, entre el Alto de Varas i el cerro Cachinal se nota una depresion longitudinal de terreno que se estiende desde el rio Frio hasta el Atacama; i se halla cubierta de vegas o pantanos secos de sal; la de Atacama tiene 2,400 metros de altitud i 25 leguas de largo sobre 6,8 de ancho, la de Punta Negra 14 leguas sobre 4, la de Imillac (de hierro meteórico) 2,500 metros sobre el nivel del mar.

Pasando en seguida a la constitucion jeolójica del desierto, el Dr. Philippi observa que esceptuando unos pocos arenales, casi to-

da la superficie de las mencionadas altas llanuras se ven cubiertas de cascajo o una especie de *detritus* compuesto de pequeños fragmentos de rocas que tienen puntas i aristas agudas, como si provinieran de rocas recién fracturadas, no removidas por las aguas corrientes. De la misma especie de *detritus* se ven cubiertas las faldas i mesetas de la alta rejion de los Andes, vecinas de los hielos perpétuos i en cuya superficie permanecen las nieves la mayor parte del año.

Pero lo que mas que todo debe haber influido en la configuracion tan extrema de esta zona de Chile, i en los relieves del suelo tan distintos de las demas partes de su territorio, ha sido las inmensas masas traquíticas que en toda aquella alta llanura i en los cerros que la domina se hallan en abundancia. El Dr. Philippi las halló en toda la estension de 95 leguas desde la Encantada hasta San Bartolo. Esas traquitas se diferencian en sus caracteres litológicos de las del sur de Chile; casi todas las muestras que he examinado tienen colores mas claros que las del sur, son de traquitas cuarzosas de granos de cuarzo amorfo parecido al de los pórfidos cuarcíferos, o traquitas algo micáceas; en algunas se ven pequeños cristallitos negros imperfectos que parecen ser de anfíbola; en otras feldspato vidrioso en medio de masa porosa, etc. En jeneral no parecen formar corridas a modo de lavas arrojadas de los cráteres sino mas bien masas enormes salidas por aberturas longitudinales paralelamente a los Andes.

Estas traquitas, probablemente mas antiguas que las del sur de Chile, descansan en partes sobre rocas graníticas (en Tolopose, etc.) en partes sobre la formacion secundaria jurásea fosilífera, la que sobre todo aparece en la parte elevada de los Andes. El Dr. Philippi la halló particularmente entre Sandon i Vaquillas, entre Chaco, Juncal i Encantada; el Dr. Sund recojió un número considerable de especies en Juncal i Sandon; últimamente se halló el mismo terreno en la Florida i es en el cual se esplotan las ricas minas de plata en las dos estremidades de esta zona, al norte en Caracoles i al sur en Tres-Puntas.

En cuanto a la cordillera de la costa, sus cerros constan, segun Pissis, en gran parte de formacion siluriana o devoniana; i en lo demás, de rocas graníticas i porfíricas de cuyo seno se estraen ricos minerales de cobre. Estas rocas, que son de la misma natu-

raleza que las de toda la parte litoral de Chile, conservan, al exterior en sus relieves el mismo carácter i las mismas formas que todas las de las cordilleras marítimas.

ZONA SEGUNDA (media-setentrional.)

En jeneral, esta zona presenta mayor complicacion en su configuracion que la que sigue, a causa, como ya he dicho, de varios ramales de cerros que se destacan de la cordillera principal algunas de ellas bajan hasta una distancia de 12 a 15 quilómetros de la mar, cortando los valles longitudinales i variando mucho en su aspecto exterior. En estos cordones trasversales se entrecruzan los últimos eslabones occidentales de los Andes con ciertas formaciones pertenecientes a la cordillera marítima.

Sin embargo, atravesando del oeste al este a diversas latitudes esta zona de las dos cordilleras, puede el viajero por el simple cambio que divisa en el relieve de los cerros i valles, conocer tambien los cambios que sucesivamente ocurren en la constitucion jeológica de ellos.

Tomemos, con este objeto, por punto de partida el puerto de Caldera (latitud 27°) i prosigamos nuestra escursion hácia el este o SE. hasta la cumbre de los Andes.

Llamará desde luego nuestra atencion una llanura casi horizontal, que se eleva por grados o escalones, i en su superficie o inmediatamente debajo de ella, lajas de rocas calizas conchíferas. Esta llanura, de formacion terciaria con indicios del periodo cretaceo, ocupa el lugar de un antiguo golfo: es una media-hoya de formacion marina ribereña, la que a poca distancia, a unos 5 o 6 quilómetros de la ribera actual de la mar, se despoja completamente de fósiles marinos.

Al norte i al sur de esta hoya terciaria, se elevan cerros de relieves suaves, de cumbres embotadas i faldas tendidas, con manchas de arena que el viento reinante SO. lleva i deposita sobre sus costados. Estos cerros se componen de diversas rocas de cristalicacion, masas no estratificadas; las mas bajas son de granito poco micáceo, desmoronadizo, otras de rocas dioríticas que pasan a *rocas verdes* (gönnstein) u otras adelógenas, ceuriticas o porfíricas. Pertenecen todas a la cordillera marítima, rica en depósitos metalíferos de cobre, hierro i oro. No se descubren en esta

parte rocas esquistosas cristalinas como el gneis o micaesquita, ni se agrupan estos cerros en cordones paralelos a la costa.

El valle a medida que se eleva internándose hacia el SE., se estrecha sin que su aspecto i el de los cerros inmediatos cambien visiblemente. Pero a un par de quilómetros de Copiapó, a cierta altura, en el ramal que abraja la ciudad por el lado del norte, se divisan estratos de un terreno solevantado, precursores de aproximacion de la cordillera de los Andes. Por la ribera izquierda del mismo valle continuan entretanto masas de cristalización dioríticas.

A tres o cuatro leguas mas al este de la ciudad, subiendo por el mismo valle trasversal, presentan ya los cerros situados al NE., tanto en su exterior como en su composicion los caractéres de los terrenos estratificados secundarios, perteneciente a los Andes: sus estratas de arriba son jurásicas, las de abajo de rocas metamórficas, en gran parte porfíricas. Debajo de éstas, asoma todavía en uno que otro lugar, por ejemplo, en Ladrillos masa granítica diorítica.

Continúan todavía elevándose por el lado SO. cerros de rocas cristalizadas de la cordillera marítima, i el valle se interpone entre los dos sistemas de cordilleras paralelamente a la direccion comun de ellas. Adquiere este valle cierta anchura en Antao, pero a corta distancia de allí, se ve atravesado por el ramal de terrenos estratificados, jurásicos en la direccion SO. i al propio tiempo varia sensiblemente de aspecto.

En esta parte cambia el valle de direccion; de ambos lados se elevan cortes casi verticales del terreno que corresponde a la region inferior del terreno estratificado de los Andes, que el señor Pissis considera como pertenecientes al período de transicion (siluriano o devoniano.)

Mas al SE., en la Puerta, a poca distancia del Hornito, el valle de repente se trasforma en un desfiladero angosto de paredes verticales i atraviesa masas dioríticas de solevantamiento (sieníticas, segun Pissis) (1) que por la primera vez rompen aquí el te-

(1) La composicion del Sildonato que forma el elemento principal de estas rocas, no es todavía bien conocida. Es por lo comun blanco, aedico-calizo; las pocas analisis que se conocen de el, lo hacen asemejar mas bien a oligocasa o albita, que a ortoclasia; i como estas rocas carecen por lo comun de cuarzo, o lo contienen en muy poca proporcion, accidentalmente, las corresponde talvez mejor el nombre de dioritas, que de sienitas, si hemos de llamar sieníticas rocas compuestas esencialmente de ortoclasia, cuarzo i antífota.

terreno estratificado, i ocasionan gran cambio local en el relieve de la cordillera.

Estas masas de solevantamiento dioríticas se prolongan, como lo representa mui bien el mapa de Pissis, en direccion N.S. paralelamente al cordón de los Andes.

El mencionado desfiladero de la Puerta tendrá cuando mas 2 a 3 kilómetros de largo i luego desemboca en un ancho valle, Potrero Grande, el mas hermoso i mas vasto de toda esta parte de los Andes de Copiapó.

Cerros estratificados de la rejion inferior del terreno solevantado (siluriano o devoniano de Pissis) rodean este valle, i en ellos se explotan los ricos minerales de plata. Encima de este terreno, en las cumbres, yacen bancales de formacion jurásica, i no se nota variación alguna en la direccion i aspecto del valle, hasta el lugar llamado Las Juntas, donde tres rios de escasa agua, el Manflas, el Pulido i el Jorquera, se juntan para formar el de Copiapó.

Aquí el nivel del valle se halla a 2200 metros de altitud; los cerros, valles i quebradas varían algo en su configuracion i es uno de los lugares mas importantes para la jeografía de los Andes de la provincia de Atacama.

Délese este cambio al segundo rompimiento del terreno estratificado por las rocas de solevantamiento granitoides (sieníticas o dioríticas) mui variables en su composicion, las que a unos 6 a 8 kilómetros de las Juntas, aparecen en los mencionados rios, en el Manflas, en el Pulido i en varios tributarios del Jorquera, el Turbio i el Cachito.

Las capas fosilíferas jurásicas, mui abundantes en fósiles bien conservados, aparecen en los altos de la cuesta de Manflas, de las Amolmas, etc., i hasta en el mismo valle Jorquera.

Esta es la rejion mas variable en formas, composicion i colores de los cerros: en sus relieves i aspecto, todo advierte que nos hallamos en la proximidad de la línea central del solevantamiento de los Andes; i para mayor confusion, aparece en esta parte i tiene mucho desarrollo, una formacion mui abundante en arenisca roja i estratos de igual color, ya compactas, ya arcillosas, porfíricas o conglomeradas de diversas especies. Rocas de esta especie son escasas o faltan completamente en la formacion jurásica fosilífera.

Este grupo de arenisca roja carece completamente de restos orgánicos i por lo mismo no se ha podido determinar con seguridad su edad relativa.

En esta misma rejion comprendida entre las Juntas i la línea divisoria de los Andes, aparecen mas a menudo el pórfido piroxénico, las sienítas compuestas de cuarzo, ortoclasia rojiza i anfíbola verde, brechas sieníticas i mucha variedad de pórfidos; pero ningun indicio de rocas traquíticas o volcánicas de cualquiera especie.

En fin, la masa de solevantamiento, roca de estructura granítica, ocupa el lomo de los Andes en el pasaje Come-Caballo (4426 metros) en la misma línea de la division de las aguas entre Chile i las provincias argentinas.

No menos visible se nos presenta la relacion entre el relieve de los cerros i su constitucion jeológica en el corte longitudinal del territorio si escojimos para recorrerlo la rejion intermedia entre las dos cordilleras.

Así, por ejemplo, si del cerro de Chañarcillo, tan conocido por sus ricas minas de plata, compuesto de formacion jurásica i la que en esta parte descansa sobre las rocas de cristalización, bajamos al sur, se nos descubre desde la base del cerro una vasta llanura, un ancho *valle longitudinal* que llaman la Travesía. Este valle, cubierto de arena, se prolonga en la misma direccion de norte a sur hasta el otro lado del valle transversal del Huasco i abraza mas de un grado de latitud. En toda su estension se ven al oeste cerros de rocas de cristalización, masas graníticas, dioríticas, con relieves propios de la cordillera marítima: cerros que se elevan del medio de esa llanura arenosa como islas. En estos cerros se esplotan minas muy abundantes en cobre. Al este de la misma llanura se levantan al contrario cordones de cerros estratificados jurásicos, fosilíferos, pertenecientes a la formacion de los Andes, i en el seno de ellos se esplotan numerosas minas de plata: (Chañarcillo, Bandurrias, Algarrobito, etc.).

Este valle longitudinal se halla, por consiguiente, entre las dos cordilleras, en el *plano de contacto* de las dos formaciones, de las cuales la de la faja litoral, consta principalmente de masas de cristalización, i la del interior al oriente, de terreno solevantado jurásico, sedimentario. Es de suponer que en esta rejion *del contacto* fué abierta la gran *falla* que dió orijen a los numerosos depósitos

metalíferos al este i al oeste, i que en esa misma rejion del contacto, hallándose las masas de diversa naturaleza, mas espuestas a la accion de los agentes interiores, i por lo mismo mas desmoronadas, dieron origen a la formacion de este valle longitudinal.

Este hecho, mui importante en la jeografía jeológica de Chile, la existencia de los valles en la rejion intermedia entre las dos formaciones jeológicas que acabo de señalar, se observa mui a menudo, sobre todo en los parajes donde estas formaciones se acercan mas una a otra i se ponen en frente a poca distancia, como por ejemplo, en Agua-Amarga (en la prolongacion del mismo valle de la Travesía, al sur del Huasco). En este lugar tan interesante para un jeólogo minero, se ven dos cerros, uno en frente de otro: el del este, estratificado calizo, bruscamente cortado, de aristas agudas, es Agua-Amarga; el del oeste, de relieves mas suaves, redondeado, masizo, diorítico sin el menor indicio de estratificacion, es el cerro Camarones. Aquel se ve cortado por numerosos filones de plata, en este se ha explotado ricas vetas de cobre: entre los dos se interpone un valle de aluviones que cubre el *plano de contacto*.

Este llano longitudinal de la Travesía i del Huasco se estiende desde 27°30' hasta poco mas o ménos 29° de longitud sur i corresponde por su situacion jeográfica i jeológica al inmenso llano longitudinal de la *tercera zona* (média-meridional) que luego estudiaremos mas detenidamente.

Entre el paralelo 29° i 3° i 30° 30' ranales de formacion jurásica i en parte cretácea con los pórfidos i conglomerados porfíricos estratificados sobre que estas formaciones descansan, invaden la faja de la cordillera marítima, acercándose hasta unos 10 a 11 kilómetros de la bahia de Coquimbo. En esta parte se halla en su mayor desarrollo del oeste al este, el terreno estratificado secundario, pero en toda su estension lo sostienen i en diferentes alturas lo rompen diversas masas graníticas de solevantamiento, mui variables en su composicion: dioríticas, sieníticas, pórfidos cuarcíferos i piroxénicos, rocas de base de labradorita, etc. De allí resulta gran complicacion i desarreglo en los relieves, se interrumpen los valles longitudinales i cambian a menudo de direccion los trasversales.

En medio, sin embargo, de ese desarreglo, no se dejan de observar aún en esta parte, hechos invariables relativos al influjo que

ejerce la constitucion jeológica i litológica del suelo sobre sus relieves.

Con este objeto tomaré por punto de partida la misma bahía de Coquimbo i procuraré dar una idea sucinta de la seccion transversal las de dos cordilleras a esta latitud, (mas o menos 39° lat. S.), desde la mar, hasta la cresta mas elevada de los Andes.

Al entrar en la bahía de Coquimbo se ven a la izquierda i a la derecha cerros del mismo aspecto que los de Caldera: a la izquierda (en la Punta de Teatinos) sienitas, a la derecha (en el Puerto) rocas graníticas, pegmátitas, en frente llano terciario o de bancos horizontales, calizos, que se elevan por gradas en anfiteatro, marcando como en Caldera, lineas de los antiguos niveles oceánicos. Detrás de este llano terciario se levantan el Cerro Grande i otros análogos que en su *relieve* anuncian ser masas dioríticas i otras rocas de cristalización.

En dicho llano terciario está escavado el lecho del rio de Coquimbo; en cuyas paredes, de ambos lados, se ven las mismas gradas o escalones que los de la bahía.

A unos 10 a 12 kilómetros de la bahía, se separa del valle principal un valle mas angosto (quebrada de Santa Gracia) que se dirige al norte i en él desaparecen los mencionados escalones. No existen tampoco estas gradas i escalones en el otro valle longitudinal que en la prolongacion del de Santa Gracia se separa del valle transversal a poca distancia de la ciudad de Coquimbo i tiene su direccion de norte a sur.

Este hecho de hallarse el terreno terciario cortado por escalones en los valles transversales, no solamente en las bahías sino tambien mas al interior, i la desaparicion de esas mismas gradas en los valles longitudinales, es un hecho que se observa jeneralmente en Chile, i se debe probablemente a que el solevantamiento jeneral de toda esta faja litoral del continente, desde la época terciaria o cuaternaria hasta ahora, se efectúa normalmente a la costa i a los dos sistemas de cordilleras.

El valle principal de Coquimbo sube primero en la direccion sur-este como los mas valles transversales de la parte setentrional de Chile mientras atraviesan la cordillera de la costa. A unas 6 leguas de la bahía (en la Calera) alcanza a 333 metros de altitud i allí le corta el plano de contacto de las masas de cristalización

graníticas con el terreno estratificado solevantado. El viajero lo advierte al instante, por el cambio repentino en la configuracion de los cerros. Una série de estratas cortadas casi a pique, pasa de un lado del valle al otro; las estratas cruzan al este i con un paralelismo constante corresponden de ambos lados unas a otras. Las de abajo son de pórpidos, brechas porfíricas i areniscas que forman la parte inferior del terreno solevantado, sobre la cual descansa el terreno jurásico i cretáceo mas antiguo, mui desarrollado mas al norte, en la serranía de Arqueros, conocida por sus ricas minas de plata.

Al cortar el valle de Coquimbo esas estrats, cambia de direccion i se transforma en un desfiladero angosto de paredes casi verticales. En este paso incómodo para el viajero, principalmente en el lugar llamado Mal-Paso, se vé la señal de un dique de roca mui tenaz, porfírica, que habia servido de represa natural a las aguas de arriba. El desfiladero no es largo, i al otro lado se nos abre un ancho i hermoso valle de Guallihuaica i Tambo, donde vuelven a aparecer las mismas rocas de solevantamiento, dioríticas que se habian perdido de vista al oeste i las que rompen aquí por la primera vez el terreno sedimentario antiguo.

El valle desde Gualli huaico i Tambo, toma mayor anchura i abraza todo el departamento de Elqui mui fértil i abundante de agua. Tiene forma elíptica con direccion del oeste al este. En su terreno de depósito lacustre se notan tres escalones: uno mas alto de superficie casi horizontal, bien aplanada, se estiende hasta el pie de los cerros de ambos lados del valle; otro mas bajo, mas inmediato al rio, todo cubierto de jardines i poblaciones, regado por los canales; el tercero, el mas bajo de los tres, sirve de cauce al rio que corre sobre un pedregal de aluviones modernos. En los barrancos que bajan de un escalon al otro se ven listones i bancas casi horizontales de cascajo i piedras roidas por las aguas, alternados con capas de sedimentos arcillosos i arenosos mas o menos homogéneos; por lo que se conoce que la época de esta formacion lacustre comprende períodos de sedimento lento i tranquilo, alternados con otros de corrientes mas rápidas i violentas, producida por la rotura i destruccion de los diques que represaban el agua. Es natural que marcando los planos de los escalones superiores, i de sus estratas, líneas de nivel de las aguas mas tranqui-

las i, corriendo el rio actual sobre un plano inclinado de gran descenso, todo este terreno lacustre se eleva mucho mas sobre el agua actual del rio en la estremidad inferior, inmediata al valle, cerca del desfiladero donde habia existido el dique, (verdadera *compuerta* de la represa) que en la estremidad superior; de manera que las gradas van perdiendo en altura sobre el cauce del rio a medida que se aproximan al remate oriental del valle, i a unos 140 a 150 quilómetros mas al este, en Rivadavia, desaparecen del todo.

Esta es la configuracion de la mayor parte de los valles trasversales interiores de formacion lacustre en los Andes i esta configuracion puede en un croquis jeneral representarse del modo como lo representa la fig. 1.

Llegando a la estremidad oriental del valle en Rivadavia notamos otro cambio en la configuracion de los cerros, en sus perfiles i en la direccion del rio. Este cambio es debido al segundo rompimiento del terreno solevantado, estratificado, por masas de solevantamiento granitoides (sieníticas, Pissis). La situacion jeográfica del lugar corresponde a la de las Juntas de Copiapó. Aquí tambien se juntan dos rios, el Turbio i el Claro, dando orijen al rio Coquimbo; aquél baja del norte, el Claro del sur i en la confluencia de ellos, en Tres-Cruces, hallamos el terreno estratificado jurásico abundante en fósiles.

Si de allí se toma el camino por el rio Turbio hácia el norte, a poca distancia, en Chapilca, volvemos a encontrar masas graníticas que se hallan en la prolongacion de las que se dejan ver en Rivadavia i en la ribera izquierda del rio Claro. Continúa subiendo al norte el valle longitudinal del rio Turbio i en su curso marca el contacto de las masas graníticas (sieníticas, Pissis) con el terreno estratificado jurásico. Este último, que se eleva por la ribera izquierda del valle, se estiende al este i cubre toda la rejion superior de la cordillera de doña-Ana, casi hasta la línea divisoria de los Andes. En esta cordillera, 3897 metros de altitud, se descubren capas de terreno arcilloso calizo, con abundantes fósiles jurásicos perfectamente conservados; en medio del mismo terreno señala Pissis un cerro de formacion volcánica moderno, único que existe en esta zona de los Andes, i tambien otras rocas de cristalización, mas difíciles de definir, que el señor Pissis considera como *de formacion volcánica antigua*.

Si a esto se añade la masa de granito que en Guaata (1943) en medio de esas diversas formaciones las levanta, i mas al este inmensas corridas sieníticas, paralelas a los Andes, se podrá concebir cuán variados han de ser en sus formas i relieves los cerros de esta alta rejion de los Andes, cuyas cumbres alcanzan a 4600 hasta 5000 metros de altitud.

En esta rejion los valles en jeneral son todos mui hondos i angostos, verdaderas quebradas; las rocas de solevantamiento, como tambien las estratificadas que descansan sobre aquéllas, se hallan en gran parte caolinizadas, los cerros tienen aspecto seco, terroso, de colores blanquecinos, los esteros i arroyos cargados de alumbre i en el fondo de las profundas quebradas, manantiales de aguas termales sulfatadas.

Debo tambien señalar en esta alta rejion un valle longitudinal, angosto, mas aproximado a la línea divisoria de los Andes, valle del rio de la Laguna, que tiene mas de 30 quilómetros de longitud i cuya direccion corresponde a la de las masas de cristalización i de solevantamiento que en esta parte rompen por la última vez todo el terreno solevantado. Estas masas son de composicion mui variable, pero de estructura granítica o pórfidos cuarcíferos; el terreno estratificado es todo de rocas metamórficas, porfíricas, brechas, cuarcitas, arcillolitas i algunas homogéneas. Predominan en ellas colores rojizos de diversos matices, como los del terreno que en la situacion i rejion análogas he señalado en la proximidad de la línea divisoria de los Andes de Copiapó. La Laguna misma es una depresion en medio de rocas sieníticas cubiertas en sus cumbres por ese terreno de conglomerados rojos.

El rio de la Laguna toma su orijen casi en la misma línea divisoria de las aguas en los Andes, en el lugar donde pasa el camino para San Juan i la altitud del *paso* por los Andes en esta parte es de 4747 metros, con poca diferencia la misma que la de Come-Caballo en los Andes de Copiapó.

Un estudio jeográfico mas detenido exijiria la parte del territorio comprendido entre el paralelo de Coquimbo (30° lat.) i aproximadamente el de Valparaíso (33° lat.) si se quisiera señalar en esta parte a cada paso la relacion entre la mui variada configura-

cion del suelo en los dos sistemas de las cordilleras e igualmente la mui variada constitucion jeológica. Reina, en efecto, en esta parte mayor desarreglo en la distribucion de los diversos terrenos jeológicos que al sur i al norte de los mencionados paralelos.

Las rocas de cristalización, graníticas, no estratificadas, mui variables en su composicion, ocupan a ciertas latitudes mas de las tres cuartas partes de los dos sistemas de cordilleras de este al oeste i los atraviesan casi en su totalidad, por ejemplo en el departamento de Ovalle (31°) i en el de Illapel (32°).

La formacion liásica i superliásica caliza arrojadas a la rejion mas occidental de los Andes forman todavía en la parte média como islas aisladas, en medio de los terrenos infraliásicos, particularmente los que Pissis considera como pertenecientes a la época devoniana o siluriana: éstos alcanzan a llegar en partes hasta el mar.

Los valles trasversales no tienen direcciones fijas, la varian a cada cambio de formacion jeológica que atraviesan, i los longitudinales, aunque en jeneral se relacionan con las corridas de las masas plutónicas, como los del norte i del sur de Chile, son cortos, se interrumpen por cordones trasversales que con frecuencia se destacan de los Andes. Estos, sin embargo, i en jeneral los cerros de esta zona conservan sus relieves, i sin gran dificultad se adquiere el hábito de conocer por el aspecto exterior de ellos a qué formacion pertenecen.

En fin, el cordon principal de los Andes no parece variar en su altitud média apesar de que a la latitud de 32° L. ya lo domina la cumbre del cerro Mercedario (6798 metros sobre el nivel del mar) i a unos 40 minutos de latitud mas al sur el de Aconcagua (6834 m.)

En efecto, los pasos de la cordillera que dan una idea mas exacta de la verdadera altitud de las cadenas de montañas que las puntas sobresalientes, escepcionales, por elevadas que sean, los pasos en los Andes, entre los 30° i 33° no alcanzan aún a las altitudes arriba señaladas de Come-Caballo i de la Laguna, como lo demuestran los datos siguientes:

Paso del Viento (Cordillera de Rapel).....	30°45'	4282 m.
Pasodel Valle-Hermoso (id. id.).....	30°50'	4112 m.
Paso del Portezuelo de Azufre (Cordille- ra de Combarbalá, latitud.....	31°20'	3645 m.
Paso por el Portezuelo del Valle-Hermoso, latitud.....	32°20'	3637 m.
Paso por la cumbre de Uspallata, latitud..	33°	3750 m.

ZONA TERCERA (media-meridional.)

En el espacio que no pasa de 1 grado de latitud (entre 32°40' i 43°40') se hallan las cumbres mas elevadas de los Andes: el Aconcagua (6834 m.), el Juncal (5945 m.), el Tupungato (6178 m.) i el San José (6096 m.) (1) Se sabe que el mas alto i mas al norte situado, el Aconcagua, no es todavía de formacion volcánica; los que siguen, desde el Tupungato, principian a formar una serie de volcanes, los mas apagados; al propio tiempo, como ya he dicho, principia a bajar visiblemente el cordón principal de los Andes. La línea de los conos volcánicos desde el Tupungato hasta el Osorno (lat. 41°) poco se aparta de la línea divisoria de las aguas de dicho cordón; sin embargo, mientras el primero, el Tupungato, se halla al este de esta última, los que siguen mas al sur, como el Cerro de Azufre de Tinguiririca, el Descabezado, el Antuco, se retiran mas i mas al oeste de la mencionada línea divisoria, i el Osorno está casi al pié de los Andes por el lado del occidente; de manera que estas dos líneas, la de los Andes i la de los volcanes, se cruzan mui oblicuamente. Este hecho i el del descenso gradual de los Andes desde la aparicion en ellos de los conos volcánicos, tienen necesariamente relacion con la configuracion i los relieves de la alta cordillera en toda esta *zona tercera*.

Un ramal de cordillera que poco mas o menos bajo el paralelo 33° se separa de los Andes i lleva al oeste en su lomo estratas de formacion secundaria jurásica e infraliásica, parece formar el límite natural de esta *tercera zona*, la mas importante de Chile bajo el punto de vista de su riqueza agricola i su poblacion.

En este ramal, como en la mitad de la distancia entre la mar i la línea central de los Andes, se halla la cuesta de Chacabuco, cõ-

(1) Altitudes determinadas por el señor Pissis.

lebre en la historia de la independencia de Chile. Al pié de esta cuesta se estiende la vista sobre el inmenso llano longitudinal que separa los Andes de la cordillera marítima, *llano intermedio*, que se prolonga paralelamente a estos dos sistemas de cerros, indefinidamente, bajando al sur, como ya he dicho, juntamente con las dos cordilleras hasta el golfo de Reloncaví (lat. $41^{\circ}30'$.)

La descripcion del relieve de toda esta zona con relacion a su constitucion jeológica es mas fácil que la de las dos anteriores.

Principiaré por el *valle intermedio* i pasaré en seguida a la cordillera marítima i a la de los Andes.

Valle intermedio o gran valle longitudinal.—Mas de 700 metros de altitud tiene este valle en su nacimiento al pié de la mencionada cuesta. Principia por formar una hoya de sedimento terciario (?) atravesada por lomas de formacion mas antigua i luego se abre, se ancha, teniendo todavia en Colina 757 metros de elevacion sobre el nivel del mar. De allí continúa bajando con pequeño descenso en dos sentidos a un tiempo, de norte a sur i de este a oeste. A unos 80 kilómetros mas al sur el llano en que se halla la capital se eleva a 590—570 metros sobre el nivel del mar en su borde oriental, i baja a 458—460 metros de altitud en su borde opuesto. Al pié de la cordillera occidental, mas al sur, se angosta i a 34° de latitud, en un lugar llamado La Angostura de Paine, se transforma en un corto desfiladero a causa de un cordón de cerros que en este lugar se destaca de los Andes.

Al otro lado del desfiladero vuelve a ancharse, con su doble descenso, conservando todavia 430 metros de altitud en el llano de Rancagua, casi a la mitad de la distancia entre los Andes i la cordillera occidental.

Pasado el rio Cachapoal, baja con mayor descenso hasta no tener mas que 320 metros en el rio Claro. En esta parte el valle longitudinal se une con la vasta llanura trasversal, notable por la fertilidad de su suelo, en la cual se halla la confluencia del Cachapoal con el Tinguiririca. Al mismo tiempo, algo mas al sur, se halla por la segunda i última vez el llano longitudinal interceptado en su direccion por un cordón andino de terreno estratificado compuesto de rocas porfíricas.

El portezuelo de este cordón trasversal, el que mas al oeste se eslabona con la cordillera marítima, es tan bajo que con facilidad

lo salva el ferrocarril i no tiene mas que 10 a 15 quilómetros de ancho.

Al otro lado de este corto estorbo vuelve a abrirse el valle, abraza los fértiles llanos de San Fernando, de Curicó, de villa Molina i alcanza a su mayor anchura en los de Talca (mas de 200 quilómetros del pie de una cordillera a la otra.)

A esta latitud ($35^{\circ}26'$) ya ha bajado el valle longitudinal a 80 metros sobre el nivel del mar, en su borde inferior occidental, aunque su borde superior al pié de los Andes, en Cumpeo, mide todavia 366 metros de altitud.

Este gran ensanche adquiere el valle a costa de las dos cordilleras. Los Andes, sobre todo, se estrechan, i dominados por sus conos volcánicos se ven, mirándolos del medio del llano, en toda su elevacion desde su base hasta las cumbres. Por esta razon aparentan como si fueran mas altos que los del norte, cuyas cimas i cordones centrales se dejan ver solamente a grandes distancias de la mar o de los lomos de los cordones intermedios.

Ahora para dar una idea mas exacta del relieve de este llano, debo añadir: que su superficie no es en todas partes igualmente plana. De debajo del terreno sedimentario que lo constituye se levantan de trecho en trecho a grandes distancias cerros aislados, unos con faldas fajadas, pertenecientes a los Andes, (como los de la Calera en el llano de Maipo, o los de la Compañía en el de Cachapoal) otros de distinta configuracion pertenecientes a la cordillera marítima.

En medio tambien del valle se ven cerrillos que no parecen tener relacion sino con la formacion volcánica de los Andes: (como, por ejemplo, los Cerrillos en el llano de Santiago, camino de Pudahuel, cerrillos de Teno, cerrillos de Pangué en el camino de Talca, etc.)

En cuanto a los rios es natural que por el doble descenso del valle intermedio entre los dos cordones de las cordilleras, por el obstáculo que a estos rios pone la del occidente, i por la constitucion sedimentaria terrosa del llano, los innumerables rios, esteros i arroyos que desde su nacimiento hasta el pié de los Andes no son sino torrentes, i bajando en las llanuras del valle se contienen en su curso, la mayor parte de estos rios atraviesan el llano por quebradas hondas, en direcciones diagonales (sur-oeste), sus lechos se ensan-

chan continuamente, se desmoronan las barrancas de sus riberas, quedan espaciosos trechos de esos cauces cubiertos de grueso cascajo i piedra. Resulta tambien de la misma configuracion del valle longitudinal i de su mayor descenso hácia la cordillera occidental, que estos rios tienen que juntar sus principales ramas en este valle, unir sus relativas fuerzas i concentrar el caudal de sus aguas en unos pocos troncos antes de atravesar la dicha cordillera i llegar al Pacífico.

Pasado el Maule (Lat. 35° 20'), el valle conserva su configuracion, anchura i relieve descendiendo al sur i no varía su constitucion jeolójica. Solamente cambiando gradualmente su temperamento, haciéndose mas i mas lluvioso el clima, aparece en el llano vejetacion natural mas vigorosa i corre por el pié de la cordillera oriental una ceja de selvas sub-andinas. Por el cambio tambien acaecido en la constitucion litolójica de los Andes las aguas de los rios son claras, no traen aquel sedimento precioso que fertilizan las llanuras del Maipo, del Cachapoal i del Tinguiririca. Nótanse tambien en algunos de los rios saltos: uno mas pequeño en el Chillan, otro mas grandioso en el Laja, debidos a una gruesa i resistente capa de conglomerado volcánico que en la parte mas allegada a la cordillera de los Andes se halla casi en la superficie del suelo i la cual descansa sobre un sedimento terciario, blando, desmoronadizo.

Con este mismo carácter i aspecto atraviesa el gran valle longitudinal toda la Araucanía i entra en la provincia de Valdivia (Lat. 40°) cubierto de vejetacion natural, de bosques, cañaverales i praderías, pero ya tan bajo que su nivel en la parte occidentales del llano no alcanza a 30 metros sobre el mar.

En esta parte aparecen al pié de los Andes grandes lagunas, precursoras de la proximidad del hundimiento del llano: los lagos de Rinihue, de Rauco, de Puyehue, de Rubenco i el último mas al sur, el mas grande, el de Llanquihue. El nivel de las aguas en estos lagos se halla a unos 50 a 58 metros de altitud.

Un angosto istmo, que apenas tiene 12 a 15 kilómetros de norte a sur, i de poca elevacion, separa este último del golfo de Reloncaví que se halla precisamente en la prolongacion del valle longitudinal i separa las dos cordilleras, dejando los Andes en la orilla del mar i la cordillera marítima al occidente cortada en islas. (Véanse las figs. 2, 3 i 4.)

Este istmo se debe a una masa diorítica que se desprende del pié de los Andes i avanza al oeste. Pero la costa meridional del istmo consta del mismo terreno (terciario o cuaternario) que los de las bahías del norte (de Coquimbo, de Tongoi, de Talcahuano, etc.) i se halla cortado en tres o cuatro gradas como aquéllos. Esto daría motivo a suponer que desde la época de la formacion de este terreno el sollevamiento del continente litoral chileno no ha sido parcial, peculiar de tal o cual punto, sino jeneral en toda esta costa del Pacífico.

Es tambien notable que apesar de que en la época terciaria o cuaternaria todo el valle longitudinal desde el pié de la cuesta de Chacabuco hasta el golfo de Reloncaví debia formar un golfo que por su situacion i forma no sin razon se acostumbra asemejar al golfo de California, la formacion jeológica de este valle no es marina, sino continental, lacustre. En efecto, no se ha hallado hasta ahora en toda la llanura de este valle restos marinos i son ya varias las localidades en que se encontraron debajo de los aluviones modernos del llano (a 2 i 3 ms. bajo de la superficie) huesos de cuadrípedos i restos vejetales. Así, por ejemplo, en capas de sedimento anteriormente parecido al de la gran formacion del *lodo Pampeano* (d'Orbigny) se hallaron esqueletos de mastodonte andino i del gran ciervo de la misma época en el llano de Maipo (cerca de Peñaflores), en la orilla de la laguna de Tagua-Tagua (provincia de Colchagua), en el gran valle trasversal de Colchagua, en Navidad, i en otros lugares menos conocidos.

Es, pues, fuera de duda que en su orijen, en la época anterior a la terciaria, ese gran valle longitudinal debia formar un lago interior o una série de lagos interrumpidos por ramales trasversales análogos al de la Angostura de Paine i del otro citado que se interpone entre el llano de Cachapoal i de Tinguiririca. Es de suponer que hayan existido otros semejantes ramales cuyos restos quedan todavia marcados por unos cerros aislados que se elevan en medio del llano. De esta misma naturaleza debe ser la última barrera de roca firme destacada de los Andes, que constituye el citado istmo interpuesto entre el lago Llanquihue i el golfo Reloncaví.

Ahora bien, ¿cuál debe haber sido el orijen de este gran valle longitudinal?

Situado en tre dos inmensos sistemas de cordilleras de los cuales uno consta principalmente de masas cristallinas, masas de sollevamiento i otro de terreno sollevantado, es de suponer que esta depresion del suelo paralelo a los dos sistemas de cerros corresponda a la gran rotura o *falla* que dió salida a la inmensidad de materias elásticas del interior del globo. En esta parte deben haberse hallado las masas eruptivas mas propensas a la descomposicion i talvez a la disociacion de sus elementos, i todo el terreno mas espuesto a derrumbes i hundimientos del suelo.

Bajo este respecto este valle hace un papel mui importante tanto en la configuracion de todo el territorio, como en su constitucion jeológica, i no sin razon recorriendo los llanos arriba descritos de norte a sur, hallamos de ambos lados, tanto al pié de los Andes como al oeste, rocas graníticas, las masas dioríticas o sieníticas que se hunden debajo del terreno sedimentario del valle.

Solamente la composicion de este terreno que en jeneral hallamos compuesto de capas de sedimento fino, arcilloso o arenoso, alternadas con otras de cascajo grueso, nos da a conocer que en el período de su formacion ha habido épocas tranquilas i otras de derrumbamientos de cerros i de corrientes rápidas i violentas.

La superficie bien aplanada que en la mayor parte del valle se conserva en este terreno i la composicion de la capa mas o menos gruesa de sedimento fino que lo cubre demuestra que la última época, la que ha precedido a la emergencia del llano, ha sido tranquila. Su relieve desde aquella época no ha variado sino por dos causas: en primer lugar, por los valles de erosion que ahondan el terreno; i en segundo lugar, por algunas formaciones volcánicas de carácter moderno que aparecen en su superficie en forma de pequeños *cerrillos* arriba citados. Estos *cerrillos* son otros tantos enigmas por aclarar; así, por ejemplo, los del llano de Maipo (a poca distancia de la capital, en el camino de Pudagüel) son conglomerados de cenizas volcánicas con fragmentos angulosos de pómez, i se hallan a mas de 50 quilómetros de los volcanes aún mas aproximados, sin que en la superficie de los cerros intermedios i en las quebradas existan iguales depósitos; los *cerrillos* de Teno son conglomerados traquíticos de materias escoriáceas duras; se hallan a mas de 40 quilómetros del volcan mas vecino (el de Tinguiririca), se estienden sobre todo el llano del este al oeste, tienen el aspecto

de las solfataras laterales apagadas del Descabezado; los cerrillos de Pangue, en el camino de Talca, tienen otro aspecto, son cenizas traquíticas, como areniscas, negras, de grano grueso, en partes vidriosos; se hallan en la parte occidental del llano, mas lejos todavía del Descabezado i de los cerros volcánicos anteriores; en fin, la capa de conglomerado volcánico moderno sobre la cual da el salto el rio de la Laja, no parece tener relacion directa con las corridas de los volcanes activos de Chillan o de Antuco que, en jeneral, poco se alejan de sus cráteres.

Cordillera occidental marítima. (Cordillera de la costa).—En esta cordillera debemos tomar desde luego en consideracion los relieves de las playas i de las llanuras mas inmediatas a ellas, en las bahías i ensenadas de esta zona.

En jeneral, todo lo que constituye las partes bajas, litorales i aplanadas, a inmediacion de las bahías corresponde por su configuracion i edad jeológica a lo que se observa en las entradas a los puertos de Caldera, Coquimbo, Tongoi, etc.

Solamente se notan algunos cambios que importa señalar:

En primer lugar, la formacion terciaria i cuaternaria marina litoral, la que en el norte, (en las latitudes donde *los Andes abundan en formaciones calizas jurásicas*) es mas o menos caliza, aquí en esta zona meridional cuyos Andes se ven casi completamente despojados de rocas jurásicas calizas, es casi desprovista de cal. El terreno de esta formacion consta de areniscas i estratas arcillosas; las cortaderas en gradas i escalones no se ven en él tan claras i dispuestas en anfiteatros como, por ejemplo, en la entrada de la bahía de Coquimbo.

En segundo lugar, desde la latitud 35 a 36 en que el clima, menos seco que el del norte, pasa a ser mas i mas lluvioso i apacecen selvas en las montañas, se descubren tambien abundantes depósitos de combustible fósil en este terreno como si fueran destinados a compensar la falta o escasez de veneros metálicos en las cordilleras de estas latitudes.

En tercer lugar, las playas son mas estensas, mas abiertas, i en sus orillas, por ejemplo, en la de Carampangue (Arauco) se ven por el lado nord-este que recibe los vientos reinantes, cordones litorales de arena, angostos, concéntricos, paralelos a la orilla de la playa. Nótese tambien que en las embocaduras de los caudalo-

Los ríos de esta zona, el Maule, el Biobío, el Imperial i el Tolten, hondos i navegables a cierta distancia del mar, se forman barras que los obstruyen.

Estos hechos me parecen suficientes para opinar que desde la época terciaria i posteriormente no ha cambiado el clima ni la direccion de los vientos reinantes, en la costa del Pacífico, i que en la composicion litológica de este terreno ha influido de un modo directo o indirecto la constitucion de los Andes.

Debo añadir que a la latitud de Concepcion se ha reconocido en la misma faja de terreno sedimentario litoral la existencia de formacion cretácea bien caracterizada por sus fósiles pertenecientes al período talvez mas reciente de aquella época; terreno en que parecen descansar las capas ligníferas de Talcahuano, Coronel, Lota i Lebu.

Pasando ahora a la configuracion de los cerros que forman la *cordillera marítima* de esta zona tercera del territorio chileno, debemos primeramente, en la parte allegada mas al norte, distinguir unos cordones cortos i de poca estension que por el lado del *valle intermedio* se elevan en esta cordillera i que Pissis distingue con el nombre de *cordillera del medio*. Estos cordones se distinguen por sus altitudes que son en jeneral mas considerables que las de los cerros litorales, como tambien por sus pendientes mas rápidas i por sus perfiles que se asemejan a los de los cerros andinos. Estos cordones son todavía ramas que se destacan de los Andes, atraviesan el *valle intermedio* i rematan a espaldas de la cordillera de la costa. Sus relieves son mas ásperos, aristas salientes; las faldas fajadas con estratificaciones bien visibles, i sus estratos compuestas en gran parte de conglomerados porfíricos i de gran variedad de rocas metamórficas, pertenecientes a la formacion inferior del terreno sollevado de los Andes que el señor Pissis considera como siluriano o devoniano.

Estos ramales, estraños al sistema de la verdadera cordillera marítima i que se confunden con ésta, se elevan al occidente del valle intermedio: unos en la prolongacion del mismo cordon de Chacabuco, de Tilti i Montenegro; otros en frente de la citada Angostura de Paine, otros en la mencionada tambien Angostura del valle, entre Rengo i San Fernando.

Estos cordones del medio desaparecen casi completamente al

sur de la latitud 35°. Desde allí, como ya he dicho, el llano toma su anchura normal i la cordillera occidental presenta su tipo característico, propio de las masas de cristalización, de estructura granítica, las que en sus formas i aspecto exterior hacen mayor contraste con la cordillera oriental, los Andes.

Aquella cordillera de la costa, sin embargo, aunque reducida a mas de la mitad de su altura média que tenia en las latitudes anteriores no es mas que la reproduccion del tipo que conserva desde el desierto: siempre el mismo relieve i la misma constitucion jeológica.

Se distinguen en su configuracion: 1.º partes aplanadas, o mesetas de superficie poco ondeada; 2.º cerros redondeados o de formas elipsoidales irregulares de 200 a 300 metros de elevacion sobre aquellas mesetas, todos de pendientes mui suaves, achatados o de aristas mui obtusas; 3.º algunos riscos i farellones sobresalientes de poca corrida.

Paradarse razon de aquella variedad de formas, fijémonos en la composicion de las principales rocas que constituyen en esta zona la cordillera marítima.

A. La roca principal, roca-madre, en toda esta cordillera desde Atacama hasta Chiloé es un granito desmoronadizo, compuesto de cuarzo, de poca mica amarillenta o bronceada, i por lo comun de dos especies de feldspato (ortoclasia i oligoclasa). Predomina casi siempre el feldspato. La roca es de fácil descomposicion, se ablanda i se disgrega por el contacto del aire, i con sus resídnos, que son de grano suelto esquinado, aplanan la superficie del suelo; se ve mui amenudo atravesada por venas de cuarzo o de feldspato amarillento, con turmalina, epidota, granate, hierro titánico, etc. Esta clase de rocas mui variables en su composicion forman planicies o colinas en medio de cerros.

B. Del medio de estas rocas-desmoronadizas salen *dykes* i masas irregulares de rocas graníticas mas duras, mas resistentes, compuestas las mas veces de los mismos elementos que las anteriores i de un silicato o silicatos verdes, verdinegros o negros, nunca cristalizados, que se toman por anfíbola. Estas rocas cambian de composicion segun el elemento o elementos que faltan o predominan en ellas i son sieníticas, dioríticas, pegmatíticas, o pasan a ser feldspáticas que se caolinizan mas o menos fácilmente o

forman masas compactas casi homogéneas que presentan grandes divisiones romboédricas irregulares, en tres sentidos.

Todas estas rocas entran en la composicion de los cerros litorales mui variados en sus formas, pero de perfiles suavemente encorvados i de mediana altitud. Algunas de estas rocas particularmente dioríticas tienen la propiedad de desbacerse por placas en las partes mas salientes de las masas i con esto se embotan, se redondean sus puntas i aristas i se cubren las faldas mas tendidas con sus despojes.

C. Pero estas mismas rocas i otras análogas, heterojéneas, disminuyendo el grano i hallándose la mezcla de sus elementos mas i mas íntima, pasan a ser mas i mas homogéneas, *adelógenas*. En estos casos si prevalecen en la composicion de ellas aquellos silicatos verdinegros o negros, tenemos *rocas verdes* (*grünstein*) o diversas masas curíticas que adquieren accidentalmente estructura porfírica. En casos de esta naturaleza las rocas se hacen mas resistentes, mas duras, i forman cerros mas elevados, farellones mas salientes, faldas de mucho declive. En casos análogos las pegmatitas suelen pasar a pórfidos cuarcíferos cambiando el relieve del cerro; en otros casos la cortadura del cerro parece resultar de las corridas de filones metalíferos que lo atraviesan, i presenta la montaña algo de peculiar, de extraño en su forma, que llama la atencion de los cateadores. (Cerro de Tamaya, cerro de Carrizal, etc.)

D. Todas estas rocas i el mismo granito se hallan mui amenudado atravesados en la misma orilla del mar i en sus inmediaciones por *dykes* i aún masas irregulares de rocas que tienen por base feldspatos, labradorita i un silicato negro que por su composicion se acerca mas a la pyroxena o hypersena que a la anfíbola. Las corridas de estas rocas anómalas que el señor Pissis llama *hypersénicas* parecen influir principalmente en las irregularidades del contorno exterior de la misma orilla del mar i en la salida de sus puntillas i promontorios.

Todos estos caracteres litolójicos i la relacion de ellos con la configuracion exterior son aplicables a toda la cordillera marítima desde Atacama, pero lo que es mas peculiar de esta zona meridional es lo siguiente:

E. Toman en ella mayor estension que en el norte e invaden

en el ~~sur~~ (en la costa de Constitucion, de Concepcion, de Arauco) una gran parte de la cordillera costina rocas graníticas esquitosas: el gneís, la mica esquita, esquitas aterciopeladas, esquitas maclíferas. Estas rocas se apoyan contra las masas graníticas i parecen ser sus inseparables compañeras. Esta formacion esquitosa granítica poco penetra al interior i forma principalmente collados en la costa. Desarrollada ya en la provincia del Maule, mas todavia en gran parte en la de Concepcion, cubierta de selvas impenetrables en la Araucanía, se estiende sobre toda la costa de Valdivia; pero poco influye en la configuracion jeneral de la cordillera marítima i hasta ahora se considera como estéril, falta de veneros metálicos.

Cordillera de los Andes.—Esta cordillera, entre los 33 i 34° de latitud, guarda todavia sus grandiosos perfiles, sus elevadas cumbres, pasos que tiene en la zona anterior i solamente entre el paralelo 34 i 35°, desde la latitud en que deja de enviar de su seno ramales a la cordillera marítima, i toma su anchura normal el valle intermedio, se verifica el cambio jeneral en las altitudes de los Andes en toda la estension de ellos. Recojida desde allí la cordillera en un solo cordón, mas angosto, continúa descendiendo gradualmente a medida que avanza al sur sin variar notablemente su aspecto i configuracion hasta el arriba citado golfo de Reloncaví. Una faja de selvas sub-andinas la ciñe en su rejion inferior i se eleva en partes a 1500 o 1800 metros sobre el nivel del mar; encima de esta faja se divisan altas lomas desnudas que se endientan unas con otras, elevándose unas tras de otras oblicuamente a la línea central de los Andes. Sobre esta última, de distancia en distancia se elevan conos o cúpulas volcánicas cubiertos de hielo perpétuo. Las cimas de estas masas volcánicas sobresalientes decrecen en la proporcion siguiente: el Tinguiririca 4478 metros, el Descabezado 3888, el Antuco 2972 i el último de la série, el Osorno, (41°10' lat.) 2198 metros. (2)

En la misma proporcion, mas o menos, bajan las altitudes de los pasos (boquetes), es decir, lugares mas elevados por donde pasan los caminos al otro lado de los Andes; así, por ejemplo, el paso de la Puerta del Yeso (vecino al Descabezado) es de 2400 metros; el

(2) Alturas tomadas del mapa del señor Pissis.

de Pichachen (vecino del Antuco) 2043, i el de Perez Rosales, de .
trás del Osorno, 1500 metros.

Debo observar de paso que la actividad volcánica en esta zona de los Andes no parece guardar relacion con la elevacion de los cratères sobre el nivel del mar, pues actualmente se halla reducida la elevacion média de sus altitudes (Chillan, Antuco i Lkaima) a 2900 a 3000 metros.

Al penetrar ahora en el interior de esta parte de los Andes (35 a 41°), notamos que la constitucion jeológica de ellos no es menos uniforme que sus relieves

Distinguimos en ellos dos rejiones: una inferior, mas antigua, compuesta de rocas plutónicas graníticas que aparecen ya sea al pié de la cordillera, ya en sus primeros cordones, i de terreno sollevado, antiguo, estratificado; la otra rejion superior es traquítica, volcánica.

En la primera los cerros no ofrecen diferencia notable en sus perfiles i constitucion de los análogos en los Andes del norte. Encontramos aquí como en el norte masas dioríticas (o sieníticas) que sostienen el terreno estratificado i lo rompen a diversas alturas. Este último presenta los mismos caractères metamórficos que el de la parte inferior de toda la formacion secundaria andina de aquellas cordilleras. Encontramos casi al pié de los Andes i a diversas alturas, por ejemplo, en Panimávida (35 a 40° lat.) en Cchihueco (lat. 37 a 20°) i muchas otras localidades, estratas porfiricas i de pórfidos abigarrados, zeolíticos, de brechas, idénticos a los del norte; en otras partes, en la base, en situaciones análogas el granito o masas feldspáticas.

Solamente falta a estas cordilleras casi completamente el terreno jurásico o infralíasico, fosilífero, i por consiguiente faltan aquellos cerros cortados en séries de barrancos calizos que aparecen por la última vez solamente cerca de la línea divisoria en la cordillera de las Damas (San Fernando) i en la de Teno, ya al otro lado de la línea.

En la segunda rejion varia el aspecto jeneral i el relieve de las montañas: aparecen en las crestas de los cordones de cerros i a diversas alturas sobre sus declives unas como murallas rayadas en columnas o esculpidas en formas esferoidales; de diversas partes se levantan rocas con divisiones prismáticas, masas diformes

como hinchadas por alguna presión interior, i otras de formas mas estrañas que imitan ruinas de los antiguos castillos feudales.

Esta rejion es traquítica, compuesta de traquitas mui variadas en su composicion. De en medio de ellas se elevan cerros cónicos sobresalientes que en sus vértices truncados llevan cráteres, i en sus faldas corrientes de lavas, depósitos de azufre i señales de las antiguas i nuevas *solfataras*.

No existen en esta zona de los Andes valles longitudinales. Los trasversales son en jeneral hondos, inhabitables, todos de *rompimiento o fallas*, agrandados por evasion de torrentes. En sus cauces se ven montones de piedra de derrumbé i antiguas corridas de lavas traquíticas. Son tambien frecuentes en esta cordillera lagos de origen volcánico, aguas termales i uno que otro valle de contornos arqueados al rededor de las masas volcánicas.

ZONA ISLEÑA.

Poco tengo que decir sobre la configuracion i constitucion jeológica de esta zona que tan singular contraste hace bajo todo punto de vista i con la setentrional de Atacama.

Pococonocida hasta ahora, solamente en estos últimos años ha sido explorada i estudiada con detencion esta zona por los oficiales de nuestra marina.

Se concibe que, hundido debajo del golfo de Reloucavi el llano intermedio, las cordilleras de la costa cortadas por golfos i canales se transforman en archipiélagos de islas i dejan los Andes en la orilladel mar como de guardia contra la invasion del Pacífico i amparan en esta zona el continente sur-americano contra sus embates.

Las islas deben participar en sus perfiles del relieve jeneral de la cordillera marítima i tener la misma constitucion jeológica que esta última, es decir, deben entrar en la composicion de ella rocas de cristalización graníticas, esquitas cuarzosas, micáceas, talcosas. Se sabe que existe tambien en ellas el terreno terciario i cuaternario del llano intermedio i de las hoyas litorales de la zona anterior, con depósitos de combustible fósil, tan bueno i de la misma formacion que el de Coronel i Lota. Solamente el temperamento de esos archipiélagos templado i lluvioso los cubre de vegetacion silvestre.

Igualmente con selvas vírjenes se ven cubiertas las montañas andinas, cuya constitucion jeolójica, si se puede juzgar por muestras traídas de la orilla oriental del golfo de Beloncavi, i de mas al sur, de la embocadura del rio de este nombre, debe ser la misma; las mismas rocas dioríticas i las traquitas entran en su composicion que en la de los Andes de la zona anterior.

Repetidas esploraciones de las costas occidentales de la zona isleña practicadas de órden del gobierno chileno por los oficiales de la marina nacional han contribuido mucho al conocimiento jeográfico de esta parte de Chile hasta mas al sur del paralelo 57° sur.

En la espedicion de 1871, dirigida por el comandante de la corbeta *Chacabuco*, don Enrique Simpson, se atravesó completamente la cordillera de los Andes por el rio i valle transversal de Aysen, 45°25', i mas al sur se comprobó otro paso fasil por el valle transversal de Huemules, por los 45°6' de latitud sur; se esploró el canal Moraleda, situado en la prolongacion del golfo del Corcovado i seno de Beloncavi; mas al sur, el canal Costa hasta la laguna de San Rafael (lat. 45°30'), frente a la península de Taitao, i se reconoció la existencia en aquella latitud de un gran ventisquero que obstruye el paso para el sur; se esploró, en fin, el mar interior de esta península i se constató el hecho de no existir paso para el sur mas allá del canal Puluche, i se levantaron los planos de los canales prinzipales del archipiélago de Chonos.

El comandante de esta espedicion penosa, en que se atravesaron mas de 100 millas de los Andes, opina que la altitud média de la cordillera en esta parte (45° a 46°) no pasa de 1500 metros, i la de las nieves permanentes de 1600 metros sobre el nivel del mar; pero cita algunos montes, como Mocá, cuya altitud estima en 2960 metros; i el volcan de San Valentin (46°40') en mas de 3800 metros de elevacion sobre el nivel del mar. Toda esta cordillera consta esencialmente de rocas graníticas, traquitas i lavas; mas no se cita ningun volcan en actividad.

El gobierno de Chile i particularmente el ministerio de marina continúa fomentando las espediciones de reconocimiento de la costa i de toda esta zona isleña hasta Magallanes. Al celo i empeño de los oficiales de la marina nacional empleados en estas empresas se debe ya gran acopio de planos parciales de diversas islas, canales i ensenadas de los golfos de Ancud, de Chonos i Guai-

tecas, i no tardará el conjunto de esta clase de trabajos en formar un mapa de esta parte de Chile bastante completo para relacionar con mayor seguridad su configuracion i naturaleza jeológica con las de las dos zonas anteriores setentrionales.

HISTORIA NATURAL.—Observaciones sobre las conchas fósiles terciarias de Chile, por el doctor don Rodolfo A. Philippi.

Desde que llegué a Chile, he tratado de reunir para el museo nacional los fósiles del país, sobre todo, los de la formacion terciaria; pero hasta los últimos años no he sido mui feliz, siendo que las circunstancias no me han permitido visitar los lugares mas ricos en restos orgánicos de aquel periodo de la existencia de nuestro globo. No he podido visitar ni a Navidad, que suministró los numerosos fósiles descritos i figurados por Sowerby en las *Observaciones jeológicas* de Darwin, ni a Cahuil, dedonde el señor Gay obtuvo un gran número, descritos i figurados por el señor Hupé en el volúmen VIII de la *Zoología* chilena de Gay, ni lugar de recojer los fósiles terciarios de Coquimbo en el corto tiempo que estuve en ese lugar. Mas, últimamente el museo ha recibido un gran número de fósiles terciarios.

El señor don Toribio Medina me ha entregado muchísimas especies de Navidad i algunos quintales del conglomerado conchífero de esa localidad, de que he podido sacar varias otras especies; he adquirido la preciosa coleccion jeológica del finado don Jernan Volkmann, en la cual habia muchos fósiles terciarios de Puchoco, Tubul, lugar situado cerca de Arauco, i Lebu; antes habia recibido una pequeña coleccion mui interesante de fósiles hallados por mi amigo don Guillermo Frick en Llancahue, a una legua de distancia de Valdivia; i debo a los señores doctor don Carlos Martin, don Francisco Vidal Gormaz, don Enrique Simpson i don Carlos Jüet una porcion de fósiles terciarios de Ancud. El museo ha recibido igualmente del señor don Diego Barros Arana un trozo de conglomerado, lleno de conchas i caracoles fósiles de la boca del rio Rapel; tiene igualmente varios fósiles de Magallanes, recojidos allí, sea por el señor don Jorje Schythe, sea por los señores don Lorenzo Rodriguez i don Diego Torres, aunque mui