



B

Biblioteca Fundamentos  
de la Construcción de Chile

# GEOGRAFÍA FÍSICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE

Amado Pissis



BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
BIBLIOTECA NACIONAL

# BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

INICIATIVA DE LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN,  
JUNTO CON LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
Y LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

## COMISIÓN DIRECTIVA

GUSTAVO VICUÑA SALAS (PRESIDENTE)  
AUGUSTO BRUNA VARGAS  
XIMENA CRUZAT AMUNÁTEGUI  
JOSÉ IGNACIO GONZÁLEZ LEIVA  
MANUEL RAVEST MORA  
RAFAEL SAGREDO BAEZA (SECRETARIO)

## COMITÉ EDITORIAL

XIMENA CRUZAT AMUNÁTEGUI  
NICOLÁS CRUZ BARROS  
FERNANDO JABALQUINTO LÓPEZ  
RAFAEL SAGREDO BAEZA  
ANA TIRONI

## EDITOR GENERAL

RAFAEL SAGREDO BAEZA

## EDITOR

MARCELO ROJAS VÁSQUEZ

## CORRECCIÓN DE ORIGINALES Y DE PRUEBAS

ANA MARÍA CRUZ VALDIVIESO  
PAJ

## BIBLIOTECA DIGITAL

IGNACIO MUÑOZ DELAUNOY  
I.M.D. CONSULTORES Y ASESORES LIMITADA

## GESTIÓN ADMINISTRATIVA

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

## DISEÑO DE PORTADA

TXOMIN ARRIETA

## PRODUCCIÓN EDITORIAL A CARGO

DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DIEGO BARROS ARANA  
DE LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

## PRESENTACIÓN

La *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* reúne las obras de científicos, técnicos, profesionales e intelectuales que con sus trabajos imaginaron, crearon y mostraron Chile, llamaron la atención sobre el valor de alguna región o recurso natural, analizaron un problema socioeconómico, político o cultural, o plantearon soluciones para los desafíos que ha debido enfrentar el país a lo largo de su historia. Se trata de una iniciativa destinada a promover la cultura científica y tecnológica, la educación multidisciplinaria y la formación de la ciudadanía, todos requisitos básicos para el desarrollo económico y social.

Por medio de los textos reunidos en esta biblioteca, y gracias al conocimiento de sus autores y de las circunstancias en que escribieron sus obras, las generaciones actuales y futuras podrán apreciar el papel de la ciencia en la evolución nacional, la trascendencia de la técnica en la construcción material del país y la importancia del espíritu innovador, la iniciativa privada, el servicio público, el esfuerzo y el trabajo en la tarea de mejorar las condiciones de vida de la sociedad.

El conocimiento de la trayectoria de las personalidades que reúne esta colección, ampliará el rango de los modelos sociales tradicionales al valorar también el quehacer de los científicos, los técnicos, los profesionales y los intelectuales, indispensable en un país que busca alcanzar la categoría de desarrollado.

Sustentada en el afán realizador de la Cámara Chilena de la Construcción, en la rigurosidad académica de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y en la trayectoria de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos en la preservación del patrimonio cultural de la nación, la *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* aspira a convertirse en un estímulo para el desarrollo nacional al fomentar el espíritu emprendedor, la responsabilidad social y la importancia del trabajo sistemático. Todos, valores reflejados en las vidas de los hombres y mujeres que con sus escritos forman parte de ella.

Además de la versión impresa de las obras, la *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* cuenta con una edición digital y diversos instrumentos, como *softwares* educativos, videos y una página web, que estimulará la consulta y lectura de los títulos, la hará accesible desde cualquier lugar del mundo y mostrará todo su potencial como material educativo.

COMISIÓN DIRECTIVA - COMITÉ EDITORIAL  
BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

PISIS, PEDRO JOSÉ AMADO 1812-1889

983.04 GEOGRAFÍA FÍSICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE/ A. PISIS; [EDITOR GENERAL, RAFAEL  
P678G SAGREDO BAEZA]. -[1ª ED.]. SANTIAGO DE CHILE: CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION:  
2011 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE: DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS,  
ARCHIVOS Y MUSEOS. c2011.

XLV, 366 P.: IL. COL., FACSIMS., MAPAS COL.; 28 CM (BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA  
CONSTRUCCIÓN DE CHILE); v. 46

INCLUYE BIBLIOGRAFÍAS.

ISBN: 9789568306083 (OBRA COMPLETA) ISBN: 9789568306687 (TOMO XLVI)

I.- GEOGRAFÍA FÍSICA - CHILE I. SAGREDO BAEZA, RAFAEL, 1959- , ED II. UNIVER-  
SIDAD DE CHILE

© CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2011  
MARCHANT PEREIRA 10  
SANTIAGO DE CHILE

© PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, 2011  
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 390  
SANTIAGO DE CHILE

© DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS, 2011  
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 651  
SANTIAGO DE CHILE

REGISTRO PROPIEDAD INTELECTUAL  
INSCRIPCIÓN N° 206.323  
SANTIAGO DE CHILE

ISBN 978-956-8306-08-3 (OBRA COMPLETA)  
ISBN 978-956-8306-67-0 (TOMO CUADRAGÉSIMO SEXTO)

IMAGEN DE LA PORTADA  
*SEXTANTE*

DERECHOS RESERVADOS PARA LA PRESENTE EDICIÓN

CUALQUIER PARTE DE ESTE LIBRO PUEDE SER REPRODUCIDA  
CON FINES CULTURALES O EDUCATIVOS, SIEMPRE QUE SE CITE  
DE MANERA PRECISA ESTA EDICIÓN.

Texto compuesto en tipografía *Berthold Baskerville 10/12,5*

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR ESTA EDICIÓN, DE 1.000 EJEMPLARES,  
DEL TOMO XLVI DE LA *BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE*,  
EN VERSIÓN PRODUCCIONES GRÁFICAS LTDA., EN JUNIO DE 2011

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

A. PISSIS

GEOGRAFÍA FÍSICA  
DE LA  
REPÚBLICA DE CHILE



SANTIAGO DE CHILE  
2011



Pedro José Amado Pissis Marín  
1812-1889

GEOGRAFÍA FÍSICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE  
POR  
PEDRO JOSÉ AMADO PISSIS MARÍN  
1812-1889

*José Ignacio González Leiva*  
*Belisario Andrade Johnson*

INTRODUCCIÓN

Explorar, conquistar y reconocer los nuevos territorios que se van descubriendo, constituyen acciones que están asociadas al avance del hombre sobre la superficie terrestre. De igual modo, el disponer de información pormenorizada del territorio que un Estado debe administrar, se transforma en una necesidad de la mayor importancia por parte de quienes tienen la responsabilidad de organizar el espacio que le imponen los límites del territorio bajo su jurisdicción. Esta necesidad no es un requerimiento propio de los tiempos actuales, sino que también lo ha sido en el pasado. Nuestro país, no ha estado ajeno a esta demanda durante su desarrollo como sociedad independiente, cualquiera sea la etapa en que se haya encontrado en su evolución republicana, ya sea de formación, desarrollo o consolidación. Los diferentes gobiernos han reconocido esta necesidad y han hecho significativos esfuerzos necesarios para lograr satisfacer esta demanda, situación que en la actualidad se encuentran bajo la denominación de sistemas de información territorial.

A mediados del siglo XIX, cuando Chile se encontraba en plena etapa de formación republicana, la información territorial con la que se contaba era escasa en todos los ámbitos del saber que implica el conocimiento del espacio nacional. Entre otras podemos destacar, la relacionada con la dimensión y forma del territorio, la localización y volumen de la población, y la ubicación y disponibilidad de los recursos naturales. Lo que hoy denominamos características geográficas del territorio chileno, tanto físicas como humanas, recién comenzaban a ser dilucidadas y sistematizadas gracias al trabajo que con ese propósito realizaba el naturalista fran-

cés Claudio Gay. Éste había sido contratado por la administración del presidente José Joaquín Prieto en 1830, para hacer un reconocimiento del territorio chileno, el que fundado sobre la base de un viaje científico, debía investigar la historia natural de Chile, su geografía, geología, estadística y todo cuanto contribuyera a dar a conocer las producciones naturales del país, su industria, comercio y administración<sup>1</sup>. El trabajo que realizaba Claudio Gay se encontraba en la década de 1840 en plena ejecución, y a punto de iniciar la publicación de lo requerido según contrato, puesto que con antelación, se había dedicado a recorrer el país en la búsqueda de información. En marzo de 1844 apareció el primer cuadernillo de la obra, compuesto de ciento treinta páginas. Casi diez años más tarde, publicó en París su obra *Atlas de la historia física y política de Chile*.

No obstante, en 1848, mientras Claudio Gay se encontraba realizando el encargo recibido por la administración de José J. Prieto, el gobierno de Manuel Bulnes contrató al geógrafo y geólogo francés Amado Pissis, para efectuar un reconocimiento del potencial geológico y mineralógico del país, así como también para realizar un levantamiento cartográfico. Amado Pissis había llegado a Sudamérica en 1838, cumpliendo un encargo del gobierno francés, atraído también por la curiosidad que despertaba entre los científicos europeos el Nuevo Mundo. Viajó a Sudamérica y se instaló en Brasil, estudiando allí su geología, flora y fauna. Con la información recogida, volvió a París donde publicó, en *Journal des Savants*, un trabajo sobre las observaciones de la Geografía Física y Geología de ese país. Regresó luego a América para establecerse en Bolivia, donde firmó un contrato con el gobierno de esa nación con el propósito de realizar un estudio sobre las características geológicas y levantar un mapa del territorio boliviano. En 1849, comunicó a la Academia de París sus resultados mediante una presentación titulada: “Memoria sobre las altitudes de los cerros de Bolivia y los sistemas de dislocaciones que se observan en este país”, asunto que le preocupó de sobremanera en su desarrollo profesional, materia que abordó, años más tarde, en un artículo publicado en los *Anales de la Universidad de Chile* en 1852<sup>2</sup>. Su salida de Bolivia se produjo a raíz de un conflicto político en el que se vio envuelto en esa nación, asunto que precipitó el término de su función profesional. Se trasladó a Chile a fines del año 1848, con la intención de volver por esta vía a Francia. Sin embargo, como nuestro país requería con urgencia disponer de información territorial para organizar y administrar la nación y dado que el trabajo encomendado a Claudio Gay demoraba más de lo previsto, se procedió a su contratación. Para ello se tuvo en consideración las necesidades del país por conocer la disponibilidad y localización de sus recursos naturales, sobre todo los mineros, de ahí entonces que el gobierno aprovechara la coyuntura de la presencia de este geógrafo y geólogo francés en Chile para contar con su servicio profesional. Se le contrató con la finalidad de que realizara un estudio geológico, topográfico y mineralógico del país, esperando que los resultados

---

<sup>1</sup> Rafael Sagredo, “El *Atlas* de Gay y la obsesión por representar Chile”, p. 14.

<sup>2</sup> Amado Pissis, “Investigación sobre la altitud de los cerros culminantes de la Cordillera de Los Andes”, pp. 217-221.

logrados se materialicen en una obra compuesta de un texto y un conjunto de mapas del territorio chileno.

La realización de obras de esta naturaleza en las nacientes repúblicas americanas tenía para los gobernantes enorme importancia, pues veían en su concreción, una necesidad real de conocimiento de su territorio y la posibilidad de trascender en su acción de gobierno. En efecto, lo que ocurría en Chile no era ajeno a lo que sucedía en otros países de la región, donde también se habían contratado naturalistas que realizaban tareas similares. Es el caso de lo que ocurre en Bolivia con Alcide d'Orbigny, en Perú con Antonio Raimondi o en Venezuela con Agustín Codazzi.

Pierre Joseph Noel Aimé Pissis Marín, nació el 17 de mayo de 1812 en Brioude, departamento de Alto Loira, Francia, por lo que cuando llegó a Chile tenía 38 años de edad. Sus padres fueron el médico Pedro José Esteban Pissis y doña Eulalia Marín. Realizó sus estudios básicos en su ciudad natal, para luego, en 1830 ingresar a la Escuela Politécnica de París, pasando también por la Escuela de Minas y el Museo de Historia Natural, entidad donde se especializó en Geología. Formó parte de la Sociedad Geológica de Francia y de la Academia de Clermont. En los



Cuadrante Ramsden. Instrumento utilizado hasta bien entrado el siglo XIX para los cálculos astronómicos.

*Anales de la Sociedad Geológica de París*, se le publicó en 1834 un trabajo relativo a los volcanes apagados del centro de Francia<sup>3</sup>.

#### EL CONTRATO

La solicitud que el gobierno de Chile le hace a Pedro J.A. Pissis se materializa mediante un contrato que lleva la firma del ministro del Interior del presidente Manuel Bulnes, Manuel Camilo Vial, fechado el día 10 de octubre de 1848, en el que se indica lo siguiente:

1º. D. Amado Pissis se obliga a hacer la descripción geológica y mineralógica de la República de Chile, cuya obra se compondrá de texto y mapas. El texto lo dividirá en dos partes: una correspondiente a la geografía del país en que se indicará la posición geográfica, esto es, la latitud y longitud de las ciudades, pueblos, cerros y otros puntos notables, calculadas por observaciones astronómicas, sus alturas sobre el nivel del mar, y los demás elementos que deben servir de base a los mapas. Al formar esta parte el señor Pissis dedicará una particular atención a la Cordillera de los Andes que examinará del modo más prolijo que le sea posible, a fin de señalar con precisión el filo o línea más culminante que separa las vertientes que van a las Provincias Argentinas de los que se dirigen al territorio chileno, y la situación geográfica de los diversos boquetes que permitan el paso por dicha cordillera a las varias provincias de la República.

La otra parte comprenderá la geología y mineralogía de Chile; y en ella se dará a conocer la composición geológica de cada provincia, y de todos los productos mineralógicos que se encuentren en ella y puedan ser útiles a algunas industrias, como la indicación exacta de sus asientos.

Los mapas serán el complemento y el resumen del texto, presentando al ojo la configuración exacta de cada provincia, la distancia de un punto a otro, sus alturas respectivas, la extensión de cada formación geológica, la posición de las minas y de todos los productos minerales útiles a las artes y agricultura.

2º. A más de los pormenores que deben darse sobre la aplicación de los productos mineralógicos a la agricultura, el Sr. Pissis manifestará en una memoria adicional las mejoras agrícolas que fueren susceptibles los diversos terrenos que sean objeto de sus exploraciones, y los vegetales indígenas exóticos cuyo cultivo conviniere más en ellos.

3º. Luego que D. Amado Pissis hubiere concluido sus trabajos sobre una o dos provincias, los presentará al Gobierno para su publicación. Los textos se escribirán en idioma francés; y el Gobierno los hará traducir de su cuenta al castellano, sometiéndose al examen de su autor, así como la publicación antes de imprimirse.

4º. El gobierno de Chile abonará al Sr. Pissis un sueldo mensual de dos mil pesos y los gastos que hiciere en su traslación a los puntos que deba inspeccionar.

Le proporcionará asimismo un soldado que le ayude en sus exploraciones y una escolta suficiente, cuando tuviere que visitar lugares peligrosos.

---

<sup>3</sup> Ernesto Greve, *Don Amado Pissis y sus trabajos geográficos en Chile*, pp. 39-40.

5°. Este convenio durará por el término de tres años forzosos para ambas partes; pero si los trabajos mencionados en los artículos 1° y 2° no se concluyeren en este término, el Sr. Pissis deberá continuar hasta su conclusión bajo las mismas condiciones de la presente contrata.

6°. El término prescrito en el artículo anterior empezará a contarse desde esta fecha.

Santiago, octubre 10 de 1848.

Manuel Camilo Vial, Aimé Pissis”<sup>4</sup>

Como se puede desprender de lo señalado en el contrato, la tarea que el gobierno encargó a Amado Pissis se centraba en un asunto bien específico: realizar un catastro de las condiciones geológicas y mineralógicas del país. Sin embargo, para su concreción debía considerar, la elaboración de un texto relativo a las características geográficas del país y el levantamiento de una cobertura cartográfica con la mayor precisión posible. En consecuencia, tanto el texto como la cartografía constituyen en sí un solo trabajo y están concatenados, razón por la cual no es posible referirse a uno de ellos sin considerar su relación con el otro. Así también lo comprendió el propio Pedro José A. Pissis, al decir en el Prefacio de su libro que:

“Para no distraer demasiado la atención del lector se ha reunido al fin de la obra y bajo la forma de notas todos los datos numéricos que han servido de base para el mapa de Chile”<sup>5</sup>.

Consecuente con lo anterior, en esta introducción se hará referencia también a la producción cartográfica que dio origen a su trabajo, para comprender a cabalidad la obra realizada por el sabio francés.

Cumplió con su cometido y publicó en París en 1873, el *Plano topográfico y geológico de la República de Chile* a escala 1: 250.000 y en 1875, la *Geografía física de la República de Chile*<sup>6</sup>.

#### EL ESTADO DE LA CIENCIA GEOGRÁFICA

Cuando la obra *Geografía física de la República de Chile* de Amado Pissis aparece en circulación en 1875, la ciencia geográfica en el país no tenía un desarrollo de importancia. La publicación de esta obra constituyó un hito fundamental en la evolución y desenvolvimiento de esta disciplina en Chile. El tratado hizo un notable aporte al conocimiento científico del territorio gracias a la aplicación de una

---

<sup>4</sup> Carlos Stuardo O., *Vida de Claudio Gay*, pp. 91-93.

<sup>5</sup> Amado Pissis, *Geografía física de la República de Chile*, 2ª ed., p. 4.

<sup>6</sup> En 1888 Pedro J. Amado Pissis complementa su trabajo cartográfico, con la publicación del *Mapa de la República de Chile desde el río Loa hasta el cabo de Hornos* a escala 1: 1.000.000.

metodología científica rigurosa y sistemática. Esto se refleja tanto en la estructura que el autor le da a la obra como en los contenidos que en ella se abordan, los que se encuentran en armonía con los principios y métodos vigentes en Francia a mediados del siglo XIX, aplicados por los más destacados cultores de la Geografía.

La Geografía como disciplina científica sólo adquirirá dicha condición a fines del siglo XIX, posición que alcanza gracias al trabajo que con anterioridad realizan dos grandes geógrafos alemanes, Alexander von Humboldt (1769-1859) y Carl Ritter (1779-1859), período al que el geógrafo español Juan Vilá Valentí denomina “de formación” y que antecede a otro que llama “de definición”, el cual se desarrolla en los dos últimos decenios del siglo XIX. Según este mismo autor, durante el período de formación, la Geografía recibe un fuerte influjo de los avances experimentan las Ciencias Naturales, en particular de la Geología. Mientras que durante el período de definición, será el ingreso de la Geografía a la universidad lo que caracterizará a esta disciplina, dando origen, de este modo, a lo que se reconoce como Geografía contemporánea<sup>7</sup>.

No obstante, la influencia de las Ciencias Naturales en la Geografía comienza a hacerse presente desde fines del siglo XVIII y comienzos del XIX. Son viajeros y naturalistas, como es el caso de Alexander von Humboldt, los que interesados en la Geografía valoran los avances de las Ciencias Naturales y los incorporan en sus análisis del territorio, tanto en los contenidos como en los métodos e hipótesis de trabajo. La aplicación de un método comparativo, con frecuencia utilizado en las Ciencias Naturales, será el camino de carácter inductivo por el que llegará a una cierta generalización, característica distintiva de la ciencia geográfica. A lo anterior, habría que añadir el uso por parte de las Ciencias Naturales de las clasificaciones y taxonomías, asunto que también la incorpora la vertiente natural de la ciencia geográfica, es decir, el ámbito que cubre la Geografía Física, aquélla que comprende a la Climatología, Hidrología, Geomorfología, Biogeografía, entre otras.

Por otro lado, cuando se habla de que el ingreso de la Geografía a la universidad sería un elemento clave para el posicionamiento de ella como disciplina científica, corresponde al hecho de que a partir de los dos últimos decenios del siglo XIX, en diferentes países europeos surgió una serie de profesores universitarios interesados por los estudios geográficos, con una fuerte formación en los contenidos y métodos naturalistas. Es el caso de Ferdinand von Richthofen, Frederick Ratzel y Albert Penck en Alemania; de Paul Vidal de la Blache en Francia y Halford J. Mackinder en Inglaterra, los que se encargaron, a su vez, de la formación de una serie de discípulos. La Geografía logró, de esta forma, una ordenación y sistematización de sus contenidos y métodos y, avanzó hacia una nueva etapa denominada Geografía contemporánea<sup>8</sup>.

De esta manera, el objeto de estudio de la Geografía contemporánea se centró en “la superficie terrestre”, articulada en torno a sólo tres campos de estudio: la Geografía física, la humana y la regional. A lo anterior, se le añaden las realizacio-

---

<sup>7</sup> Juan Vilá, “Veinticinco siglos de Geografía”, p. 7.

<sup>8</sup> *Op. cit.*, p. 8.

nes cartográficas que los geógrafos las orientan de modo preferente hacia la cartografía temática. La Geografía física se presentará con una clara base naturalista, lo que se manifiesta en sus métodos, enfoques y conceptos como, por ejemplo, los empleados en Geomorfología o, en el uso de las clasificaciones que ocupa la Climatología o la Biogeografía. Por su parte, la Geografía humana, fundada en las acciones del hombre sobre el territorio se caracteriza por alcanzar una cierta unidad interna, producto de la formación y avances logrados por ciertas Ciencias Humanas como la Historia, la Sociología y la Etnohistoria, entre otras. A su vez, la Geografía regional, que surge como un modelo para el estudio del territorio de manera integrada, elaborado por los geógrafos franceses, dominará como tendencia durante varios decenios entre los geógrafos. En definitiva, la Cartografía temática se constituyó en el medio empleado por los geógrafos para mostrar de manera gráfica los resultados de trabajos geográficos en sus aspectos físicos, humanos o regionales. Sin embargo, la realización del otro producto cartográfico como es la Cartografía topográfica, quedó reservado a los servicios cartográficos estatales, civiles o militares.

Cuando Amado Pissis realizó sus estudios superiores en Francia, la ciencia geográfica se encontraba en su etapa de formación, cuya característica primordial, como se indicó con anterioridad, se encontraba influenciada por las Ciencias Naturales, entre las que la Geología ocupaba un papel destacado. En consecuencia, dado su mayor conocimiento en asuntos relacionados con la Geografía y la Geología, el trabajo científico que realizó en Chile mostró con meridiana claridad los ámbitos que él dominaba con mayor solvencia. En efecto, en su libro *Geografía física de la República de Chile*, destina más del sesenta por ciento de su contenido a tratar la Orografía y la Geología del país y sólo el cuarenta por ciento restante lo dedica a la Meteorología, Hidrología y Geografía Botánica (flora y fauna). Al mismo tiempo, incorporó dentro de su labor, su saber cartográfico, liderando la ejecución del plano topográfico del país, cuyo resultado será la publicación del “Plano topográfico y geológico de la República de Chile”.

#### LA GEOGRAFÍA FÍSICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE

La obra *Geografía física de la República de Chile*, es parte del trabajo tanto de terreno como de gabinete que Amado Pissis por cerca de veinte años desarrolló, entre 1848 y 1868. Mediante la actividad de terreno pudo reconocer las características físicas y humanas del territorio chileno, un periplo que comprendió desde el desierto de Atacama hasta las inmediaciones de la Araucanía. Por su parte, a través del trabajo de gabinete pudo reunir datos y antecedentes sobre el territorio que otros naturalistas habían efectuado años antes, “particularmente el grande trabajo del señor Claudio Gay sobre la Flora y la Fauna de Chile”<sup>9</sup>. El propósito central de su

---

<sup>9</sup> Pissis, *Geografía...*, *op. cit.*, p. 3.

texto, fue sistematizar los antecedentes recogidos en sus múltiples viajes, muchos de los cuales dieron origen a monografías provinciales o de asuntos específicos que se publicaron en los *Anales de la Universidad de Chile* a partir de 1850. Esta serie se inició con dos publicaciones aparecidas en el tomo VII de los *Anales...*, correspondiente al año citado, donde entrega antecedentes sobre: “La descripción geológica de la República de Chile” e “Informe y nuevo examen y análisis sobre el carbón fósil del Estrecho de Magallanes”<sup>10</sup>.

Por lo general, la estructura de las monografías provinciales presentadas por Amado Pissis en los *Anales...*, comprende, en primer lugar, un apartado en el que se aborda la situación y límites de la provincia, seguido por una descripción de la orografía, la hidrología, la geología, la mineralogía y la geografía botánica, para culminar con la división política-administrativa. Dicha estructura es la que sigue en gran medida en el libro en referencia, pero ahora presentando cada una de estas partes como capítulos. En consecuencia, las monografías publicadas en los *Anales de la Universidad de Chile*, son la fuente principal en que se basa el naturalista para dar forma a la obra *Geografía física de la República de Chile*.

En efecto, el texto consta de dos partes: la primera destinada a lo que denomina Reino Inorgánico, donde trata lo relativo a la Orografía, Geología, Meteorología e Hidrografía; y la segunda, bajo el nombre de Geografía Botánica, reúne los asuntos relacionados con la vegetación, la agricultura y la fauna. El autor utiliza tanto el Prefacio como la parte final de la obra, para dar a conocer el método empleado en su realización y las fuentes de información a las que recurrió. Es parte también de la obra un atlas que contiene: un mapa orográfico de América del Sur; un conjunto de perfiles longitudinales orientados de norte a sur, desde el grado 24 hasta el 42, confeccionados a escala 1: 250.000, en los que se muestra de manera comparada la forma y la altitud de la cordillera de la Costa con la de Los Andes<sup>11</sup>; una lámina con las cordilleras del Aconcagua para graficar la orografía andina; dos perfiles geológicos, uno desde Talcahuano al volcán Antuco y otro, desde el puerto de Coquimbo hasta el cerro de Doña Ana; diez láminas geológicas: dos pertenecientes al valle de los Piuquenes, una al cerro de Aconcagua, dos al cerro de Bandurrias, una con cortes geológicos mostrando la estratigrafía de algunos puntos del territorio, una

<sup>10</sup> Además de las dos publicaciones contenidas en el tomo VII hay que añadir las del tomo IX del año 1852, destinada a dar a conocer los resultados de una “Investigación sobre la altitud de los cerros culminantes de la cordillera de los Andes”; la del tomo XI del año 1854, oportunidad en la que se aborda la “Descripción de la provincia de Valparaíso”; la del tomo XV correspondiente al año 1858, la que trata de la “Descripción topográfica y geológica de la provincia de Aconcagua”; la del tomo XVI del año 1859, donde se publica “Influencia de la desigualdad de temperatura del aire en las medidas de altitudes por medio del barómetro: determinación de la altura de la cordillera del Portillo” e “Informe al Gobierno sobre los trabajos del plano topográfico de la República”; la del tomo XVII del año 1860, donde se publica la “Descripción topográfica y geológica de la provincia de Colchagua”; la del tomo XXVII del año 1865, referente a las “Cadenas de montañas y volcanes de Chile, según extracto de una carta de Amado Pissis a Mr. Elie de Beaumont, en octubre de 1864” y la del tomo LI del año 1877 en la que entrega antecedentes sobre “El desierto de Atacama: su geología, sus productos y minerales”.

<sup>11</sup> Al final de estos perfiles longitudinales, hay dos perfiles transversales: uno siguiendo el paralelo del monte Aconcagua y el otro, el paralelo del volcán Chillán.

del nacimiento del río Lontué, una del grupo volcánico de Chillán, una del volcán de Peteroa, una del cráter del volcán Antuco en 1869, una de la corriente de lava del volcán Osorno, una del grupo volcánico del Descabezado y una de las minas de Chañarcillo; dos láminas meteorológicas: una con las variaciones altitudinales de las nieves permanentes entre los 25° y 49° latitud sur y la circulación de la atmósfera entre el día y la noche durante el verano y otra destinada a mostrar una vista del glacial del río Cipreses; finaliza con una lámina en la que se presenta la distribución latitudinal de la vegetación y también sus variaciones con la altitud.

El capítulo inicial de la primera parte lo destina a la Orografía, abordando en él lo concerniente al relieve de Chile. En éste, reconoce tres grandes unidades morfo-estructurales que lo caracterizan y cuyos topónimos adopta según la denominación con la que son reconocidas en su época: cordillera de Los Andes, Valle Longitudinal y cordillera de la Costa o Marítima<sup>12</sup>. En el inicio del capítulo, resalta la importancia que tiene el control estructural sobre el relieve del territorio chileno, es decir, que la magnitud y las direcciones que el relieve presenta son consecuencia de la acción de grandes fracturas y fallas producidas por las fuerzas tectónicas, muy activas en el territorio chileno. Para validar su afirmación se basa en la presencia de lineamientos montañosos con orientación N-S, NE-SO y otras características que están presentes en la fachada occidental de América del Sur. Es de destacar que mediante tal aseveración, se anticipó algunos años a la idea expuesta por el geólogo Eduard Suess, autor del texto *Das Antlitz der Erde (El rostro de la Tierra)*, publicado en Viena en 1892, donde hace referencia a la existencia de costas de tipo Pacífico, en las cuales la dirección general de la costa sigue la misma orientación de los grandes lineamientos estructurales, denominados en la época de Amado Pissis como “Sistemas Estratigráficos” o “Sistemas de montañas”. Sin embargo, cien años antes de la aceptación de la Teoría de Tectónica de placas, teoría con la que en el presente se explica la forma de la superficie terrestre, el origen y la formación de las cadenas montañosas, entre otros asuntos. Pedro J.A. Pissis relacionó, aunque de manera exagerada, la coincidencia de los lineamientos estructurales chilenos, con otros sistemas orográficos del planeta, situación a la que hace referencia en la nota 2 de su texto y que también gráfica en la lámina N° 1 del *Atlas...* Es necesario hacer presente que no se debe dar a estas aseveraciones formuladas por él, otro carácter más que su valor descriptivo y no para explicar la formación de las unidades del relieve chileno. (Véase carta cartográfica en la página siguiente).

En este contexto, describe los dos principales lineamientos tectónicos encontrados en el relieve chileno, cordillera de Los Andes y de la Costa, agrupándolos en cuatro sistemas: chileno, colombiano, peruano y brasileño. El reticulado generado por estos sistemas define un conjunto de unidades de relieve a las que el autor denomina, a las de mayor envergadura, como “macizos”, categoría en la que se encuentra la cordillera de Los Andes y otras de menor magnitud que cataloga como “segmentos”, en la que encasilla a la cordillera de la Costa, esto con seguridad

---

<sup>12</sup> Resulta de interés señalar que no reconoce como otra de las geoforma de Chile a las Planicies Litorales.



Carta orográfica de América del Sur, correspondiente a la lámina N° 1 del *Atlas...* de Amado Pissis. En ella sitúa a Chile en el continente sudamericano y, mediante una serie de círculos relaciona la orografía chilena con los grandes sistemas montañosos del mundo.

debido a la menor importancia relativa de esta segunda unidad morfo-estructural chilena y donde el criterio principal de división en subunidades para ésta, está basado en las variaciones de altitud que presenta de norte a sur.

La tercera unidad morfo-estructural tratada en este capítulo es la depresión intermedia, a la que denomina Valle Longitudinal, y lo describe como con claridad definido a partir de Santiago al sur. Remarca su inclinación en sentido E-O y su disminución de altitud desde el norte hacia el sur. Destaca su desaparición, bajo el nivel del mar, al sur del seno de Reloncaví, en la región de los canales, pero la prolonga de manera excesiva hasta el estrecho de Magallanes, esto se debe a que sus afirmaciones sobre la geografía de la Patagonia sólo se basó en la interpretación de cartas náuticas existentes en la época y no en un conocimiento efectivo de terreno.

Teniendo en cuenta la forma como analiza el relieve chileno, se puede decir que corresponde a un intento de interpretación morfo-estructural, es decir, explicando la disposición y aspecto de las grandes unidades de relieve a través de importantes sistemas de fracturas y ejes tectónicos, por lo que en la práctica no considera la influencia de la geomorfología climática en su evolución, asunto que en la actualidad tiene gran preponderancia para los geomorfólogos, por la relación que existe entre las distintas formas de la corteza terrestre y las condiciones climáticas asociadas.

El capítulo segundo está dedicado a la presentación de la geología chilena, el que se aborda en relación con la composición y edad relativa de las grandes formaciones geológicas. En su análisis trata, por una parte, las rocas estratificadas, incluyendo en esta categoría a las rocas sedimentarias y metamórficas (esquitas cristalizadas) y, por otra, las rocas plutónicas, es decir, ígneas intrusivas y extrusivas.

Es muy probable que la generalización de la que hace uso para categorizar las rocas, sea producto de la escasa comprensión que existía en la época sobre la petrogénesis, es decir, los procesos que intervienen en la formación de las rocas. Un ejemplo de esto se aprecia en la obra de Milne-Edwards *et al.*, *Cours élémentaire d'histoire naturelle*, publicado en 1858, donde sus autores aceptan el concepto de metamorfismo, sin embargo, la factibilidad de este proceso es defendida en el texto, ya que al parecer no era un asunto aceptado de manera unánime.

Pedro J.A. Pissis utiliza un sistema de denominación estratigráfica que hoy resulta obsoleto, lo que dificulta la lectura del texto, refiriéndose a las distintas formaciones mediante sus facies; no obstante, entrega también información bioestratigráfica para ellas e incluye una tabla de correspondencia entre las formaciones chilenas y las europeas. Su denominación tan general, quizá sea producto de un menor grado de profundidad de los estudios estratigráficos existentes en la segunda mitad del siglo XIX o, bien, como consecuencia de los alcances establecidos para su estudio, lo que genera dificultades tanto en sus referencias a las rocas sedimentarias, a las ígneas intrusivas y extrusivas como a las metamórficas.

Cabe señalar que con los métodos de su época estableció algunas interpretaciones que son aceptadas hasta nuestros días como, por ejemplo, la mayor antigüedad del sector occidental de la cordillera de la Costa, en comparación con el oriental.

En cuanto a las rocas estratificadas, en las que como se señaló antes, incluye lo que hoy se conoce como rocas sedimentarias y metamórficas, estas últimas denominadas como esquitas cristalizadas, corresponden, según el autor, a formaciones que abarcan desde el Precámbrico (Azoico) hasta el Cuaternario. En los intentos de datación relativa de estas formaciones, se basa en el análisis paleontológico y utiliza, por lo tanto, un criterio bioestratigráfico. Por su parte, para el caso de las rocas ígneas intrusivas y extrusivas, las reúne bajo la denominación de plutónicas y las trata basándose en su composición mineralógica, dividiéndolas en dos series, una en que predomina el feldespato (a secas) y otra serie en que el feldespato principal es la labradorita más rica en ferro magnesiano.

Cataloga a las rocas volcánicas más nuevas como una clase separada de las rocas volcánicas más antiguas. El interés que muestra sobre los fenómenos volcánicos es probable que se deba a que su tema de investigación durante su etapa formativa en Francia tuvo que ver con las rocas volcánicas. Es de suyo interesante su referencia a que los fenómenos volcánicos han participado de forma activa en el relleno de la depresión intermedia, en particular mediante fenómenos laháricos y flujos piroclásticos. Él interpreta correctamente los depósitos de cenizas de Pudahuel como resultado de este tipo de fenómenos, adelantándose muchos años a las actuales interpretaciones. Cabe señalar que Juan Brüggén las definió e forma errónea como depósitos de origen glacial.

Otro de los aciertos que se encuentran en su obra es aquél que se refiere a la ausencia de volcanismo en el Norte Chico, entre los 27°S y 33°S, definiendo así dos grandes sectores de volcanismo activo: uno al Norte de esta brecha y otro al Sur de ella.

Al término del capítulo sobre rocas y fenómenos volcánicos se extiende, tanto sobre las emanaciones volcánicas gaseosas como sobre la localización y características de las fuentes de aguas termales, indicando el carácter poseruptivo de éstas.

Tal como le fue solicitado en su contrato, debía referirse también a todos los productos mineralógicos de cada provincia y que pudiesen ser útiles a algunas industrias, como también la indicación exacta de su localización, en otras palabras debía aportar al conocimiento de lo que hoy se denomina geología económica del territorio chileno. Por lo anterior, en la última parte del capítulo Geología ocupa gran parte de él para explicar la existencia de los yacimientos metalíferos, argentíferos y cupríferos, las condiciones estructurales que favorecen su presencia y los aspectos geoquímicos a los que están asociados estos depósitos, muchas veces relacionados, según Amado Pissis, con alteraciones hidrotermales. También se refiere a los de combustibles fósiles, en particular del carbón y señala el interés que ellos presentan en el sector de Lota y Coronel. Enseguida, realiza una prolongada enumeración de especies minerales en relación con las rocas que los acogen. Luego, hace mención a la existencia de rocas que pueden ser utilizadas como materiales de construcción, para terminar refiriéndose a aquellas sustancias utilizables en la industria de la época.

La Meteorología es tratada en el capítulo tercero y en él se describen y se localizan las diferentes regiones climáticas que se presentan en el país. Para ello se

basa en sus propias observaciones y en las efectuadas por algunos especialistas como Donoso, Funk y Jorge Schythe<sup>13</sup>. Reconoce según su orientación longitudinal de oeste a este, tres regiones: la marítima o de la costa, la del valle longitudinal y la de la cordillera de Los Andes. Estas regiones son analizadas en función de los elementos del clima: temperatura, vientos, lluvias y presión atmosférica. En su explicación acerca de la variedad de climas, señala como los principales factores, la latitud, las corrientes marinas, la proximidad del mar y el relieve. Considerando que hasta ese momento en Climatología no se habían formulado clasificaciones climáticas, al estilo como la que postulará el climatólogo alemán Wladimir Köppen en el año 1900, Amado Pissis sólo se limitó, como era habitual, a describir cómo se comportan los elementos del clima y cómo éstos son modificados por los diferentes factores.

Es así como, en lo concerniente a la región marítima o de la costa, dice que la temperatura media presenta una variación de norte a sur poco significativa, situación que ejemplifica con los 17° C. que se registra a la latitud de Copiapó y los 12,9° C. que se observa a la latitud de Puerto Montt. Hace notar que en 15° de latitud, lo que equivale a unos 1.700 km aproximadamente, sólo hay una diferencia de 4,1° C de variación. En cuanto a la oscilación térmica, manifiesta que entre los meses más cálidos y los más fríos, ésta se va acentuando en la medida que se avanza hacia el sur, para lo cual se basa en el hecho de que mientras en la ciudad de La Serena el valor obtenido es de 5,8° C, en Concepción es de 9,5° C. Por su parte, para la región interior, es decir, el valle longitudinal, hace presente que las oscilaciones térmicas son mayores que en el litoral a consecuencia de la mayor elevación del terreno y de la lejanía del mar. Por otro lado, indica que las variaciones diurnas y anuales son más acentuadas, lo ejemplifica con el caso de la ciudad de Santiago cuya altitud es de 560 m donde en invierno la temperatura llega a 2° o 3° C bajo cero y en verano, puede alcanzar entre 29° y 30° C. Indica que estas variaciones son menos sensibles en el sur de Chile. Por último, para la región de la cordillera de Los Andes indica que la temperatura desciende con la altura, pero que existen grandes anomalías, sobre todo en los valles andinos donde se presentan significativas variaciones tanto diurnas como anuales.

En cuanto a los vientos, dice que los más frecuentes son los que soplan desde las regiones del oeste y oscilan entre los que provienen del norte, noroeste y sur-suroeste, cuya variación está determinada por la localización de los lugares y las épocas del año. En términos generales establece como límite, en cuanto a la preeminencia de una dirección u otra de los vientos en el territorio chileno, el paralelo 39°, el que se ubica al sur de la ciudad de Temuco, en la latitud de Pitrufquén. Al sur de dicho paralelo, señala que existe un predominio de los vientos del norte y noroeste, por lo general cálidos y húmedos los que con frecuencia están acompañados de precipitaciones. Por su parte, al norte de este paralelo hace notar la importancia que tiene la cordillera de Los Andes, así como también la temperatura que adquieren los vientos provenientes del sureste argentino, para que se eleven

---

<sup>13</sup> Pissis, *Geografía...*, *op. cit.*, p. 3.

y no ejerzan su influencia sobre Chile central. Afirma que esta situación es la responsable de permitir la penetración de los flujos de aires que vienen del mar, ejerciendo de este modo el predominio de los vientos de dirección oeste y suroeste, diferenciando su comportamiento durante la mañana, la tarde y la noche. Caracteriza a estos vientos como asociados a buen tiempo. Realiza interesantes relaciones entre la mayor o menor temperatura de los vientos y la orografía, para explicar la presencia de la niebla en los valles interiores, así como también la neblina de la cordillera de la Costa, la que en el presente la reconocemos con el nombre de “camanchaca”. También hace presente la importancia que tienen los vientos del sur y las brisas del este en la templanza de los veranos de Chile. Al mismo tiempo, intenta una explicación para la generación del desierto de Atacama, el que resultaría como consecuencia del hecho que los vientos del suroeste cargados de humedad, son despojados de ella al sobrepasar alturas por sobre los 1.400 m de la cordillera de la Costa y penetrar a cielos sin nubes y terrenos con una alta radiación solar.

En relación con las lluvias indica que sus contrastes son tan notables como los valores de las temperaturas. Mientras hay áreas donde la sequedad es casi absoluta hay otras donde la humedad es excesiva, no obstante indica que su paso es gradual desde el norte al sur del país. Analiza las precipitaciones según diversas zonas: la que se localiza entre los 24° y 27°, es decir, el área que se sitúa entre el sur de la ciudad de Antofagasta y el norte de la de Caldera, la caracteriza como una zona donde pueden haber años sin que caiga una sola gota; la zona ubicada entre los 27° y 29°, vale decir, a partir del límite anterior y la bahía de Carrizal, la presenta como un territorio donde las lluvias son menos raras que la anterior, pero con presencia de nieve en la cordillera andina que alimenta los cursos de agua; entre los 29° y 32°, sector comprendido entre el límite anterior y el sur de la localidad de Los Vilos, lo muestra como aquél en que llueve al menos una vez al año; la zona de los 33° al sur, es decir, desde la ciudad de Valparaíso y hasta la latitud de Chiloé, la caracteriza por el incremento apreciable de las lluvias y donde su máximo lo ubica en la provincia de Valdivia, con valores superiores a los 2.800 mm anuales. Finalmente, la zona comprendida entre el sur de Chiloé y Punta Arenas, la describe como aquélla donde las lluvias presentan una disminución respecto del área anterior, para ello se apoya en el registro de la ciudad de Punta Arenas, localidad en la que la precipitación es sólo algo superior a los 520 mm anuales. En verdad, esta última aseveración, viene a confirmar una vez más, el desconocimiento que Amado Pissis tiene de la zona austral del país en esta y otras materias.

Vale la pena destacar, la referencia que hace a la corriente fría que impera en el océano Pacífico y su efecto moderador en la temperatura de Chile, la que a su juicio favorece que el clima imperante sea muy benigno. Señala como particularidad de ella “que al paso que templó el frío en los inviernos de las regiones australes, refresca las que están cercanas a los trópicos”<sup>14</sup>. Sin duda, se refiere a la que hoy reconocemos como la corriente fría de Humboldt, la que le confiere una gran homogeneidad térmica a la zona costera del país en general. Por otro lado,

---

<sup>14</sup> Pissis, *Geografía...*, *op. cit.*, p. 155.

hace presente lo relevante que resulta para las precipitaciones la presencia de los bosques y hace un llamado de atención por el desmonte que se ha hecho en Chile central, donde observa una disminución importante de la frecuencia de las lluvias y la deficiente retención de los suelos, los que por la ausencia de árboles, se encaminan hacia el mar con los evidentes perjuicios para la agricultura. Sentencia en cuanto a esto último que: “tiempo es ya de pensar en el arbolado si no se quiere ver reducirse más y más la superficie de las tierras de cultivo”<sup>15</sup>. Este llamado que hace durante el último tercio del siglo XIX, sobre la necesidad de reforestar, sólo cien años más tarde vino a tener una manifestación concreta, cuando se dicta el decreto ley N° 701 del año 1974, conocida como la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, mediante el cual el Estado incentiva el desarrollo forestal chileno por medio de una bonificación para quienes conserven y manejen de forma productiva el bosque nativo, al tiempo que también promueve la creación de áreas protegidas y obliga a la reposición de los bosques talados.

De este capítulo, hay al menos dos asuntos dignos de destacar, entre otras cosas:

- En primer lugar el intento que hace por establecer zonas climáticas en el país, lo hace en función del comportamiento de los elementos del clima, y utiliza para ello temperatura, precipitación y vientos, e indica los efectos moderadores de algunos factores como la latitud, altitud, relieve, vegetación y sobre todo de la corriente marina fría del Pacífico. No obstante, no hay una integración de ellos para establecer una tipología, es, más bien, una presentación de los elementos y los factores de manera independiente.
- En segundo lugar, relaciona con clara visión la importancia que tiene el clima para la población y sus actividades, con especial énfasis en la agricultura, así como también en la preservación del ambiente, por lo que aboga por una permanente reforestación del país. Sin duda, su percepción es muy acertada sobre este último punto, toda vez que es reconocida la íntima relación que existe entre la presencia del bosque y la preservación del clima de un lugar, así como también su implicancia en la estabilización de los suelos y en la conservación de los recursos hídricos.

El cuarto capítulo está destinado a presentar la hidrografía. Reconoce tres zonas en su descripción de la hidrografía chilena, las que asocia a las condiciones climáticas imperantes. La primera la ubica al norte del paralelo de los 28°, es decir, a partir de la latitud de Carrizal y la caracteriza por la casi nula presencia de escurrimientos superficiales; dice que sólo entre los 24° y los 28°, se encuentran pequeños riachuelos que nacen en la cordillera andina, alimentados por el derretimiento de las nieves, pero que no llegan al mar. La segunda la sitúa entre los 30° y los 35°, es decir, el área comprendida entre las ciudades de Coquimbo y Curicó, cuya particularidad es la presencia de ríos torrentosos con dos crecidas anuales: una producto de las lluvias invernales y la otra a consecuencia del derretimiento de las nieves, cuyo mayor caudal se produce durante los meses de noviembre y

---

<sup>15</sup> Pissis, *Geografía...*, *op. cit.*, p. 166.

diciembre. Finalmente, ubica una tercera zona al sur del paralelo 35°, es decir, a partir de Curicó, donde dice se encuentran los ríos con mayor volumen y de curso pacífico. Son caracterizados por lo poco sensibles a las crecidas estivales, producto del derretimiento de las nieves, pero que deben su aumento de caudal a las lluvias, que se presentan con mayor intensidad durante los meses de junio y julio.

Por otra parte, reconoce la existencia de diecisiete cuencas hidrográficas entre los 27° y los 42° de latitud sur. Al mismo tiempo, establece una diferencia entre aquéllas que tienen su origen en la cordillera de Los Andes con curso permanente que desembocan en el mar, las que denomina grandes hoyas, y aquéllas menores que nacen en la cordillera de la Costa que él las identifica como “marítima”, indicando que estas últimas recién comienzan a tener relevancia después de los 32°.

Realiza una descripción bastante detallada de las hoyas hidrográficas comprendidas entre el río Copiapó y el Puelo. En estas descripciones hace especial referencia al río principal y los afluentes que forman la cuenca. Señala con frecuencia el lugar de nacimiento del río principal, fuente de alimentación, longitud, pendiente y superficie de la cuenca; sin embargo, es notoria la ausencia de datos referente al caudal. De manera habitual hace relaciones del río con su valle y la utilidad que éste tiene para diversas actividades que en ellos se realizan; como la de regadío para la agricultura en los valles de los ríos Aconcagua y Maipo o la navegabilidad del río Maule.

En relación con las características hidrográficas del territorio al sur del paralelo 42, en especial en su parte continental, se permite hacer una afirmación sobre los ríos de esta área que refleja, como se ha hecho presente con anterioridad, su escaso conocimiento de este sector como consecuencia de no haberlo recorrido ni explorado<sup>16</sup>, asunto que lo hace afirmar algo que no se condice con la realidad, al aseverar lo siguiente:

“en toda la parte que se extiende al sur de esta última paralela (42°), no puede haber más que ríos de poca importancia, en el oeste de los Andes, porque el mar baña el pie de esta cordillera y debe recibir los torrentes que bajan de ella, antes que puedan reunirse para formar grandes corrientes de agua; solo al este, en las tierras inexploradas de Patagonia, es donde deben existir los grandes ríos”<sup>17</sup>.

Al igual que en el capítulo anterior, en este caso hay un cierto intento por sistematizar la hidrografía chilena, que lo lleva a reconocer la existencia de diferentes zonas hidrográficas, caracterizadas ya sea la ausencia o presencia de escurrimiento superficiales, es decir, zonas arreas y exorreicas; según el régimen de alimentación de las cuencas, ya sea que provengan de aguas lluvias, derretimiento de las nieves o de ambas; así como también de acuerdo con el lugar de nacimiento del río principal, en este caso, en la cordillera andina o de la Costa. Resultado final: es

<sup>16</sup> La cartografía que levantó, comprende desde los 28°18' a los 41°38', cuya información es la misma empleada para la elaboración de su libro *Geografía física de la República de Chile*, lo que demuestra que no exploró los territorios ubicados al sur del paralelo 42° S.

<sup>17</sup> Pissis, *Geografía...*, *op. cit.*, p. 174.

la identificación, sobre la base de estos parámetros de un total de diecisiete cuencas hidrográficas entre el río Copiapó por el norte y el río Puelo por el sur, ordenación que permitió conocer en su tiempo la disponibilidad o carencia del recurso agua, tan importante ayer como hoy en el desarrollo de diferentes actividades productivas que realiza la población.

La segunda y última parte del texto, presenta lo que él denomina geografía botánica, que en palabras de su autor está destinada a los “seres orgánicos”. En primer término, se refiere a la vegetación y luego a la fauna. Para ello se vale del trabajo que antes había realizado Claudio Gay, constituyéndose, de este modo, en el soporte fundamental en que se apoya para el desarrollo de este capítulo, asunto que lo reconoce de forma explícita en el Prefacio del libro. Inicia esta parte, haciendo presente que las características tan particulares que posee tanto la flora como la fauna chilena, son consecuencia del aislamiento territorial que tiene el país del resto de América, situación en la que adquiere especial relevancia la presencia de la cordillera de Los Andes y el desierto de Atacama. Indica además que a lo anterior contribuye de manera significativa la variedad de climas existentes en nuestro país, cuya diversidad se manifiesta por la presencia tanto de climas desérticos como fríos, pasando por los tropicales. Al referirse a la flora y a la fauna, no sólo hace alusión a las especies autóctonas sino, también, a las introducidas por los conquistadores españoles o después durante los inicios de la República.

Pone de manifiesto que en caso de las especies vegetales no es de extrañar la infinidad de ellas en Chile, registrándose un total de 2.770 especies agrupadas en ciento treinta familias, lo que en ese momento era más de la mitad de las familias conocidas. Entre éstas, las compuestas son las que ocupan el primer lugar, le siguen las leguminosas y las gramíneas, para ubicarse más atrás los helechos y otras. Hace notar que independiente del número de ellas, lo importante es la superficie que ocupan, situación que ejemplifica con la vegetación arborescente, la que estando representada por un número reducido de especies ocupan una gran extensión de la superficie del país.

En efecto, dice que se presentan espesos bosques desde el grado 34, los que prevalecen hasta el estrecho de Magallanes. Destaca a las provincias de Valdivia y Llanquihue como aquéllas donde los bosques alcanzan su mayor esplendor y los vegetales su más amplio desarrollo. Por otra parte, expresa que desde el paralelo de los 35° al norte, es decir, a partir de la latitud de la ciudad de Curicó, la vegetación toma otro aspecto, haciendo notar que todas las especies que formaban las selvas del sur desaparecen y son reemplazados por árboles de menor tamaño y de familias diferentes, dominando las leguminosas y las compuestas.

Resulta de interés destacar las interesantes relaciones que hace entre la existencia de diversas especies arbóreas y las diferentes condiciones ambientales derivadas de la latitud, el relieve y los climas locales como, asimismo, la importancia y el papel que representan estas especies en el concierto de la economía nacional. Junto a lo anterior, hay que hacer notar que con un enfoque que hoy consideraríamos moderno como es el ecológico, al referirse a ciertas especies exóticas como el nogal, álamo, acacia, olmo, expresa que con estas especies

“convendría perfectamente arbolar las partes de la cordillera marítima, que una cultura imprevisora ha hecho estériles, y para proveer así, al país, de un nuevo elemento de riqueza”<sup>18</sup>.

De igual modo, con una visión de futuro digna de destacar, es la referencia que hace, por ejemplo, sobre la importancia del cultivo de la remolacha para la producción de azúcar, las viñas para el vino, los olivos para el aceite, entre otros. Culmina haciendo una gran defensa de las especies autóctonas y bosques naturales, señalando que aún la mayor parte del territorio de Chile está ocupado por vegetaciones indígenas, no obstante recalca que hay que tener en cuenta que

“aún existe en Chile una gran extensión de tierra que no se ha utilizado todavía: he aquí el porvenir del país; esto será su mayor riqueza y la más incontestable”<sup>19</sup>.

Respecto de la fauna, señala que ante la imposibilidad de describir todas las especies, se limitará a las más notables, “remitiendo al lector, para más amplios detalles, a obras especiales, particularmente a la del Señor Gay”<sup>20</sup>. Con lo anterior, se demuestra una vez más, el influjo que tuvieron los escritos de Claudio Gay en la obra de Pedro J.A. Pissis. En efecto, hace referencia a las especies más destacadas que están presentes en el territorio chileno, caracterizándolas e indicando el área donde se encuentran, ya sea se trate de animales, aves, pájaros, reptiles, peces, crustáceos, moluscos, insectos, etc., así como también los que no existen, como el jaguar o los paquidermos. Indica que la fauna chilena se ha visto incrementada a consecuencia de la introducción de los animales domésticos, destacando el perro, el buey, el caballo, el asno, el carnero, el cerdo, etcétera.

En definitiva, se trata de un texto que presenta un cierto grado de dificultad para su cabal comprensión, en especial para personas no familiarizadas con aquellos asuntos de carácter más técnico que aquí se abordan como la orografía, la geología y la geografía botánica, aunque el autor se preocupa de dar a conocer la metodología empleada en su elaboración y un glosario de los términos utilizados. No obstante, con la perspectiva que otorga el paso del tiempo para analizar una obra de esta naturaleza, en cuanto a su valía y trascendencia en su época, es posible rescatar algunos asuntos de interés. En primer término tuvo el mérito de entregar por medio de una obra de conjunto las características geológicas y mineralógicas del país, hasta ese momento en gran medida ignoradas, en lo referente a la estructura geológica del territorio, así como a la localización, composición y utilidad de los diversos minerales que componen dichas estructuras; en segundo término entregó las bases de los aspectos más relevantes que comprende el tratamiento de la geografía física de un territorio en proceso de reconocimiento, al abordar la orografía, la hidrología, la meteorología y geografía botánica, por medio de un escrito ordenado acompañado de un atlas compuesto de gráficos, figuras y láminas;

---

<sup>18</sup> Pissis, *Geografía...*, *op. cit.*, p. 220.

<sup>19</sup> *Op. cit.*, p. 227.

<sup>20</sup> *Ibid.*

en tercer término complementó de manera singular la realizado por su antecesor Claudio Gay, en aquellos asuntos donde éste no había incursionado con mayor profundidad como la geología y mineralogía; por último, como complemento del texto, pero formando un todo del trabajo encomendado, elaboró un conjunto de mapas provinciales a través de los cuales se entregó un nuevo mapa general de Chile, el que con sus aspectos positivos como negativos, dio al país una imagen que contribuyó de una u otra manera a la formación de la identidad nacional.

En definitiva, por el tratamiento y desarrollo de cada uno de los temas que comprende el texto, nos revela que cae dentro de aquella categoría de los hombres de ciencias clasificados como naturalistas, con notables condiciones de observación del ambiente natural y humano, aspecto de gran interés para la ciencia geográfica en el pasado, presente y futuro, ya que a través de ello es factible de establecer las relaciones que se dan entre los fenómenos físicos, biológicos y humanos sobre la superficie terrestre, propósito central de esta disciplina.

#### EL ESTADO DE LA CIENCIA CARTOGRÁFICA

Cuando el gobierno de Chile solicitó a Pedro José Amado Pissis ejecutar el levantamiento cartográfico del país para generar una carta topográfica de su territorio, la Cartografía, como disciplina científica, al igual que la mayor parte de las ciencias durante el siglo XVIII, había logrado importantes progresos en sus métodos, técnicas y medios de representación. Estos progresos se hacían más notorios en la cartografía topográfica, aquélla orientada a representar las características de los hechos y fenómenos, tanto naturales como culturales, que se encuentran de manera permanente sobre la superficie terrestre. Es decir, ella había ganado fidelidad en su representación y calidad en sus productos. Los avances logrados eran consecuencia del hecho de que, por una parte, entre mediados del siglo XVII y fines del siglo XVIII, el instrumental empleado en los levantamientos cartográficos había mejorado de manera considerable, lo que incidió directa y de manera notoria en la exactitud en las observaciones y mediciones y, por otra, la utilización de métodos más eficientes por parte de los topógrafos y agrimensores, determinó que el producto cartográfico tuviese mayor precisión. A lo anterior habría que añadir los progresos que experimentaron las técnicas de impresión, resultando de ambas la realización de cartografía del más alto nivel.

De los instrumentos que se perfeccionaron o se crearon, destacaron entre otros, el teodolito, utilizado en la medición de ángulos horizontales y verticales; el sextante y el octante, empleados en la determinación de la latitud y el cronómetro, esencial para el cálculo de la longitud. Por otra parte, entre los métodos usados para realizar los levantamientos cartográficos, la triangulación se posesionó como el método más eficiente entre los especialistas<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Este método había sido propuesto por Gemma Frisius en el siglo XVI y la Academia de Ciencias de Francia, creada en 1666, lo adoptó como el método para los levantamientos cartográficos franceses.

Francia fue el primer país que dispuso de una carta topográfica basada en una triangulación geodésica. Para efectuar lo anterior, fue necesario realizar una triangulación completa del país, hecho que permitió que en 1720 se publicara una nueva carta de Francia bajo la dirección de Jacques Cassini. En ella se hace notar que había sido corregida por orden del Rey y se había tenido en cuenta las observaciones realizadas por los miembros de la Academia de Ciencias. En 1740, cuando se concluyó la triangulación para todo el territorio francés, César François Cassini de Thury, publicó, a su vez, una nueva carta de Francia a escala 1: 878.000. Se valió del éxito que logró este levantamiento, para presentarle al rey Luis XIV un proyecto para ejecutar una carta de Francia a gran escala, obra que llegó a ser conocida como la Carta de Cassini. Para su culminación transcurrieron más de cuarenta años, al cabo de los cuales fue presentada a la Asamblea Nacional en 1789. Esta cobertura cartográfica a escala 1: 86.400 está compuesta de ciento cuarenta y ocho hojas.

En relación a la carta de César F. Cassini, George Kish dice:

“será el prototipo de todos los grandes proyectos cartográficos de los siglos XIX y XX, conteniendo todos los detalles geodésicos esenciales. Todo lo que progresa posteriormente, se relaciona con la precisión de los instrumentos y con los procedimientos de impresión más eficaces. Pero la carta de Cassini constituye una de las grandes realizaciones cartográficas de todos los tiempos: elegancia en su ejecución, claridad de su dibujo, con una presentación que constituye un estándar raramente sobrepasado en el curso de los dos siglos siguientes de su publicación”<sup>22</sup>.

En esencia, el método de Gemma Frisius requería para su aplicación establecer una línea de base, es decir, medir con gran precisión una determinada magnitud en el terreno, expresada en una unidad de medida y materializada mediante una línea que sirve de punto de partida para la ejecución de la triangulación geodésica. Es necesario, además, definir la posición astronómica de los puntos extremos de dicha línea, es decir, calcular su valor en latitud y longitud. Teniendo determinada la magnitud de la línea y la localización de los puntos extremos, se lleva a cabo la triangulación: ella tiene como propósito establecer sobre el terreno a cartografiar la posición relativa, tanto en distancia como en dirección, de los puntos que servirán de base para constituir la red de coordenadas de referencia del mapa (puntos geodésicos). A partir de estos puntos se sitúan otros y se forma con ellos una serie de triángulos en el área que se desea efectuar el levantamiento cartográfico, para formar así una cadena de triangulación (triángulos). Según la densidad de los puntos que conforman la cobertura de la cadena de triangulación, se habla de una red de primer, segundo, tercer y cuarto orden, cuya denominación está de acuerdo con el nivel de precisión en el cálculo de los valores de latitud, longitud y altitud de dichos puntos. Los de mayor precisión son los de primer orden, le siguen los de segundo y así en forma sucesiva. Establecida la magnitud de la línea de base, es necesario medir los ángulos que se generan desde los extremos de la línea, hacia un tercer punto u objeto que se ubica en el terreno, para así determinar un triángulo lo más equilátero posible. Mediante cálculos geométricos se establece la distancia que hay al punto u objeto que está en el vértice del triángulo y por interpolación, es posible determinar también sus coordenadas geográficas. De igual modo es factible calcular la magnitud de superficie que representa el triángulo en el terreno. En el momento que se puso en práctica el método de la triangulación, éste fue utilizado cada vez con mayor frecuencia en reemplazo de otros menos precisos como el de plancheta, lo que unido a los otros progresos señalados con anterioridad, las representaciones cartográficas tendrán cada vez más un carácter científico.

<sup>22</sup> George Kish, *La carte image des civilisations*, p. 57.

## EL LEVANTAMIENTO CARTOGRAFICO DE PISSIS

Las autoridades de gobierno de Chile visualizaron desde los albores de la República, la imperiosa necesidad de disponer de información territorial confiable del espacio geográfico que les correspondía administrar. Consecuente con lo anterior y en su afán por contar, entre otras cosas, con un inventario de los recursos disponibles en el territorio, con información sobre su superficie y características físicas, distribución y localización de la población, ubicación de los recursos naturales, etc., se contrataron los servicios de profesionales que dieran garantía de eficiencia en estas materias. La información acumulada debía venir acompañada de su correspondiente representación cartográfica, es decir, de lo que hoy denominamos cartografía topográfica y en la medida de lo posible, algunas representaciones del tipo de cartografía temática. Las autoridades, conscientes de lo que significaba realizar un levantamiento cartográfico del país, tanto por el costo económico de la empresa como por las características físicas del territorio, centraron los primeros esfuerzos en contar con una cobertura de tipo topográfica.

Como ya se señaló, durante el transcurso del siglo XIX, se pretendió realizar dos levantamientos cartográficos completos del territorio nacional, fundados en mediciones científicas que contaron con el respaldo de las autoridades de gobierno, los que en verdad cubrieron gran parte del territorio chileno. El primero fue efectuado por el naturalista francés Claudio Gay, iniciado bajo el gobierno de José Joaquín Prieto, siendo ministro del Interior Diego Portales, con quien el científico gallo firmó contrato el 14 de septiembre de 1830. En él se establecía entre otros asuntos, la realización de una cartografía general de Chile y otra particular para cada una de las provincias en que se dividía el territorio nacional. El segundo, es el encargado al geólogo y geógrafo francés Amado Pissis, contratado durante el gobierno de Manuel Bulnes, siendo ministro del Interior Camilo Vial, con quien firmó contrato el 10 de octubre de 1848<sup>23</sup>.

Del total del articulado que contiene el contrato firmado por Amado Pissis con el gobierno, dos de éstos tienen directa relación con el encargo cartográfico que se le solicita. Por el primero de ellos se le encarga la realización de una descripción geológica y mineralógica de la República de Chile, el que deberá estar compuesto de una parte dedicada a la geografía del país y otra a la geología y mineralogía de Chile. Estarán complementados por mapas de cada provincia. Por otra parte, en el artículo cuarto, el gobierno se compromete además de sus honorarios, a proporcionarle los instrumentos necesarios para la ejecución del levantamiento cartográfico.

Amado Pissis se hizo del instrumental necesario que se requería para un levantamiento de esta naturaleza como teodolito, sextante, brújulas, etc. Con la finalidad de completar el instrumental indispensable para su labor, adquirió también grafómetros (pantómetra), instrumento destinado a la medición de los ángulos en los vértices de menor importancia. Después, en Valparaíso compró en 1859, un

---

<sup>23</sup> José I. González, "Primeros levantamientos cartográficos generales de Chile con base científica: los mapas de Claudio Gay y Amado Pissis", p. 23.

cronómetro de marina, instrumento de mayor precisión e indispensable en la determinación de la longitud, y recomendó en 1860, comprar un círculo meridiano (universal) destinado a mediciones angulares y un círculo de reflexión.

A diferencia del proceso seguido por Claudio Gay en la realización del trabajo encomendado, donde éste se tomó un tiempo como etapa de reconocimiento previo del país antes de formular el proyecto y su plan de trabajo en terreno, Amado Pissis lo abordó de inmediato. Una vez firmado el contrato en 1848, inició las operaciones geodésicas, actividad en la que ocupó la mayor parte de los años que destinó a realizar el trabajo. Para cumplir con lo solicitado, recorrió el país desde el desierto de Atacama hasta los inicios de la región de la Araucanía.

Como se señaló antes, el método utilizado para los levantamientos cartográficos entre los cartógrafos de esta época era el de la triangulación geodésica, método que también había mostrado su eficacia en la determinación de la magnitud del arco de meridiano entre Dunkerque y Barcelona, realizado por Jean Baptiste Delambre y Pierre François Méchain, entre 1792 y 1799, cuya medición permitió establecer el metro como unidad de medida universal.



Sextante, instrumento que permite medir ángulos entre dos objetos, durante siglos fue de gran utilidad para la navegación marítima. En cartografía se utilizó para fijar la posición de un lugar (latitud), conociendo el ángulo formado entre el horizonte y un astro (Sol o estrella) y la hora.

Amado Pissis conocedor de las bondades del método de la triangulación geodésica, pretendió utilizarlo para ejecutar su levantamiento cartográfico del territorio chileno. De acuerdo con los requerimientos que implica su aplicación, se requiere contar con la medición exacta de una magnitud de referencia para ejecutar el levantamiento denominadas líneas de bases. Por otro lado, cuando la triangulación comprende una gran extensión territorial, es necesario construir unos pilares de albañilería en cada uno de los vértices principales escogido, acompañándolos de una demarcación subterránea destinada a perpetuar el punto, se agrega también una señal de cierta altura por medio de la cual se materializa la vertical en caso de no usarse señalización luminosa como son los heliotropos. Estableció para la realización de su trabajo cinco líneas de base: la de Santiago, que sirve de punto de partida, una en la provincia de Atacama, otra en la provincia de Coquimbo y dos más en las provincias de Talca y de Arauco. La longitud de las cinco líneas de bases que fueron medidas, alcanzaron magnitudes entre los 700 y 2.000 m<sup>24</sup>. Como complemento de lo anterior, también realizó numerosas observaciones astronómicas, tanto para verificar los azimutes (ángulos) de los lados de los triángulos como para las latitudes de todas las ciudades, villas y pueblos que visitó en sus frecuentes recorridos por el país.

No obstante, Amado Pissis, en un informe presentado al ministro del Interior, justificaba no haberse ajustado cien por ciento a lo señalado primero, diciendo lo siguiente:

“He tenido que abandonar desde el principio el uso de las señales artificiales, cuya construcción sería una carga onerosa para el Estado y suplir esta falta por numerosas verificaciones a fin de que no quedara ninguna incertidumbre sobre la exactitud de los resultados”,

para añadir más adelante que:

“el conjunto de los trabajos tal como resulta de las últimas operaciones, consta de una serie de triángulos secundarios que sirven a (para) relacionar los demás puntos de territorio, así es que las posiciones geográficas de todos los puntos notables han podido calcularse directamente y de un modo del todo independiente de las observaciones astronómicas”<sup>25</sup>.

Su triangulación, una vez finalizada, quedó compuesta por sesenta y siete triángulos que cubrían el país desde el desierto de Atacama hasta el principio de la Araucanía. Para la realización de su encargo, dispuso en teoría con varios ayudantes que le colaboraron tanto en su trabajo de campo como de gabinete, personal que contaba con una formación acorde con la actividad a realizar. Algunos de sus colaboradores eran astrónomos y otros agrimensores, aunque no siempre fue

---

<sup>24</sup> José Toribio Medina. *Ensayo acerca de una mapoteca chilena*, p. CXXII.

<sup>25</sup> Informe sobre los trabajos de la comisión topográfica presentado al señor Ministro del Interior, don Álvaro Covarrubias, 21 de julio de 1865, en Greve, *op. cit.*, p. 78.

posible disponer de ellos; incluso, en ocasiones debió trabajar solo, en atención a que varios de ellos después de algún tiempo emigraban hacia trabajos mejor remunerados<sup>26</sup>. Por otra parte, durante los años que duró su trabajo, no siempre estuvo dedicado a las operaciones geodésicas necesarias para cumplir de forma adecuada con lo que implica confeccionar las trece hojas del plano topográfico y geológico, a escala de 1: 250.000, sino que también debió atender otros encargos de carácter oficial. Con todo, las primeras once hojas del plano, tienen como base triangulaciones de primer orden, por lo que las otras dos hojas, correspondientes a las provincias de Valdivia y Llanquihue, sólo tienen como base mediciones astronómicas<sup>27</sup>.

El mapa de Amado Pissis a escala 1: 250.000, se extiende desde el paralelo 27 hasta el grado 42. Para la parte norte, desde el paralelo 27 hasta el límite con Bolivia, debió basarse en otros trabajos para completarlo. A su vez, para la parte localizada al sur de Arauco, sector ocupado por los indígenas, al igual que para las provincias de Valdivia, Chiloé y Magallanes, se basó sólo en observaciones astronómicas y triangulaciones de segundo orden, junto a otras fuentes como la cartografía elaborada por Claudio Gay.

En 1864, para justificar el porqué había hecho sólo mediciones astronómicas y no una triangulación geodésica de primer orden en el área ubicada al sur de la frontera araucana, manifestó:

“este territorio se hallaba muy poco poblado; y que los espesos bosques que cubrían la mayor parte del sur de Chile no le permitieron seguir con sus triangulaciones más allá del grado 38; y de ahí que para levantar el plano del territorio que se extiende hasta el paralelo 42, fue necesario basarse en la determinación de coordenadas geográficas, estableciendo al efecto un pequeño observatorio temporal en la ciudad de Valdivia y otro de la misma índole en Puerto Montt, completando el trabajo a base de pequeñas triangulaciones parciales, por lo que no se justificaba que la costosa topografía detallada pudiese presentar un interés de acuerdo con los gastos”<sup>28</sup>.

Por otra parte, de acuerdo con las características que presenta el relieve del territorio chileno, la medición de las altitudes es de suma importancia para mostrar

---

<sup>26</sup> Greve, *op. cit.*, pp. 67-77. Cita entre los colaboradores de Amado Pissis al astrónomo Carlos Guillermo Moestra, al ingeniero Luis de Bresse, al capitán de ingenieros José Antonio Donoso Fantoval y los tenientes Félix Blanco Gana y Alberto Blest Gana, al ingeniero civil Alcibíades de la Plaza, los agrimensores José Rafael Velasco, Marco Silva, Francisco Salas y Ramón Picarte, el agrimensor Gabriel Izquierdo, el ingeniero en minas Pedro Lucio Cuadra, el astrónomo Arminio Volckmann, los ayudantes Teófilo Mostardi y Martín Drouilly, el ingeniero geógrafo Enrique Concha y Toro, el astrónomo Ricardo Schumacher y el ingeniero de minas Augusto Villanueva García

<sup>27</sup> Las mediciones que forman parte de una triangulación geodésica denominadas de “primer orden”, son aquellas que tienen el más alto nivel de precisión dentro de un levantamiento cartográfico y, son las que sirven de puntos de apoyo para las demás mediciones que comporta el levantamiento. Por su parte, las de “segundo orden” y las mediciones astronómicas tienen una menor precisión.

<sup>28</sup> Informe del 21 de junio de 1864 de Amado Pissis al Ministro del Interior, don Alvaro Covarrubias, en Greve, *op. cit.*, p. 43.

fielmente sus diferentes geoformas. Las reconocidas en la actualidad del territorio chileno corresponden a planicies litorales, cordillera de la Costa, depresión intermedia y cordillera de Los Andes, sin embargo, Pedro J.A. Pissis no reconoció la primera de ellas. Empero, trató de reunir la mayor cantidad de medidas de las otras unidades de relieve en su trabajo de terreno, señalando:

“las altitudes de los puntos trigonométricos, lo mismo que las cumbres más notables de la cordillera de Los Andes, han sido calculadas por medio de numerosas distancias cenitales, y para los casos en que este método no podía aplicarse, se ha hecho uso de las observaciones barométricas combinadas de tal modo que la exactitud de los resultados puede compararse a la que se obtiene por medio de las operaciones trigonométricas”<sup>29</sup>.

Teniendo en cuenta que uno de los encargos especiales era el de reconocer de la mejor manera posible la cordillera de Los Andes y, considerando las dificultades que presenta el relieve de este macizo andino para determinar los rasgos topográficos más específicos mediante la aplicación del método de la triangulación, se justificó diciendo:

“toda esta parte del trabajo está basada exclusivamente sobre observaciones astronómicas. Las latitudes y longitudes de todos los puntos notables de los ríos, como los puntos de inflexión y las juntas de los afluentes, han sido fijados por este método; en fin, la dirección de algunas gargantas en las cuales no ha sido posible penetrar, se ha deducido de las direcciones de los cordones que forman las vertientes”<sup>30</sup>.

De acuerdo con lo manifestado por Amado Pissis, a través de los diversos informes y la correspondencia que se ha hecho referencia antes, en relación con:

- la imposibilidad de aplicar la triangulación para efectuar mediciones de primer orden y reemplazarlas por las de segundo orden o por medio de mediciones astronómicas;
- la no construcción de pilares para perpetuar los puntos del terreno escogidos para la triangulación;
- el método utilizado para determinar la altitud de los puntos culminantes de la cordillera por medio del empleo del barómetro;
- la forma como definió la dirección de los cordones montañosos o el curso de los ríos,

son todos asuntos que, sin duda, incidieron de manera significativa en el nivel de precisión del producto cartográfico que su trabajo generó, lo que le trajo como consecuencia ser blanco de múltiples críticas de varios de sus coetáneos.

---

<sup>29</sup> Informe sobre los trabajos de la comisión topográfica presentado al señor Ministro del Interior, don Álvaro Covarrubias, 21 de julio de 1865, en Greve, *op. cit.*, p. 42.

<sup>30</sup> Amado Pissis, “Descripción topográfica y geológica de la provincia de Colchagua”, p. 660.

PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS ELABORADOS  
POR AMADO PISSIS

Generó junto al texto *Geografía física de la República de Chile*, el *Plano topográfico y geológico de la República de Chile* a escala 1:250.000 fechado el año 1873. Está formado por trece hojas y en su conjunto cubre desde los 27°10'48"S hasta los 41°50'30"S y, de acuerdo con la escala empleada en su confección, corresponde, en verdad, a una carta topográfica<sup>31</sup>. Años más tarde, alrededor de 1888 publicará el *Mapa de la República de Chile desde el río Loa hasta el cabo de Hornos* a escala 1:1.000.000, compuesto por quince hojas que abarca desde los 21°20'S hasta los 56°S<sup>32</sup>. (Véase plano topográfico... en la página siguiente).

Su trabajo, materializado en el *Plano topográfico y geológico de la República de Chile* a escala 1:250.000, tuvo tres ediciones: la primera, corresponde a una prueba relativa a las diez primeras hojas conteniendo la planimetría, hidrología, límites geológicos, la que careció de la representación de la orografía; la segunda, se trata de la impresión en negro de trece hojas grandes, con la representación orográfica y, la tercera, corresponde a la colección impresa, como la anterior en negro, pero a la cual se ha colocado a mano quince diferentes colores representativos de los diversos tipos de terrenos geológicos<sup>33</sup>.

En 1867, presentó al supremo gobierno, una serie compuesta de siete cartas, las que cubrían desde la provincia de Atacama hasta la de Ñuble y grabadas por Narciso Desmadryl. Con anterioridad, el 18 de agosto de 1866 había declarado que el trabajo de terreno y el dibujo había llegado a su término para once de las hojas, correspondientes a las provincias de: Atacama, Coquimbo, Aconcagua, Valparaíso, Santiago, Colchagua, Talca, Maule, Ñuble, Concepción y parte de Arauco. Por su parte, las operaciones de levantamiento de las provincias de Valdivia y Llanquihue fueron hechas durante los años 1866-1867 y 1867-1868, pero el sector ocupado por los araucanos fue copiado de antiguos mapas existentes.

El *Plano topográfico y geológico de la República de Chile*, a la escala 1:250.000, fue presentado, en su colección completa y, por tanto, con el achurado representativo del relieve orográfico al Congreso Internacional de Geografía celebrado en la ciudad de Venecia el año 1881. El capitán Jorge M. Wheeler, comisionado estadounidense al congreso dijo acerca de la cartografía de Amado Pissis lo siguiente:

“El gobierno de Chile estableció, en 1849, una Comisión Topográfica con A. Pissis como jefe o director, agregando a sus obligaciones el encargo de hacer, al mismo

<sup>31</sup> El Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), postula la denominación de plano para las representaciones cartográficas que utilizan escalas desde 1:1 hasta 1:25.000, que corresponde a escalas grandes; cartas para escalas desde 1:25.000 hasta 1:250.000, que corresponde a escalas medianas y mapas para todas aquellas representaciones que utilizan escalas superiores a 1:250.000, correspondiéndole la denominación de escalas pequeñas.

<sup>32</sup> Amado Pissis declara que su mapa cubre desde el grado 24 de latitud Sur, sin embargo, el mapa se inicia en los 21°20' latitud Sur.

<sup>33</sup> Greve, *op. cit.*, p. 16.



Primera hoja correspondiente al *Plano topográfico y geológico de la República de Chile* de Amado Pissis a escala 1: 250.000. Se inicia en los 27°0'48"S y cada hoja cubre casi 1° y 10' de latitud. Esta primera hoja contiene los signos convencionales utilizados en el plano, emplea tanto símbolos lineales como puntuales, para identificar límites, caminos, ferrocarriles y localidades pobladas, entre otros. Utiliza letras para señalar las áreas que cubren las diferentes formaciones geológicas.

tiempo, un examen geológico. En 1870 el trabajo tenía un grado de avance tal que el mapa, en trece hojas, fue puesto, para ser grabado, en manos de N. Desmadryl, en París; y en 1873 fue editado bajo el título *Plano Topográfico y Geológico de la República de Chile, levantado por orden del Gobierno, bajo la Dirección de A. Pissis, escala 1:250.000*<sup>34</sup>.

En 1876, cuando asume como jefe de la sección de Geografía de la Oficina Central de Estadística, se ocupó de la confección de un mapa geográfico general de todo el país a escala 1:1.000.000, recurriendo a la información que él había recolectado para su mapa escala 1:250.000. Para la parte austral, se vale de las cartas náuticas, originadas tanto por los servicios nacionales como extranjero. Fue grabado en la casa Pedro Cadot y Cía., en quince hojas de 52 x 35 cm y dado a luz, sin indicación de año de publicación, bajo el siguiente título *Mapa de la República de Chile desde el río Loa hasta el cabo de Hornos, por A. Pissis. 1:1.000.000*<sup>35</sup>.

En relación con este mapa, Amado Pissis dijo lo siguiente:

“se extiende desde el grado 24 de latitud sur hasta el Cabo de Hornos y por el lado Este hasta la costa del Atlántico desde el río Santa Cruz. Para formar este plano me he servido del levantado por la comisión topográfica entre los grados 27 y 42, haciendo las adiciones que corresponden a las nuevas líneas férreas así como a las divisiones administrativas. La parte incluida entre los grados 24 y 27 se ha formado mediante los datos que había reunido en mis dos exploraciones del desierto de Atacama. Por fin, para la parte situada al Sur del grado 42 he consultado los trabajos de Fitzroy, los del capitán Mayne y los de los oficiales de la Marina de Chile. Concluido este trabajo, he pensado que sería útil formar otro plano a la misma escala de la parte fronteriza del desierto de Atacama, valiéndose de los numerosos puntos cuya posición había sido fijada durante la comisión que el Gobierno tuvo a bien confiarme con el objeto de fijar los paralelos de los grados 23, 24 y 25. Este plano se extiende desde el grado 24 hasta el río Loa y forma así la continuación del plano general de la República”<sup>36</sup>. (Véase mapa en la página siguiente).

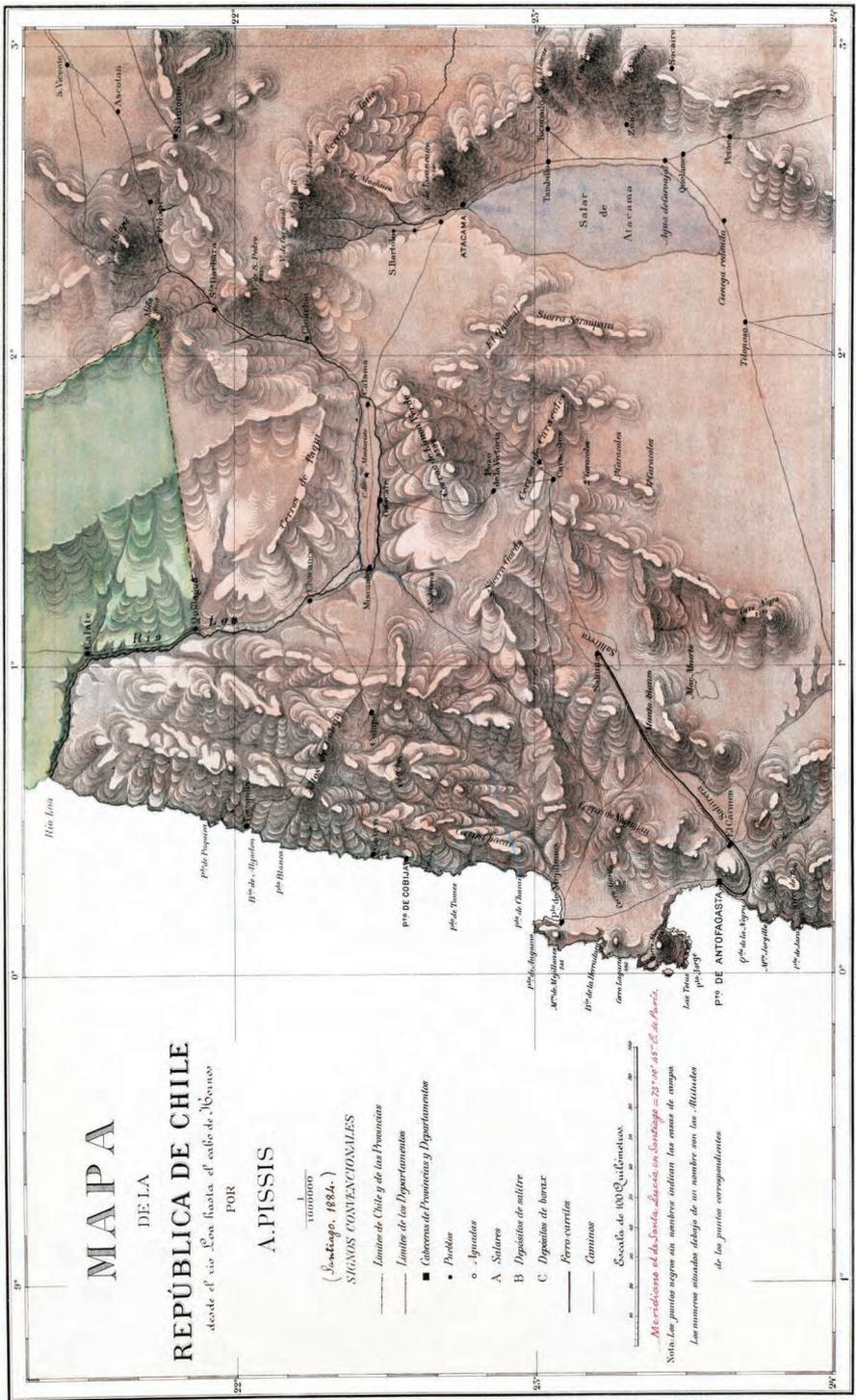
Tanto el levantamiento cartográfico de Claudio Gay como el de Amado Pissis, fueron motivo de elogios así como también de críticas. Los elogios estaban orientados a destacar el valor que significaba el poder contar con una herramienta de esta naturaleza para las necesidades de ordenamiento, planificación del territorio, localización y disponibilidad de los recursos naturales. Las críticas se dirigían a

---

<sup>34</sup> Informe del comisionado norteamericano capitán J.M. Wheeler al Congreso Internacional de Geografía, Venecia 1881, p. 460, en Greve, *op. cit.*, p. 61.

<sup>35</sup> En relación con el año de publicación de este mapa general de Chile, Alejandro Bertrand estima que sería 1884-1885 y para Ernesto Greve sería 1888, por el hecho de figurar el departamento de Taltal cuya delimitación norte fue considerada en la creación de la provincia de Antofagasta, creada por ley del 12 de julio de 1888.

<sup>36</sup> Amado Pissis, “Informe sobre los trabajos de la Oficina de Geografía, desde junio de 1877 hasta junio de 1879. Santiago, 28 de mayo de 1879”, p. 66.



Primera hoja del Mapa de la República de Chile de Pissis confeccionado a escala 1: 1.000.000, publicado alrededor de 1888.

hacer presente las deficiencias que se detectaban en las representaciones: nivel de precisión en la ubicación de los fenómenos y localización de objetos presentes en el territorio, así como la calidad de la información entregada. Ambos hechos están en directa relación con la forma como se aplicaron los diferentes métodos utilizados en el trabajo de campo, es decir, la triangulación geodésica y las mediciones astronómicas, las que, a su vez, responden a la rigurosidad con que se utilizaron los instrumentos para obtener información y la preparación del personal a cargo de estas operaciones en el terreno y su posterior trabajo en el gabinete.

En 1873, el ministro del Interior, al acusar recibo de la cartografía que Amado Pissis envía desde París, le llama la atención el hecho de que en las colecciones coloreadas faltaba, con tal característica, la número once, a lo cual el naturalista contestó:

“esta hoja corresponde a la parte del territorio ocupada por los indios rebeldes y en la cual no ha sido posible penetrar. El gobierno no queriendo dejar este vacío entre las provincias de Arauco y Valdivia, me encargó hacer un plano provisorio con los datos que podría reunir, por lo que esta parte quedó sin indicaciones geológicas por falta de datos ciertos y no pudo colorearse”<sup>37</sup>.

Por otro lado, en opinión de Alberto Edwards, el trabajo de Pedro J.A. Pissis tuvo sin merecerlo una influencia considerable, desde su publicación por los años 1872, en desmedro de otros esfuerzos, ya que durante casi un cuarto de siglo, todo cuanto se publicó a este respecto sobre Chile, tenían como base la cartografía elaborada por el ingeniero francés. Esta situación se explica en cierta medida, por el hecho de que Amado Pissis presentó su mapa como el resultado de una triangulación geodésica, que cubría todo el territorio de la república, desde Copiapó hasta la frontera araucana. Alberto Edwards continúa diciendo que, si la base técnica era de grandes pretensiones, la ejecución no lo fue menos, dado que el mapa se publicó en una escala grande 1:250.000, para sentenciar que por el número de detalles que contenía apenas habría justificado un mapa de escala 1:1.000.000. Por otra parte, señala que la pretendida triangulación geodésica era deplorable. Un simple trabajo preliminar de tipo topográfico, habría sido declarado inservible, con una aproximación muy superior a la que alcanzó Amado Pissis. Fundamenta su opinión en lo dicho por el ingeniero Alejandro Bertrand, en el informe dedicado al trabajo del francés sobre la formación del *Plano topográfico...* en el que éste dice:

“los lados de los triángulos de primer orden, en la región más poblada y central del país, presentan errores que fluctúan entre el 8 y 43 por ciento del largo total. Si esto sucede con el cánvas fundamental de la obra de Pissis, ya se comprenderá el valor de los detalles”<sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> Archivo Nacional, Legaciones y consulados 1958-1873, en Greve, *op. cit.*, p.45.

<sup>38</sup> Alejandro Bertrand, *Memoria acerca de la formación del Plano topográfico de Chile*, p. 96.

Alberto Edwards, al continuar con su crítica al mapa de Amado Pissis dice:

“esta tentativa prematura y fracasada, de realizar un levantamiento geodésico completo del territorio de la República, había perjudicado extraordinariamente nuestros progresos geográficos. Un mapa hecho a brújula y podómetro por cualquier individuo medianamente sensato y discreto, aprovechando las cartas hidrográficas y las posiciones astronómicas conocidas, no habría sido muy inferior al levantamiento geodésico de Pissis, con la ventaja de no haber engañado a los geógrafos, al Gobierno y al público. Las personas familiarizadas con el mapa de Pissis opinan que en los detalles es inferior al de Gay; que en la estructura general contiene errores de tal naturaleza, que no pueden explicarse, sino por la pérdida de las libretas de trabajo, que el ingeniero francés debió después reconstituir de memoria o con la ayuda de apuntes dispersos”.

Por último, expresa:

“dados estos antecedentes es lamentable que existan todavía secciones de nuestro territorio, y que esto en su parte más importante y poblada, para las cuales no poseemos otros documentos que el mapa de Pissis. Felizmente estas zonas no son muy extensas y se encuentran rodeadas por todas partes de terrenos mejor conocidos, lo que ha permitido rectificar los errores más considerables”<sup>39</sup>.

José Toribio Medina al comentar también en 1889 la obra cartográfica de Amado Pissis manifiesta:

“Es fácil comprender que un trabajo de esta naturaleza ni queda desde luego completo ni puede tampoco dejar de adolecer de errores de alguna consideración; pero tal como es puede asegurarse que es el mejor de los de su clase levantado hasta ahora en la América del Sur, y que el país y el gobierno que lo inició y los que lo fomentaron después pueden sentirse legítimamente satisfechos”<sup>40</sup>.

Ernesto Greve, por su parte, crítica la forma cómo Pedro J.A. Pissis resolvió ciertas situaciones en la confección del *Plano topográfico y geológico de la República de Chile*, a la escala de 1:250.000, del año 1873, como aquello de deducir a partir de la red hidrográfica los detalles correspondientes a la orografía o, bien, la orografía a partir de la red hidrográfica, cuando las condiciones del terreno no facilitaban su inspección directa, ya que Amado Pissis dice:

en aquellos lugares donde no ha sido posible penetrar, “la dirección de los cordones, se han deducido de las direcciones de los cordones que forman las vertientes”<sup>41</sup>.

---

<sup>39</sup> Alberto Edwards, “Un nuevo mapa de Chile”, p. 53.

<sup>40</sup> Medina, *op. cit.*, p. CXXVI.

<sup>41</sup> Pissis, “Descripción topográfica...”, *op. cit.*, p. 660.

Sin embargo, más adelante agrega Ernesto Greve:

“con los errores o defectos demostrados en diversas ocasiones, o los que en el pue-  
dan haber pasado aún desapercibidos, tuvo gran importancia para la fijación de los  
límites administrativos”<sup>42</sup>.

Por su parte, de los productos cartográficos que se derivan del trabajo realiza-  
do por Amado Pissis, habría que diferenciar cuando se habla del mapa a escala  
1:250.000 o del confeccionado a escala 1:1.000.000. En lo concerniente al primero  
de ellos, confeccionado en una escala mediana, donde el nivel de detalle de la  
información que debe contener una representación de esta naturaleza debe ser  
proporcional a la escala, es claro que no cumplió con este requerimiento, lo que  
se refleja en lo reducido de la toponimia que registra la carta. Lo mismo se puede  
decir en cuanto a su nivel de precisión en la localización de los fenómenos geográ-  
ficos, críticas que se sustentan de manera primordial en haber tratado de ejecutar  
un levantamiento fundado en una triangulación geodésica de primer orden que  
no fue posible cumplir, por lo que la precisión lograda se vio seriamente compro-  
metida. En cambio, su mapa al millonésimo, a pesar de que se elaboró a partir de  
la base proporcionada por el 1:250.000, es mejor valorado; entre otras cosas, por  
estar confeccionado a una escala pequeña donde el nivel de detalle que se exige  
es menor y, por lo tanto, la información es más generalizada, lo que contribuye a  
que las deficiencias que pudiese contener en cuanto a precisión en la localización  
de los accidentes del terreno, son menos notorias; además, el mismo Amado Pissis  
manifiesta que fue mejorado con nueva información proveniente de levantamien-  
tos ejecutados muy próximos a la fecha de su publicación en 1888. Todo lo anterior  
lo hace calificar a esta última representación cartográfica como un mapa de buen  
nivel.

Con todo, conviene tener presente a la hora de analizar su cartografía, lo  
complejo que le resultó llevar a cabo el levantamiento cartográfico del territorio  
chileno, teniendo en cuenta los elementos que lo caracterizan como son: su alto  
porcentaje de espacio con carácter montañoso, cifra cercana al 80%; su dilatado  
litoral, en ocasiones escarpado y rocoso y por lo tanto de difícil acceso y además,  
contar con un extenso desarrollo en latitud cuyo reconocimiento debió realizarse  
a lomo de caballo y mula. Se comprende, entonces, lo dificultoso de la tarea que  
se le encomendó, y si a lo anterior añadimos que no siempre dispuso de instru-  
mentos de la mejor calidad, así como tampoco pudo contar con personal de apoyo  
de manera permanente, se valora aún más los resultados logrados, los que para su  
época y recursos disponibles fueron más que satisfactorios. Por todo lo anterior,  
a la hora de comparar la forma como se realiza en la actualidad los levantamien-  
tos cartográficos, donde se dispone de copiosa información territorial obtenida a  
través de imágenes aéreas y satelitales, apoyada con trabajo de terreno destinado  
a verificar y controlar los lugares en su correcta posición geográfica y de altitud;

---

<sup>42</sup> Greve, *op. cit.*, p. 19.

disponibilidad de instrumentos de alta precisión como teodolitos y restituidores; personal calificado como geodesta y topógrafo, asuntos todos indispensables para una adecuada aplicación de los métodos y técnicas cartográficas, hace comprender todavía mejor lo que Amado Pissis efectuó en su momento. Es más, aun con todos estos avances tecnológicos que se disponen en la actualidad para la confección de la cartografía regular o topográfica, se está lejos de haber alcanzado levantamientos cartográficos del mundo sin errores.



Cerro La Campana, escena que muestra la aplicación de los métodos y tecnologías utilizadas en la elaboración de la cartografía regular a inicios del siglo XX. En la misma, personal técnico y de apoyo opera un teodolito. (Foto gentileza IGM).

#### CARACTERÍSTICAS CARTOGRÁFICAS DE LOS MAPAS DE PISSIS

Las características cartográficas de los mapas están dadas, entre otros aspectos, por la proyección utilizada en su confección, método de levantamiento, simbología, escala, meridiano de origen, área de cobertura, etcétera.

La proyección que utiliza Amado Pissis para la confección de su cartografía corresponde a la proyección de Bonne, tanto para la carta de escala 1:250.000 del año 1873, como para su mapa general de escala 1:1.000.000 del año 1888. Es la misma que se había adoptado para la construcción de la carta de Francia, la cual tiene la ventaja de no alterar la distancia relativa de los puntos, al ser una proyección equivalente<sup>43</sup>. El método cartográfico que emplea para el levantamiento de la

---

<sup>43</sup> Las proyecciones equivalentes son aquellas que guardan correctamente las áreas o superficies. Independiente de la forma que tienen estas áreas en el mapa son equivalente a la realidad.



Antártica chilena, un ejemplo de los modernos métodos de geodesia satelital empleado en el levantamiento cartográfico actual. (Foto gentileza IGM).

información en terreno es el de la triangulación geodésica. Por otra parte, las posiciones geográficas de todos los puntos notables fueron calculadas directamente y de modo independiente de las observaciones astronómicas. La interpolación sólo fue usada para la localización de algunos lugares de importancia secundaria. El meridiano base o cero, es el mismo que sirve de punto de partida para contar las longitudes, siendo éste el del observatorio del cerro de Santa Lucía, cuya longitud es de 72°58'32", al oeste del meridiano de París.

El mapa a escala 1:250.000 se inicia un poco más al norte de la ciudad de Copiapó, a los 27°18'S y alcanza hasta el seno de Reloncaví, a los 41°58'S. No obstante, los límites de la triangulación que sirve de fuente para su levantamiento se ubica entre las latitudes 27° y 37°42'S, vale decir, que ésta sólo alcanzó hasta la frontera araucana, por lo que el sector comprendido entre esta última área y el seno de Reloncaví, no tiene como soporte un levantamiento regular, por lo que en opinión de Alberto Edwards, es "un bosquejo informe, harto inferior al de Gay, a pesar de sus pretenciosas dimensiones"<sup>44</sup>.

Para la representación del relieve Amado Pissis elige al igual que Claudio Gay el método de las "normales", pero con sombreado oblicuo, el que otorga un mayor realce al relieve que el sombreado vertical, siendo más adecuado para un relieve montañoso como el de Chile.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Bertrand, Alejandro, *Memoria acerca de la formación del Plano topográfico de Chile*, Santiago, Imprenta Gutenberg, 1895.
- Brüggen, Juan, *Fundamentos de la Geología de Chile*, Santiago, Instituto Geográfico Militar, 1950.
- Edwards, Alberto. "Un nuevo mapa de Chile", en *Revista Chilena de Historia Geografía*, N° 1, Santiago, 1911, pp. 49-70.
- Greve, Ernesto, *Don Amado Pissis y sus trabajos geográficos en Chile*, Santiago, Imprenta Universitaria, 1946.
- González, José I., "Primeros levantamientos cartográficos generales de Chile con base científica: los mapas de Claudio Gay y Amado Pissis", en *Revista de Geografía Norte Grande*, N° 38, Santiago, 2007, pp. 21-44.
- Kish, George, *La carte image des civilisations*, Paris, Seuil, 1980.
- Medina, José Toribio, *Ensayo acerca de una mapoteca chilena*. Santiago, Ercilla, 1889.
- Milne, Eduard, A. de Jussieu, F.S. Beudant, *Cours élémentaire d'histoire naturelle*, 8<sup>a</sup> ed., Paris, L. Langois - Victor Masson, 1858.
- Pissis, Amado, "Descripción geológica de la República de Chile", en *Anales Universidad de Chile*, tomo VII, Santiago, 1850, pp. 1-32.
- Pissis, Amado. "Descripción topográfica y geológica de la provincia de Santiago", en *Anales Universidad de Chile*, tomo VII, Santiago, 1850.

<sup>44</sup> Edwards, *op. cit.*, p. 53.



Figura N° 8. Hoja del Plano topográfico y geológico en el que se representan las provincias de Valparaíso y Santiago. Para la representación de la altimetría se utiliza el método de las normales con el que se muestra con claridad la configuración del relieve. La cordillera de la Costa y la de los Andes quedan resaltadas nítidamente. La cuenca de Santiago, enmarcada por ambos cordones montañosos es identificada con facilidad.

- Pissis, Amado, “Informe y nuevo examen y análisis sobre el carbón fósil del Estrecho de Magallanes”, en *Anales Universidad de Chile*, tomo VII, Santiago, 1850, pp. 191-194.
- Pissis, Amado, “Investigación sobre la altitud de los cerros culminantes de la Cordillera de Los Andes”, en *Anales Universidad de Chile*, tomo IX, Santiago, 1852, pp. 217-221.
- Pissis, Amado, “Descripción topográfica y geológica de la provincia de Valparaíso”, en *Anales Universidad de Chile*, tomo XI, Santiago, 1854, pp. 149-179.
- Pissis, Amado, “Descripción topográfica y geológica de la provincia de Aconcagua”, en *Anales Universidad de Chile*, tomo XV, Santiago, 1858, pp. 46-89.
- Pissis, Amado, “Influencia de la desigualdad de temperatura del aire en las medidas de las altitudes por medio del barómetro: determinación de la altura de la cordillera de Portillo”, en *Anales Universidad de Chile*, tomo XVI, Santiago, 1859, pp. 226-228.
- Pissis, Amado, “Informe al Gobierno sobre los trabajos del plano topográfico de la República”, en *Anales Universidad de Chile*, tomo XVI, Santiago, 1859, pp. 521-522.
- Pissis, Amado, “Descripción topográfica y geológica de la provincia de Colchagua”, en *Anales Universidad de Chile*, tomo XVII, Santiago, 1860, pp. 659-715.
- Pissis, Amado, “Cadenas de montañas y volcanes de Chile, según extracto de una carta de don Amado Pissis a Mr. Elie de Beaumont, en octubre de 1864”, en *Anales Universidad de Chile*, tomo XXVII, Santiago, 1865, pp. 132-133.
- Pissis, Amado, *Geografía física de la República de Chile*, París, Instituto Geográfico de París, 1875.
- Pissis, Amado, *Geografía física de la República de Chile*, 2ª ed., Santiago, Cámara Chilena de la Construcción de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Biblioteca Nacional de Chile, Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile, 2011, vol. 46.
- Amado Pissis, “Informe sobre los trabajos de la Oficina de Geografía, desde junio de 1877 hasta junio de 1879. Santiago, 28 de mayo de 1879”, en Ernesto Greve, *Don Amado Pissis y sus trabajos geográficos en Chile*, Santiago, Imprenta Universitaria, 1946.
- Sagredo, Rafael, “El Atlas de Claudio Gay y la obsesión por representar Chile”, en *Atlas de la historia física y política de Chile*, Santiago, LOM Ediciones, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, 2004, tomo I.
- Stuardo, Carlos, *Vida de Claudio Gay. Escritos y Documentos*, Santiago, Fondo Histórico y Bibliográfico José Toribio Medina, Nascimento, 1973.
- Vilá, Juan, “Veinticinco siglos de Geografía”, en *Revista de Geografía Norte Grande*, N° 9, Santiago, 1982, pp. 3-10.



GEOGRAFÍA FÍSICA

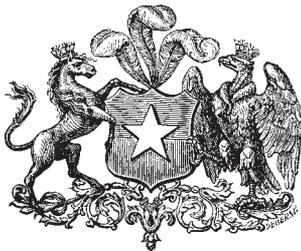
DE LA

REPÚBLICA DE CHILE

PAR

A. PISSIS

CABALLERO DE LA LÉGIÓN DE HONOR  
MIEMBRO DE LA UNIVERSIDAD, Y JEFE DE LA COMISION TOPOGRÁFICA DE CHILE



INSTITUTO GEOGRÁFICO DE PARIS  
CH. DELAGRAVE

EDITOR DE LA SOCIEDAD GEOGRÁFICA  
58, Calle de Escuelas, 58.

—  
1875



## PREFACIO

He tratado de reunir en esta obra desde un punto de vista metódico el conjunto de los hechos que se refieren a la geografía física de Chile. Encargado en el año 1849 de levantar el plano de este país, he podido dedicar a su estudio una gran parte del tiempo que ha necesitado este trabajo; recorrer paso a paso la alta cordillera de los Andes y reunir numerosos datos sobre la Orografía, la Geología, la Meteorología y la distribución de los seres orgánicos de una de las regiones más notables de América del Sur. Deseando sobre todo presentar el conjunto de los fenómenos naturales, he creído necesario consultar además las obras de los naturalistas que han recorrido el país; y más particularmente el gran trabajo del señor Claudio Gay sobre la flora y la fauna de Chile. Las publicaciones mineralógicas del señor Domeyko me han servido para completar el cuadro de las especies minerales, y para la Meteorología he recurrido a menudo a las observaciones de los señores Donoso, Fonk y Schythe; finalmente debo a la oficiosidad de los señores Cuadra, Concha y Drouilly, ingenieros de la comisión topográfica, importantes observaciones sobre la Geología y la Meteorología.

La gran división de las entidades en cuerpos inorgánicos y seres organizados indicaba por sí mismo el orden que se debía adoptar; la primera parte se refiere al reino inorgánico y se compone de cuatro capítulos: en el primero, bajo el título de Orografía, se trata de todo lo que se refiere a la configuración del suelo. Las montañas son consideradas en su conjunto y en sus relaciones con los diferentes sistemas orográficos; se describe después en particular cada uno de los macizos cuya reunión constituye la cordillera de los Andes y la de la Costa. El segundo capítulo está dedicado a la Geología; era natural después de haber considerado los grandes macizos que forman el relieve del suelo, ocuparse de las materias que los forman; de su origen y del orden en que se suceden: se estudia en primer lugar, las formaciones estratificadas; después las rocas plutónicas que en distintas épocas han salido del interior y producido las grandes dislocaciones a las cuales los diferentes sistemas de montañas deben su origen. Las vetas y otros criaderos de metales considerados como la última manifestación de los fenómenos plutónicos que se refieren a estas rocas terminan este capítulo, al cual se ha añadido un cuadro

de las especies minerales de Chile así como de los materiales que pueden utilizarse en las industrias.

El tercer capítulo se refiere a la Meteorología; contiene los datos relativos a la distribución del calor, las temperaturas medianas, las variaciones diurnas y anuales, la situación de la zona de temperatura constante y del límite de las nieves permanentes. Se considera enseguida las corrientes generales de la atmósfera en las diferentes estaciones del año así como los cambios que se manifiestan según la situación del sol; la distribución de las lluvias desde el desierto de Atacama hasta el estrecho de Magallanes y el modo como se manifiestan los temporales.

La Hidrografía forma el objeto del cuarto capítulo; aunque la descripción de los ríos parezca deber situarse a continuación de la Orografía, he creído que por lo que corresponde a Chile sería más conveniente después de la Meteorología, pues si la situación de los ríos depende del relieve del suelo, la cantidad de agua que los alimenta y sus variaciones anuales está del todo subordinada a los fenómenos meteorológicos. Los más importantes de estos ríos nacen en la cordillera de los Andes y es a la acción del sol sobre las nieves que deben su origen y sus crecidas más importantes.

En la segunda parte, dedicada a la distribución geográfica de los seres organizados, se considera en primer lugar el modo como varía la vegetación autóctona según los cambios de latitud y según la altura. No correspondía al plan de esta obra entrar en la descripción de las especies, ni mencionarlas todas; se han preferido las que caracterizan más especialmente cada región refiriéndose para su descripción a los tratados especiales; se consideran enseguida las especies exóticas que forman la base de la agricultura y las que convendría introducir.

Los animales son considerados desde el mismo punto de vista; las regiones donde viven de preferencia; las especies autóctonas son indicadas para cada una de las grandes divisiones de los vertebrados, los mamíferos, las aves, los reptiles y los peces; se indica después cuáles son los animales que se han naturalizado en Chile y las regiones más adecuadas a cada especie.

Para no distraer demasiado la atención del lector, se ha reunido al fin de la obra y bajo la forma de notas todos los datos numéricos que han servido de base para el mapa de Chile; las fórmulas para calcular, las coordenadas geográficas de los puntos de los círculos que se refieren a la orografía; en fin, se ha creído igualmente útil para la inteligencia de la parte geológica resumir en una nota los principales caracteres de los materiales que entran en la estructura del globo.

Se ha añadido a esta obra un cierto número de láminas necesarias para la inteligencia del texto; a la orografía corresponden un mapa reducido de América del Sur en el cual están indicados los principales círculos que conciernen a los sistemas orográficos; un perfil a la escala de 1:250.000 de las cordilleras de los Andes y de la Costa, desde el grado 24 hasta el 42; dos secciones transversales del suelo de Chile y una vista del macizo de Aconcagua.

Las que se refieren a la geología son dos secciones verticales que se extienden la primera desde la bahía de Talcahuano hasta el volcán Antuco y la otra desde el puerto de Coquimbo hasta la cordillera de Doña Ana; estas dos secciones tienen

por objeto dar una idea general de la situación de las diferentes formaciones. Por lo que corresponde a un estudio más especial se ha creído preferible sustituir a las secciones, vistas de varias regiones de la cordillera en las cuales los hechos mencionados aparecen con más evidencia y que dan al mismo tiempo una idea del aspecto de las rocas que constituyen cada formación; por lo que corresponde a la distribución de éstas sobre la superficie de Chile, nos hemos referido al mapa geológico.

La lámina que corresponde a la meteorología indica la curva que forma el límite de las nieves permanentes desde el grado 24 hasta el 52 y las corrientes de la atmósfera durante los días y las noches del verano; finalmente se han reunido en un cuadro sinóptico los principales datos relativos a la geografía botánica.



# INTRODUCCIÓN

## SITUACIÓN Y LÍMITES DE CHILE

Situado Chile en el lado occidental de América del Sur, se extiende desde el grado 24 hasta el 56 de latitud austral; está limitado al oeste por el gran Océano, pero los límites de la parte este no están aún enteramente fijados. Desde el grado 24 hasta el 34, forma su límite la línea anticlinal de la cordillera de los Andes; más allá se extiende la vasta región, aún indivisa, de la Patagonia y Chile occidental, es decir, la parte situada al oeste de la cordillera de los Andes. Independientemente de las tierras continentales, Chile posee gran número de islas situadas en el gran océano. Estas islas son, en primer lugar, los numerosos archipiélagos que se extienden paralelamente a la costa, desde Tierra del Fuego hasta el golfo de Chiloé; comprenden, además de Tierra del Fuego, el archipiélago de Madre de Dios, la isla de Hanover, el archipiélago de la reina Adelaida, la isla Wellington, el archipiélago de los Chonos, las islas Guatecas y el archipiélago de Chiloé. Más hacia el norte hay otras tres pequeñas islas que forman como la prolongación de esta línea y son las islas Mocha, Santa María y Quiriquina. A mayor distancia de la costa, Chile posee todavía las islas de Juan Fernández, de Más Afuera y de San Félix.

No teniendo Chile límites fijos, no puede evaluarse su superficie ni aún aproximadamente. Sólo una parte ha sido objeto de medidas fundadas en operaciones trigonométricas, y es la que está comprendida entre los grados 27 y 38 y la línea anticlinal de la cordillera de los Andes. Allí es donde se halla concentrada la mayor parte de la población de Chile, siendo su superficie la de 155.157 kilómetros cuadrados (1).

En las provincias de Arauco, Valdivia y Llanquihue, los puntos de la costa y principales cimas de los Andes, por donde pasa la línea anticlinal, han sido fijados con bastante exactitud para poder calcular, de un modo bastante aproximado, la superficie de estas tres provincias que viene a ser de 74.997 kilómetros cuadrados. Finalmente, la parte comprendida entre los grados 24 y 27, calculada según datos semejantes, es de, más o menos, 82.106 kilómetros cuadrados, lo cual da, dejando aparte la Patagonia y las islas, una superficie de 312.260 kilómetros cuadrados.



GEOGRAFÍA FÍSICA  
DE  
CHILE

CARTE OROGRAPHIQUE.  
DE L'AMÉRIQUE DU SUD

5 000 000<sup>m</sup>

Pl. I



Gravé par L. Wisner, Sc., R. Gay Lussac

Paris, Imp. Bachelier

Mapa orográfico de América del Sur. Se ha figurado en este mapa los sistemas orográficos que tienen relación con las cordilleras de América del Sur; los círculos medianos son indicados por líneas llenas y los paralelos a estos círculos por líneas puntuadas. Los paralelos que se han figurado son los de la costa de Chile desde el cabo de Pílares hasta Coquimbo, el de la costa del Perú entre Pisco y Piura y que se refiere al sistema de los Montes Pedregosos; el de la cordillera de la Costa entre Concepción y Valparaíso que pertenece a la zona del Caucasio y se halla en relación con las serranías del centro de Brasil. Al fin de hacer más claras las relaciones de estos círculos con las direcciones de las cordilleras y de las costas, se ha suprimido la mayor parte de los nombres de pueblos conservando únicamente los más esenciales, los de los cerros más notables por su altura y los de los grandes ríos.

# PRIMERA PARTE

## REINO INORGÁNICO



## OROGRAFÍA

Cuando situado sobre una alta cima el viajero echa sus miradas sobre el conjunto de una región montañosa, lo que llama primero su atención es el desorden que parece reinar en la distribución de estas poderosas moles, unidas unas a otras por líneas bizarramente contorneadas; pero insensiblemente desaparece la primera impresión y empieza a distinguir en este desorden aparente, algunas líneas que se repiten de distancia en distancia y que parecen todas llevar el mismo rumbo; unas siguen la dirección de la línea de vertientes, otras vienen a cruzar esta línea formando con ella ángulos más o menos abiertos, y la especie de red que resulta de estas numerosas intersecciones forma el bosquejo de la Serranía. Cuando ésta tiene una gran extensión, como son las cordilleras u otras cadenas de montañas, se ve a menudo la principal línea de vertientes cambiar de rumbo; pero este cambio no es arbitrario y la nueva orientación corresponde siempre a una de las líneas que hacen parte del bosquejo. Así es que la cordillera de Chile, cuyo rumbo principal es de norte a sur, ofrece de trecho en trecho sobre la línea de vertientes altos crestones que siguen la orientación del noreste o bien la del nor-noroeste, como sucede en las cordilleras de Talca o en las de la provincia de Coquimbo. Si se prosigue más al norte la extensa serranía que atraviesa todo el continente sudamericano, se ve, a la altura de Arica, la cordillera cambiar repentinamente de rumbo y seguir el del nor-noroeste en toda la extensión de Perú, experimenta una nueva inflexión a la altura de Paita y toma entonces el rumbo noreste hasta la extremidad norte del continente; pues estos dos rumbos son precisamente los que llevan no sólo algunas partes de la línea de vertientes de la cordillera de Chile sino, también, los de sus numerosos ramales y de las hondas quebradas que los separan.

Estas líneas cuya orientación se repite a menudo en una misma serranía, son las que los geólogos llaman sistema de montañas o sistema estratigráfico, porque sucede en general que corresponden a la dirección de los estratos que constituyen los cerros.

Todas las regiones montañosas del globo tienen una estructura semejante; son compuestas por varios sistemas de crestas paralelas, entre las cuales hay uno que

predomina, y es el que forma el rasgo más saliente del relieve del país. Estos sistemas de crestas paralelas no son limitados a una sola región, se extienden a veces a una gran distancia sobre la superficie del globo donde aparecen de trecho en trecho sobre la prolongación de un gran círculo o de círculos paralelos a éste; así es como forman sobre la superficie de la tierra zonas de mayor o menor extensión.

Si se traza sobre un globo terrestre el círculo que pasa por Pisco y Paita, se nota que él sigue, con una regularidad muy notable, la dirección de la costa de Perú; mientras que la cordillera occidental y la cordillera oriental se hallan sobre otros círculos paralelos a éste. Al dejar las costas de Perú, este círculo recorre la parte occidental de Norteamérica hasta el estrecho de Bering y atraviesa Asia en su mayor extensión, desde Siberia hasta el Indostán, y se nota que en todo este espacio hay un número considerable de cordilleras cuya dirección parece amoldarse sobre la de este círculo, como son la Sierra Madre, la cordillera de la baja California, los montes Pedregosos y los montes Cascade en América, y en Asia los montes Yablonoi y las serranías del imperio de los Birmanes. Este conjunto de sierras paralelas se halla, pues repartido en una zona bastante ancha y se manifiesta desde el sur de Chile hasta la extremidad meridional de Asia, abrazando así más de la mitad de la circunferencia de la Tierra. Si se extienden estas investigaciones a todas las montañas repartidas sobre la Tierra, se viene a conocer que ellas pueden referirse a seis zonas parecidas a las que acabamos de describir. Las serranías de Sudamérica se refieren a cuatro de estas zonas y, en las de Chile, aparecen vestigios de estos cuatro sistemas. Las cordilleras de Perú y de Bolivia, la Sierra Madre y los montes Pedregosos, pertenecen a una de estas zonas, cuya parte mediana está ocupada por el gran círculo que pasa por el monte Santo Elías y Guadalajara. Los polos de este círculo están situados uno por  $22^{\circ}40'$  de latitud Sur y  $173^{\circ}56'$  de longitud Este; el otro por  $22^{\circ}40'$  de latitud Norte y  $6^{\circ}4'$  de longitud Oeste<sup>1</sup>; y si de estos puntos como centro se trazan los paralelos que pasan por éstas serranías, puede verificarse que ellos siguen la misma dirección.

Puede verificarse, del mismo modo, que el gran círculo que pasa por la extremidad occidental de Bretaña y por el monte Elbrouz en el Caucasio, ocupa la parte mediana de una zona a la cual se refiere la cordillera oriental de Colombia así como muchas otras serranías de esta parte de América.

La cordillera de Chile pertenece a una tercera zona, cuyo círculo mediano pasa por la extremidad norte de la isla de Terra Nova y por el lago de Maracaibo.

Finalmente, el gran círculo que sigue el eje de los montes Himalaya y pasa por el Dhavalagiri y el Choomalari, caracteriza la cuarta zona; este círculo viene a encontrar la costa de Sudamérica cerca de Cobija, sigue el límite sur de la alta meseta boliviana y atraviesa este continente por la línea de vertientes que separa los afluentes del Amazonas de los de La Plata.

Las cuatro zonas, del Caucasio, del Himalaya, de Chile y de los montes Pedregosos, vienen, pues, a cruzarse en América del Sur y son las serranías que se refieren a cada una de ellas las que forman los principales rasgos del relieve de esta

<sup>1</sup> Las longitudes se refieren al meridiano de París.

región. Para limitarnos a lo que se refiere a las serranías de Chile y sus relaciones con las del continente sudamericano, indicaremos bajo el nombre de sistema Peruano las que se refieren a la dirección de la cordillera de Perú; con el de sistema Colombiano, las que están en relación con la cordillera oriental de Colombia; con el de sistema Chileno, las que siguen la dirección de la cordillera de los Andes; finalmente, con el nombre de sistema Brasileiro, las que pertenecen a la zona del Himalaya; pero no debe perderse de vista que estos sistemas no representan más que una pequeña parte de las grandes zonas arriba mencionadas.

#### SISTEMA CHILENO

Este sistema es el que da a Chile su forma y su relieve; la costa desde la península de Tres Montes hasta Mejillones, la mayor parte de la cordillera de la Costa, finalmente el eje de los Andes así como el mayor número de las crestas que se levantan tanto al este como al oeste de este eje, siguen su dirección. Los polos del gran círculo al cual se refiere, están situados, el primero a  $14^{\circ}19'$  de latitud Sur y  $13^{\circ}13'$  de longitud Este, el otro por  $14^{\circ}19'$  de latitud Norte y  $166^{\circ}47'$  de longitud Oeste.

El paralelo a este círculo que sigue la costa de Chile hace con el meridiano de Valparaíso un ángulo al noroeste de  $16^{\circ}1'$ .

La costa de Chile así como la cordillera de los Andes no siguen siempre esta dirección y se notan de trecho en trecho algunas partes cuya orientación se refiere a ángulos de los otros sistemas, pero la dirección que predomina es la del sistema chileno como puede verificarse echando una mirada sobre el mapa orográfico de América del Sur (Pl. 1).

#### SISTEMA COLOMBIANO

Después del sistema Chileno, el que ha dejado más profundas huellas en el suelo es el sistema Colombiano. Él hace parte de una zona muy ancha, cuyo círculo mediano pasa por la cordillera oriental de Colombia. Los polos de este círculo están situados a  $40^{\circ}59'$  de latitud Sur y  $5^{\circ}4'$  de longitud Este,  $40^{\circ}59'$  de latitud Norte y  $174^{\circ}56'$  de longitud Oeste; para establecer sus relaciones con las montañas de Chile se ha calculado el azimut del paralelo que pasa por Talcahuano y se ha igualmente indicado una parte de este paralelo sobre el mapa orográfico. El azimut es  $31^{\circ}15'$  N.E.

Puede verse que la costa de Chile desde la bahía de Arauco hasta las inmediaciones de Valparaíso, sigue su dirección y que la cordillera de la Costa desde las serranías de Nahuelbuta hasta Curicó, tiene la misma orientación; finalmente la parte de la cordillera de los Andes que se extiende desde el volcán de Callaqui hasta el de Peteroa, sigue aún la misma dirección. Pero es únicamente en esta parte que se manifiestan las huellas del sistema colombiano y se las puede seguir hasta el desierto de Atacama. El paralelo que pasa por Nahuelbuta viene a cortar

la cordillera de los Andes cerca del Tupungato y las altas crestas que desde ahí se dirigen hacia el valle de Santiago tienen su orientación más al norte; las montañas que dominan las quebradas de Jorquera y de Paipote, así como la cordillera de Atacama, siguen también el mismo rumbo.

#### SISTEMA PERUANO

Los polos de la zona a la cual pertenece el sistema peruano están situados a los 22°41' Sur y 173°56' Este, 22°41' Norte y 6°4' Oeste. Si por uno de estos centros se traza sobre un globo el paralelo que pasa por la desembocadura del Biobío, puede verse que el que sigue el curso de este río desde su desembocadura hasta el confluente del río Vergara, y que, por consiguiente, los ramales de la cordillera de la Costa, que forman el valle que recorre, siguen la dirección de este paralelo. Un número bastante grande de las quebradas de Chile, así como numerosos ramales de los Andes, siguen el rumbo de este sistema: tales son los valles del Biobío, Itata, Maule, Rapel y del Maipo en las partes en que cortan la cordillera de la Costa. Las crestas de montañas que dominan la quebrada del Maipo en la cordillera de los Andes, las del río Juncal y del río de Leiva, así como el extenso ramal que se desprende de la cordillera de Doña Ana y va hasta las serranías de Agua Amarga y la cadena de montañas incluida entre Chañarcillo y el cerro Blanco, siguen también el rumbo de este sistema.

#### SISTEMA BRASILEIRO

Se ha visto más arriba que el círculo principal de la zona del Himalaya venía a encontrar la costa occidental de América del Sur cerca de Cobija y que recorría este continente en su mayor anchura siguiendo la línea de vertientes que separa las aguas del Amazonas de las del río de La Plata. Los polos de esta zona están situados a 60°42' Sur y 67°50' Este, 60°42' Norte y 112°10' Oeste. El ángulo de este círculo con el meridiano de Cobija es 76° 36' al noreste; la poca extensión de Chile en la dirección de este a oeste no permite verificar con la exactitud requerida cuáles son las serranías y los valles que se refieren a este sistema; con todo, hay un número bastante grande de éstas cuyo rumbo se aparta un poco de él de este a oeste y parecen pertenecerle: tales son los altos crestones que forman los cerros del Potro y de Doña Ana; el cordón de Chacabuco desde Montenegro hasta el portezuelo de San Pedro y los valles que recorren el río del Volcán, el de las Leñas, el Laja y el río Duqueco.

Las líneas de montañas que pertenecen a estos cuatro sistemas forman, al cruzarse sobre el suelo de Chile, una especie de red cuyas mallas constituyen las principales hoyas hidrográficas, mientras los nudos corresponden a los puntos de mayor altura. A estas encrucijadas debe la cordillera de los Andes sus más altas cimas y las hondas quebradas que la dividen en un número considerable de maci-

zos; presentando así una larga serie de altas cimas que sigue el rumbo del sistema chileno, mientras que las ramificaciones que se desprenden de ellas son representantes de los otros sistemas.

Antes de pasar al estudio de cada uno de estos macizos es necesario echar una ojeada sobre el conjunto de esta gran aglomeración de cerros. La cordillera de Chile se desprende de la gran meseta boliviana un tanto al sur de la ciudad de Potosí y conserva hasta una gran distancia el aspecto de un extenso lomaje, cuyas faldas bajan suavemente al este y al oeste; sólo al sur del grado 27, es cuando viene a notarse que esta vasta prominencia que ha ido estrechándose más y más, viene a tomar el aspecto de una cadena de montañas, el cual se conserva hasta la extremidad del continente. Sobre la parte ancha que forma como la prolongación de la meseta boliviana se ve levantarse de trecho en trecho algunas altas cimas alineadas sobre dos filas que forman los límites de estas altas tierras; estas dos líneas de cerros van acercándose más y más a medida que se extienden al sur y acaban por confundirse entre los grados 27 y 28; es entonces cuando la cordillera se presenta como formada por la reunión de los macizos de que se ha hablado anteriormente; de tal modo que las partes bajas que separan estos macizos deben considerarse como la continuación de las altas tierras del norte. Considerada en su conjunto esta base que sostiene los macizos de los Andes, presenta de norte a sur una inclinación imperceptible a la vista, aunque muy destacable; en la parte que corresponde al desierto de Atacama, su altitud es la misma que la de la meseta boliviana, aproximadamente de 4.000 metros; hasta el grado 34 los boquetes se mantienen a esta misma altura, pero más al sur ésta comienza a disminuir más y más hasta llegar al estrecho de Magallanes donde alcanza el nivel del mar. Las alturas de las cumbres bajan también gradualmente como las de los boquetes; con todo, presenta una excepción muy notable entre los grados 32 y 34, siendo en esta parte que se encuentran las más altas cimas de todo el continente: el Aconcagua, que llega a 6.835 metros, el Mercedario, el Juncal y el Tupungato.

Estas altas cimas no corresponden siempre a la línea de vertientes; el Aconcagua está situado al este de esta línea, y más al sur se ve el Descabezado, el volcán de Chillán y la sierra Velluda levantarse a una distancia bastante grande y al oeste de esta línea. En toda la extensión de la cordillera se nota que es por el lado del poniente que ésta presenta las pendientes más rápidas y más escabrosas; mientras que por el lado del oriente éstas son más suaves, y los cordones que se desprenden de la cumbre se presentan bajo el aspecto de planos suavemente inclinados que van a perderse en las vastas llanuras de las pampas. De trecho en trecho, se notan por este lado algunas serranías paralelas a la línea de vertientes o bien que llevan el rumbo del sistema Peruano; son los que forman los límites de las grandes hoyas hidrográficas donde nacen los ríos que llevan sus aguas al Atlántico o los grandes tributarios del Plata. Tal es en general la estructura de esta extensa cadena de montañas, y para estudiarla de un modo más perfecto pasaremos a considerar separadamente cada uno de sus macizos.

## MACIZO DEL LLULLAILLACO

Este macizo se extiende desde el grado 24 hasta el 26 de latitud Sur y abraza una gran parte de las cordilleras del desierto de Atacama; principia en el boquete de Antofagasta y se extiende hasta el del Indio Muerto. Lleva su nombre del volcán apagado de Llullaillaco, cerro que domina a todos los demás y cuya altitud llega a 6.173 metros. Hay otros cerros notables: son los del Indio Muerto y del Juncal; la altitud de este último es de 5.342 metros. De la base del Llullaillaco se desprenden los cordones que se dirigen el uno al nor-noreste, el otro al sur-suroeste y forman la línea de vertientes de esta parte de los Andes. Otros dos cordones, conocidos bajo los nombres de cordillera de Varas y cordillera de Varita, se desprenden de la misma base; el primero se extiende hacia el nor-noroeste y pertenece, por su rumbo, al sistema Peruano; el otro se dirige al sur con una pequeña inclinación al oeste hasta los cerros de Osandón, y corresponde al sistema Chileno. El macizo del Llullaillaco resulta, pues, del cruzamiento de tres sistemas orográficos: el cordón que forma la línea de vertientes refiriéndose al sistema Colombiano, el de los cerros de Osandón y de la cordillera de Varita al sistema chileno, y el de la cordillera de Varas al sistema Peruano; este último es el que atravesando el desierto en la dirección del noroeste forma el límite sur de la gran hoya hidrográfica de Atacama, cuyo límite norte principia en los cerros de Tatia y sigue por los de San Bartolo y Caracoles.

## MACIZO DE DOÑA INÉS

El que sigue inmediatamente al sur, es el macizo de Doña Inés, que está separado del primero por el boquete del Indio Muerto y se extiende al sur hasta el de Vega Seca; abraza así todo el espacio incluido entre  $26^{\circ}30'$  y  $27^{\circ}20'$ . Su punto más alto lo forma el cerro de Doña Inés, cuya altitud es de 5.559 metros. Los otros cerros que se hacen notar por su altura son el cerro del Azufre, situado cerca de la extremidad sur, y el cerro de la Ternera, el cual aunque a una distancia bastante grande de la línea de vertientes, conserva aún una altura de 4.449 metros. De la base occidental de Doña Inés se desprende un alto cordón que va a rematar en el cerro de la Ternera y se extiende después para formar la alta meseta sobre la cual está situado el mineral de Tres Puntas. De esta misma meseta se desprenden dos ramales, el uno extendiéndose al noroeste, llega hasta Chañaral de las Ánimas; el otro cuyo rumbo es el del sur-suroeste, se extiende hasta Monte Amargo cerca de Copiapó. Los cordones que forman la línea de vertientes entre el Indio Muerto y la Vega Seca, llevan el rumbo nor-noreste y se refieren al sistema Colombiano. Se nota, además, un tercer ramal que nace cerca del boquete de Las Castañas y va a rematar en el cerro de los Leones, frente al punto donde se juntan los ríos de Jorquera y de Pulido. El sistema que predomina en la estructura de este macizo es el Colombiano; la línea de vertientes así como las quebradas de Paipote y de Jorquera, se refieren al sistema Peruano. Se nota sólo en el ramal que se dirige de Tres Puntas hacia Chañaral.

### MACIZO DEL HUASCO

Este macizo ocupa la parte de la cordillera incluida entre 27°55' y 28°50'. Tiene por límite, al norte, las quebradas en que corren los ríos de Copiapó y de Pulido; al sur está cortado por la quebrada del Huasco desde Vallenar hasta Juntas y después, por las del río del Tránsito y de Chollai. Una elevada serranía que se extiende en la dirección de este a oeste forma la parte más alta; es el cerro del Potro, cuya altitud llega a 5.584 metros. De este cerro se desprenden cuatro cordones: los dos que forman la línea de vertientes siguen el rumbo del sistema chileno. El tercero, que es el más extenso, llega hasta las inmediaciones de Copiapó donde forma los cerros de Ojanco. Después de haber seguido por un cierto espacio el rumbo este-oeste, se dirige al norte formando en esta parte las cordilleras de Manflas; un poco antes de llegar al cerro Blanco toma el rumbo del sistema Peruano, que sigue hasta el morro de Chañarcillo y después se dirige nuevamente al norte. Este cordón es el que forma el límite austral de la hoya hidrográfica de Copiapó. Los cerros más notables que lo forman son los de Ojanco, las Pintadas, el morro de Chañarcillo, los Frailes, y el cerro Blanco; este último alcanza una altitud de 3.017 metros.

El cuarto cordón se extiende hasta Vallenar; su dirección es la del oeste inclinándose un tanto al sur y, por consiguiente, casi perpendicular a la del sistema Peruano, antes de llegar a la cordillera de la Costa a la cual va a unirse por el cerro de Barañan; este cordón envía un pequeño ramal en la dirección del sur, el cual se termina por el cerro del Chehueque, montaña de forma cónica y cuya cumbre llega a 1.970 metros.

### MACIZO DE DOÑA ANA

Al sur de la cordillera del Huasco se levanta el macizo de Doña Ana incluido entre los 29°30' y 30°20'. Su límite al norte es el valle del Huasco, y al sur el río de Coquimbo. El punto que ocupa el centro de este macizo y que es también de una gran elevación, pues alcanza 5.714 metros, es conocido bajo el nombre de cerro de Doña Ana. Se halla situado un tanto al poniente de la línea de vertientes a la cual está ligado por un alto crestón cuya dirección es la de naciente a poniente. La línea de vertientes sigue en esta parte el rumbo del sistema Chileno; cerca de la extremidad norte su nivel baja rápidamente para formar un boquete, mientras se levanta al sur donde forma una ancha meseta sobre la cual descansa el cerro de las Tórtolas, punto culminante de todo el macizo y cuya altitud es de 5.918 metros; baja enseguida hasta el boquete de la Laguna, el cual alcanza todavía una altura de 4.528 metros.

Es del crestón que une el cerro de doña Ana a la línea de vertientes que se desprenden los grandes cordones de la falda occidental; los otros que se dirigen al norte están situados entre el río Polinario, el río del Medio y el río de Agua Fría y llegan hasta la quebrada del Huasco. El último es el más largo; se inicia en el cerro de Peralta y llega hasta las Tres Cruces. Es también de este mismo cerro de Peralta

que se desprende el cordón donde se hallan los cerros del Cinchado y de Agua Amarga y que se prolonga hasta las inmediaciones de Vallenar.

Los cordones que se desprenden por el lado sur son en número de seis, todos paralelos a la línea de vertientes, y se extienden hasta el río de Coquimbo; están separados unos de otros por las quebradas en que corren los ríos Turbio, de los Baños, de los Piuquenes, el río de Tito, el de Guanta y el estero de Pucalume. Finalmente del alto de Peralta se desprende un último cordón que va al poniente y forma la alta meseta de Arqueros. Cortada en su mayor extensión por la quebrada de Santa Gracia, esta meseta se une más al norte a la cordillera de la Costa por los cerros del Potrero alto y de Salapora; este cordón es el que forma el límite sur de la hoya hidrográfica del río de Coquimbo.

Los cerros más notables de este cordón, son, además de Doña Ana y del cerro de las Tórtolas, el cerro de Peralta, cuya altura alcanza 4.000 metros; los cerros de Agua Amarga, que llegan a 3.218 metros; el cerro del Potrero Alto 2.125 y el cerro del Paipaz 1.702.

#### MACIZO DE LA LAGUNA

Este macizo ocupa la parte de la cordillera incluida entre el río de Coquimbo y el río Rapel y se extiende desde los 30°20' hasta los 30°45', entre el boquete de la Laguna y el de los Patos. El punto más alto es el cerro de la Laguna situado bajo los 30°28' de latitud y algo al poniente de la línea de vertientes; su altitud es de 5.172 metros. Dos hondas quebradas, donde corren el río Claro y el río Hurtado, dividen este macizo en tres partes que forman otros tantos cordones que vienen a unirse en el cerro de la Laguna, y éste se liga con la línea de vertientes por un crestón cuyo rumbo es sur-sureste. Entre el río Claro y el de la Laguna existe otro cordón que se dirige al norte y llega hasta frente del Guanta. El cordón situado entre el río Claro y el río Rapel, sigue al principio el rumbo nor-noroeste, hasta llegar al cerro de Uchumi, de donde se desprende un ramal que se dirige al norte, mientras el cordón principal sigue el rumbo oeste y pasa por el cerro Negro, el Cinchado, Andacollo y el cerro del Toro hasta llegar a la cuesta de las Cardas, en la cual se junta con la cordillera de la Costa. De este cordón se desprenden muchos otros ramales; los que se dirigen hacia el valle de Coquimbo son los de Pangui, de los Algodones, de Talca y de Cerro Grande.

El último cordón comienza en la cordillera de doña Rosa, y llega hasta frente de Ovalle; es el que forma la línea de vertientes entre los ríos Hurtado y Rapel. Al poniente de los cerros de doña Rosa forma la alta meseta de Guanta, de donde salen los principales arroyos que alimentan estos dos ríos.

Los cerros más notables de este macizo están situados al poniente de la línea de vertientes, y, sobre el cordón que forma el límite sur de la hoya hidrográfica de Coquimbo, son el cerro Negro, el Cinchado, el cerro de Uchumi; el cerro del Toro situado en la extremidad oeste de este cordón alcanza todavía una altitud de 1.575 metros. Las depresiones que separan este macizo tienen todavía una gran

altitud; la del portillo de la Laguna es de 4.622 metros y la del boquete del Viento, de 4.226.

#### MACIZO DE CHOAPA

Al sur del boquete de Valle Hermoso, la línea de vertientes toma el rumbo sureste; desde este punto hasta el grado 32 la cordillera no presenta ninguna cumbre notable y su mayor altura no pasa de 4.000 metros. Un poco al sur de este paralelo vuelve a levantarse y se hace notar por el alto cerro del Mercedario, que forma el centro del macizo de Choapa y cuya altura es de 6.797 metros. La línea de vertientes, tomando enseguida la dirección del sur, baja rápidamente hasta el boquete de Valle Hermoso donde su altura es sólo de 3.637 metros.

El macizo de Choapa se extiende así desde los 30°50' hasta los 32°20' y abraza toda la parte de los Andes incluida entre el río Grande y el río de Leiva. Las principales líneas orográficas que contribuyen a su formación se refieren a cuatro sistemas; la línea de vertientes desde el boquete de Calderón hasta el cerro del Mercedario, pertenece al sistema Peruano, mientras la parte que sigue al sur de este cerro se refiere al sistema Chileno. El cordón que se desprende de esta línea por los 31°18' y que pasa por el punto llamado el Cenicero, después de haber formado las cordilleras de Cogotí y de Combarbalá, se divide en dos ramas, de las cuales una sigue la orientación del sistema Peruano y va a rematar en el cerro de Huatulame; de ella se desprende el ramal que forma la línea de vertientes, entre los ríos Tascadero y de Torca. La segunda rama sigue desde el principio la orientación del sistema Colombiano y forma los cerros de Curimavia, cambia después de rumbo y sigue el del sistema Peruano hasta la cuesta de Valdivia por la cual se une a la cordillera de la Costa; esta rama es la que forma el límite sur de la hoya hidrográfica del río Limarí.

El cordón que se extiende entre los ríos Illapel y de Chalinga, se aparta de la línea de vertientes un poco al sur del boquete de las Tres Quebradas; su dirección es la del sistema colombiano; pero poco antes de llegar en frente de Illapel, toma la del poniente.

El último cordón que se hace notar por su gran extensión se desprende del cerro de Molina situado un poco al sur del Mercedario. Desde este punto hasta el boquete de los Piuquenes, su dirección es la del sistema Colombiano: toma enseguida un rumbo perpendicular a éste, y después de haber formado la cordillera de Petorca se extiende hasta la cuesta de Tilama por la cual viene a juntarse con la cordillera de la Costa.

Las cumbres más notables de este macizo son, además del cerro del Mercedario, la cordillera de Cogotí, cuya altura no pasa de 4.000 metros; el cerro de Huatulame, el cual, aunque situado a poca distancia de la costa, llega todavía a 2.531 metros; sobre el cordón que va a rematar en la cuesta de Valdivia se nota el cerro de Pama, cuya altura es de 2.068 metros; finalmente el último cordón ofrece los cerros de Molina, que alcanzan 5.000 metros, el cerro de Nacimiento 3.815 y el

Chamuscado 3.436. Al sur-sureste del Mercedario se extiende la alta cordillera de la Ramada, que es como la prolongación de la línea de vertientes situada al norte; esta cordillera es una de las que se extienden más al oriente y ella es la que forma la división entre el río de San Juan y el río de Mendoza.

#### MACIZO DEL ACONCAGUA

Este macizo, el más alto de la cordillera de los Andes, se halla situado entre los 32°20' y los 32°59' de latitud Sur. Está limitado al norte por el valle donde corre el río de Putaendo hasta el boquete de Valle Hermoso y al sur por el río de Aconcagua. Apartado de los otros macizos de los Andes por boquetes comparativamente muy bajos, se presenta a lo lejos como una alta meseta siempre cubierta de nieve y dominada por la imponente cumbre que le da su nombre y cuya altitud es de 6.835 metros. Este macizo, cortado casi a pique por todos sus lados, está encerrado entre el boquete de Valle Hermoso cuya altura es sólo de 3.637 metros y el boquete de Uspallata que llega a 3.927; de modo que su cima excede por cerca de 3.000 metros la parte de cordillera que le sirve de base.

El cerro de Aconcagua no está situado sobre la línea de vertientes, sino a alguna distancia al este, y se junta con ella por un crestón muy alto donde nacen a la vez el río de San Juan y el río de Mendoza. En esta parte la línea de vertientes atraviesa una alta meseta conocida con el nombre de Potrero Alto y de ella se desprenden los cordones que corren por el lado de Chile. El más importante de éstos es el que se extiende entre los ríos de Aconcagua y de Putaendo; su forma es muy complicada: sigue desde el principio la dirección este-oeste; y al llegar frente de la quebrada de la Gloria, toma la del sur; finalmente al llegar a los cerros de Jahuel, toma el rumbo nor-noroeste hasta el cerro de Orolongo, en el cual viene a rematar. De este cordón se desprenden dos ramales: el uno que sigue la dirección del sistema chileno tiene su origen cerca del Potrero Alto y forma el cerro de la Laguna; el otro, menos importante, se extiende al oeste del río Colorado. El macizo del Aconcagua se hace notar entre los demás por sus formas escarpadas; cortado por hondas quebradas, encerrado entre paredes casi verticales, su aspecto es el de un enorme peñasco rasgado en todas direcciones y presentando un número considerable de picos que se levantan hasta la altura de 5.000 metros.

#### MACIZO DEL TUPUNGATO

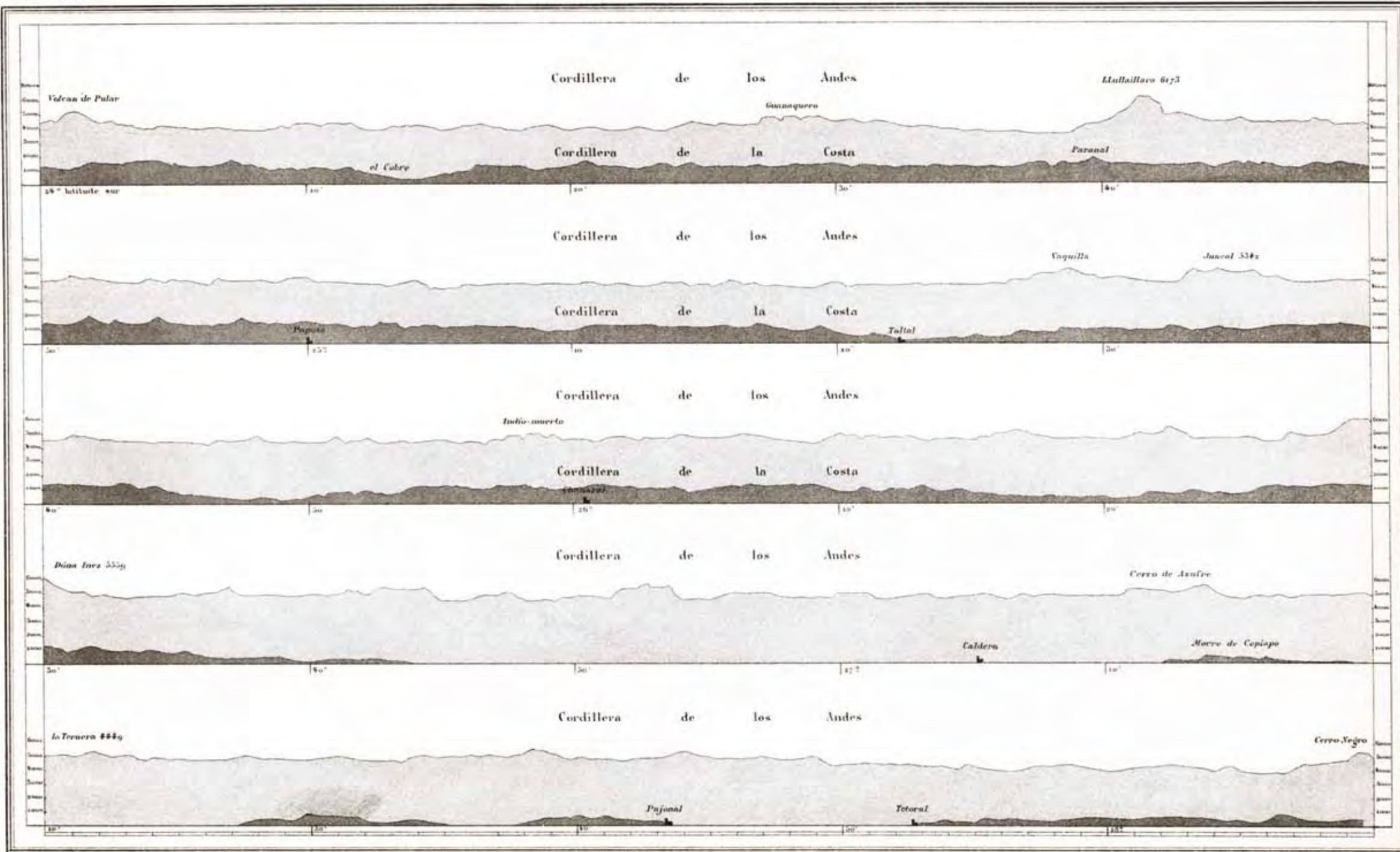
Limitado por los valles del Aconcagua y del Maipo, el macizo del Tupungato se extiende desde los 32°59' hasta los 33°31'. El portillo de los Piuquenes lo separa de la parte de los Andes que se extiende más al sur; y es el que forma la región más alta y más escarpada de la cordillera, pues, aunque ninguna de sus cimas alcanza la altura del Aconcagua, se acercan mucho a ella y forman en su conjunto una serranía más elevada. El punto que domina a los demás, y forma el centro del

PERFIL DE LAS CORDILLERAS DE CHILE

Desde el grado 24 hasta el grado 42

Escala de  $\frac{1}{250,000}$

Pl. 2



Diseño por E. Wulfer, F. Rey Laguna, J. J.

Imp. De la Universidad de Chile.

Perfil de la cordillera de los Andes desde el grado 24 hasta el grado 42

Este perfil está a la misma escala que el mapa topográfico y geológico de Chile; es la de  $\frac{1}{250,000}$  que corresponde a 4 milímetros por 1.000 metros. Se ha conservado en él la relación exacta de las alturas con las distancias; y para dar a conocer más exactamente la posición de los cerros, se han indicado las latitudes correspondientes. La altitud de los puntos más notables está además indicada en metros en seguida del nombre. Se ha figurado también por un tinte más oscuro las diferentes serranías que componen la cordillera de la Costa; en fin, para completar estos datos, se ha figurado dos secciones transversales de Chile, la una desde el cerro de Aconcagua hasta la costa y la otra desde el volcán de Chillán hasta la bahía de Talcahuano: estas secciones son a la escala de  $\frac{1}{400,000}$ .

macizo, es el cerro del Tupungato, cuya altitud alcanza 6.154 metros. Las grandes líneas orográficas que dibujan la forma de este macizo pertenecen a los cuatro sistemas que se hacen notar en las otras partes de los Andes. Al sistema Peruano pertenece la línea de vertientes desde el portillo de Uspallata hasta el Tupungato; y desde este cerro hasta el portillo de los Piuquenes es la dirección del sistema Chileno la que se manifiesta. Un solo cordón notable, por su extensión y sus altos cerros, se desprende por el lado de Chile; tiene su origen al pie del cerro del Juncal cerca del límite norte del macizo de donde se dirige casi al poniente hasta el cerro de San Francisco; es en esta parte que se desprende el alto crestón formado por las cordilleras de las Condes; mientras que el cordón principal tomando el rumbo noroeste, viene a formar las cordilleras de Peldehue y los cerros de Chacabuco, de donde se extiende al norte y forma las serranías de los Maitenes y de Culunquén que alcanzan hasta el río Aconcagua. Otro pequeño ramal se desprende de este cordón tomando la dirección del sur; es el que forma los cerros de Colina y de La Dehesa y viene a rematar frente a Santiago en el cerro San Cristóbal. Finalmente, otro cordón formado por cerros muy altos es el que se desprende del Tupungato, y tomando el rumbo sur-suroeste, se extiende entre el río Colorado y el río del Yeso: es a él que pertenece el cerro de San Lorenzo nombrado por sus minerales de plata.

El macizo del Tupungato se hace notar por un número considerable de altas cimas; además del cerro que le da su nombre, la línea anticlinal presenta el cerro del Juncal, cuya altitud es de 6.151 metros; el cerro de los Leones, el de los Halcones, el del Peñón, que se levantan sucesivamente al oeste del Juncal, aunque más bajos que éste, conservan todavía una gran altura y se muestran cubiertos de nieves permanentes. En el gran crestón que forma la cordillera de las Condes se notan el cerro del Plomo y el de San Francisco; el primero alcanza 5.779 metros y el segundo 5.573. Después de haber bajado rápidamente hasta alcanzar un nivel de 2.000 metros, este crestón se levanta y forma en frente de Santiago el cerro de San Ramón, cuya altura es de 3.091 metros.

Los dos portillos que limitan este macizo, el de Uspallata y el de los Piuquenes alcanzan todavía una gran altura: la del primero es de 3.927 metros y la del segundo 4.200.

#### MACIZO DEL MAIPO

Este macizo se levanta entre las hondas quebradas por donde corren por una parte el río Maipo y por otra el Cachapoal. Separado del anterior por el portillo de los Piuquenes, se extiende al sur hasta el portillo del Yeso, y ocupa así sobre la línea de vertientes el espacio incluido entre los 33°30' y los 34°25'.

Las direcciones de las dos grandes quebradas que le sirven de límites corresponden al sistema Peruano y al ecuador del sistema Colombiano. Estas mismas direcciones se observan también en los principales crestones así como las de los sistemas Chileno y Colombiano. La parte central de este macizo está formada por

un pequeño grupo de conos volcánicos, de los cuales el más alto alcanza cerca de seis mil metros (5.947); y es de esta eminencia volcánica que se desprenden los dos cordones que forman la vertiente occidental de esta parte de los Andes. El del norte es de poca extensión, pero se hace notar por su altura; es el que forma la cordillera de los Piuquenes situada entre el río del Yeso y el río del Volcán.

El cordón del sur, mucho más extenso, tiene su origen cerca de la laguna del Diamante, forma durante un cierto espacio la línea de vertientes, por los  $34^{\circ}12'$ , siguiendo en toda esta parte el rumbo del sistema Chileno; después se dirige hacia el noroeste y al norte, donde forma los cerros de la Compañía y de San Pedro Nolasco. Varios ramales que se dirigen hacia el noroeste se desprenden de este cordón; el más notable es el que principia por los  $33^{\circ}55'$  y viene a rematar en los cerros de Pirque y del Principal. Otro ramal que parte del mismo punto se dirige hacia la angostura de Paine y viene a juntarse con los cerros de Águila y de Aculeo; es este cordón que debía formar antiguamente el límite austral de la hoya hidrográfica del Maipo; pero hoy este límite está situado más al sur, el terreno de acarreo depositado por el Cachapoal ha levantado poco a poco el nivel del llano, y los esteros que bajando de este cordón iban a desembocar en el Cachapoal, han tenido que tomar la dirección del norte y abrirse un camino por la angostura de donde van a echarse en el Maipo.

Los cerros más notables de este macizo son, además de los volcanes de Maipo, la cordillera de los Piuquenes cuyas puntas más altas fluctúan entre 4.000 y 4.500 metros; el cerro de la Paloma, situado en la cordillera de la Compañía y cuya altitud es de 5.072 metros. El cerro de San Pedro Nolasco situado a la extremidad norte del cordón principal alcanza a 3.339 metros; finalmente el portillo del Yeso que forma el límite sur de este macizo, no tiene más que 2.602 metros, de modo que la línea de vertientes presenta en esta parte una gran inclinación bajando de 5.947 metros a 2.602.

#### MACIZO DEL TINGUIRIRICA

El macizo del Tinguiririca ocupa todo el espacio incluido entre el río de la Leña, el Cachapoal y el Teno y se extiende así desde los  $34^{\circ}45'$  hasta los  $35^{\circ}10'$ , siendo cortado al norte por el portillo del Yeso y al sur por el del Planchón. La parte central está formada por un alto crestón que principia por el Alto de los Mineros y de ahí se dirige al este un tanto al sur hasta encontrar la línea de vertientes. Ésta sigue el rumbo del sistema colombiano y es casi perpendicular al crestón central; es desde el punto en que estas dos líneas vienen a cruzarse, que se desprenden los grandes cordones de este macizo. Uno de ellos que se dirige desde el principio al noroeste se extiende entre el río de los Cipreses y el río Cortaderal. Otro mucho más extenso corre casi al oeste y después de haber formado la cordillera de Talcarrehue, viene a perderse en el llano un tanto al sur de Rengo donde forma la cuesta de los Barriales. Es de este cordón que se desprende el ramal situado al poniente del valle de los Cipreses y forma los cerros de Cauquenes y del río Claro.

Finalmente un tercer cordón paralelo al que antecede, nace cerca de la extremidad sur del macizo, forma los cerros de Puerta y de Huemul y se reúne con la cordillera de la Costa por la eminencia llamada Cerrillos de Teno, cordón que forma el límite sur de la hoya del Tinguiririca. Los cerros más notables por sus alturas son el Alto de los Mineros, cuya altitud es de 4.930 metros; el cono volcánico del Tinguiririca, que alcanza a 4.478; y cerca de la extremidad oeste el cerro de Traucalán donde viene a rematar el ramal de Cauquenes, y que alcanza a 1.270 metros. Finalmente, el cerro del Membrillo y el Pan de Azúcar situados en las extremidades de los otros cordones, tienen por alturas el primero 1.180 metros y el segundo 697.

Es a partir de este macizo que la cordillera de los Andes empieza a bajar de un modo muy notable pues toda la parte que se extiende más al sur no presenta ninguna cumbre que llegue a una altura de más de 4.100 metros; y los portillos que dividen los macizos no alcanzan 3.000 metros, siendo este del Planchón el último que sobrepasa un tanto esta altura.

#### MACIZO DEL DESCABEZADO

Situado entre los 35°30' y 35°40' de latitud, el macizo del Descabezado comprende todas las cordilleras incluidas entre el río Teno y el río Maule. El portillo del Planchón al norte y el de San Martín al sur, son las depresiones que lo separan de los otros macizos. Las líneas orográficas que dibujan sus formas se refieren las unas al sistema Peruano, las otras al sistema Colombiano y a la perpendicular; sobre la alta meseta que forma este macizo, se levantan varios conos volcánicos entre los cuales el de más altura lleva el nombre de cerro Colorado. La línea de vertientes es muy irregular; después de haber formado una gran curva entre el cerro Colorado y el Descabezado Chico, ella toma la dirección del sureste, siendo así paralela al sistema Peruano.

Desde la vertiente oeste del cerro Colorado se desprenden tres cordones, de los cuales dos siguen el rumbo del sistema Colombiano y forman las alturas comprendidas entre los ríos Colorado, de San Pedro y de San José. El tercero, situado más al norte, sigue desde el principio el mismo rumbo; toma después la dirección del nor-noroeste y viene a rematar en los cerros de Upeo.

Al poniente de la línea de vertientes se extiende la meseta que sostiene los dos volcanes del Descabezado Grande y del cerro Azul y de la cual se desprenden las ramificaciones que se extienden hacia el valle del Maule y el llano de Talca. La más importante es la que corre entre el río Claro y el Lontué; toma su origen al pie del Descabezado, forma las serranías de las Tres Cruces, el cerro del Imposible, y concluye en el cerro de Traruñez.

Tres otras ramificaciones mucho menos extensas, parten del cerro Azul y de las Lagunillas y se dirigen al sur-suroeste.

Los cerros más notables que encierra este macizo son en primer lugar el Descabezado, poderoso cono volcánico cuya cima está ocupada por un ancho cráter,

circunstancia a la cual debe su nombre de Descabezado; un poco al sur se levanta el cerro Azul que tenía también un vasto cráter; pero la parte norte se ha derrumbado y no queda más que uno de los bordes, lo que le da la forma puntiaguda que presenta hoy día. Estos dos cerros tienen casi la misma altura, el Descabezado alcanzando a 3.888 metros y el cerro Azul a 3.760, mientras que la altura del cerro Colorado es de 4.039 metros; finalmente, cerca de la extremidad norte se levanta el volcán de Peteroa cuya altitud es de 3.615 metros, y en el medio del macizo el Descabezado Chico que alcanza 3.330.

#### MACIZO DEL MAULE

El macizo del Maule se asemeja mucho al que precede; como éste, presenta una ancha meseta, profundamente rajada por hondas quebradas y sobre la cual se levantan numerosos cerros volcánicos. Este macizo ocupa casi un grado de extensión en la dirección de norte a sur y comprende toda la parte de cordillera incluida entre los 35°40' y los 36°45'. Las cortaduras que lo limitan son al norte el portillo de San Martín y al sur el de Choreo. Su estructura es muy complicada y presenta numerosos crestones cuyas direcciones se refieren principalmente a los sistemas Chileno y Peruano. El punto más alto está situado cerca de la extremidad norte lo forma el cerro del Campanario, poderosa masa de rocas volcánicas cuyas formas recuerdan las ruinas de algún antiguo castillo y que se levanta a 3.996 metros. Por el lado del sur se suceden varias mesetas de altura muy inferior; éstas forman la línea de vertientes y se extienden hasta el portillo de las Barrancas. Al oeste de esta línea se presenta un vasto circo cuyo centro está ocupado por la laguna del Maule; lo forman numerosos cerros volcánicos, principalmente por el lado del sur y del poniente. Un solo cordón de una gran extensión se desprende por el lado del sur; su dirección es desde el principio, de norte a sur hasta enfrenar el valle del Ñuble; después toma el rumbo nor-noroeste y forma así las cordilleras de Semita. De este mismo cordón se desprenden dos ramales que se dirigen al norte; el uno comprendido entre los ríos Maule y Melado es de corta extensión; el otro forma el nevado de Longaví y se prolonga desde ahí hasta el Maule, formando los cerros de Longaví, del Melado y del Frutillar. Además del cerro del Campanario, que es la cumbre más alta de este macizo, se nota el cerro de las Yeguas entre el Maule y el río Melado, cuya altura es de 3.657 metros, y el nevado de Longaví, el cual alcanza a 3.181.

#### MACIZO DE CHILLÁN

A este macizo pertenece toda la parte de cordillera incluida entre el Ñuble y el Laja, y se extiende así desde los 36°45' hasta los 37°22', siendo separado de los demás por los portillos de Choreo y de Pichanchén. La parte central se halla ocupada por dos grandes cerros volcánicos llamados el Nevado y el Volcán Viejo,

los cuales se ubican algo al poniente de la línea de vertientes a la cual vienen a reunirse por un crestón de bastante altura que se dirige al sur-sureste. La dirección de la línea de vertientes es la del sistema Chileno y su altura es bastante inferior a la de la parte situada más al poniente. De esta línea se desprenden al sur dos cordones separados por la quebrada de Polcura que se dirigen al sur-suroeste. El primero principia en el punto en que el crestón que une la línea de vertientes con los volcanes de Chillán viene a encontrar esta línea y se extiende entre la laguna del Laja y el río del Polcura. El segundo se desprende del volcán Viejo, forma los cerros Calabozo y Negro, bajando después rápidamente hasta el río Laja donde llega cerca de Tucapel.

La parte noroeste de este macizo no presenta ningún cordón notable; su forma es la de un ancho plano inclinado al oeste y cortado por hondas quebradas en las cuales corren los ríos de Cato, de Chillán, de Larqui y de Diguillín.

La altura de esta parte de la cordillera es muy inferior a las de más al norte, aunque visto a distancia el nevado de Chillán parezca tener una gran elevación, su altitud no alcanza 3.000 metros y es sólo de 2.904; el volcán Viejo es un tanto más bajo así como el cerro Polcura. Los portillos que aíslan este macizo son igualmente muy bajos: el de Choreo llega a 2.000 metros y el de Pichanchén a 2.176.

#### MACIZO DEL ANTUCO

Entre el Laja, el Biobío y el río de Trapatrapa se levanta el pequeño macizo en que esta el volcán Antuco y la sierra Velluda; esta última es la cumbre más alta y debe su nombre a un extenso ventisquero que ocupa la parte noreste y cuyas agujas de hielo aparecen desde lejos como una especie de vello. Este cerro se halla situado bastante al oeste de la línea de vertientes a la cual está reunido por un crestón que va de oeste a este; y es así perpendicular a esta línea cuya dirección es la del sistema Chileno. Los principales cordones se desprenden de la sierra Velluda; el uno que es como la prolongación del crestón de que hemos hablado, se extiende entre el Laja y el río Duqueco; el otro sigue el rumbo sur-suroeste; de éste se desprenden dos ramales, uno dirigido al poniente y que llega hasta la confluencia del Biobío y del río Trapatrapa, el otro sale un tanto al poniente de la cuesta Azul y se dirige al sur; este macizo no presenta más que dos cerros notables: la sierra Velluda, cuya altitud es de 3.472 metros, y el volcán Antuco, que alcanza 2.762.

#### MACIZO DEL LONQUIMAY

El macizo del Lonquimay está formado por la parte de los Andes que ocupa el espacio incluido entre el río de Trapatrapa y el río Malleco, extendiéndose así desde los 37°45' hasta los 38°30'. El rumbo que sigue la línea de vertientes en toda esta parte es el del sistema Colombiano o del nor-noreste al sur-suroeste. Cerca de la extremidad sur y de la base del Lonquimay se desprende un gran cordón que se

extiende al norte y cierra por el poniente la honda quebrada en que corre el alto Biobío. Es de este cordón conocido bajo el nombre de cordillera de Pemehue, que se desprenden todos los ramales que vienen a rematar en el valle longitudinal, y entre los cuales corren los principales afluentes del Biobío.

Las alturas que dominan este macizo son al norte los dos volcanes de Copahue y de Callaqui; este último, notable por sus grandes dimensiones y su ancho cráter, alcanza una altitud de 2.972 metros; al sur se levantan los dos conos del Lonquimay de los cuales el más alto tiene 2.953 metros. La base que sostiene estos volcanes pasa por poco 2.000 metros; la cordillera de Pemehue alcanza en ciertos puntos esta altura y presenta por el lado del poniente una pendiente suave compuesta de largos planos inclinados que vienen a perderse en el llano.

#### MACIZOS DEL LLAIMA Y DEL VILLARRICA

Esta parte de la cordillera es todavía muy poco conocida; vista desde las alturas de Nahuelbuta, presenta dos macizos separados uno de otro por una honda cortadura; el del norte lo domina el volcán Llaima, notable por su altura y la regularidad de su forma; está situado por los 38°45'42" Sur, y su altitud es de 3.011 metros. La base que lo sostiene es de poca altura; se prolonga por el lado del poniente en un cordón que llega hasta los cerros de Quechereguas de donde se extiende hasta la cordillera de la Costa, formando así el límite sur de la hoya hidrográfica que alimenta el Biobío.

En el macizo del sur se notan dos cerros nevados, el volcán Villarrica y el de Quetrupillán, estando este último situado al sureste del primero. La altitud del Villarrica es de 2.837 metros, y la del Quetrupillán de 3.688. Es del Villarrica que se desprende el cordón que forma el límite sur de la hoya del Cautín.

#### MACIZO DE PANGUIPULLI

Este macizo abraza la parte de la cordillera incluida entre el río Toltén y el lago de Maihue. Se notan en él varias cumbres nevadas, y como partes sobresalientes el volcán de Panguipulli y el de Lajara. La línea de vertientes que es bastante irregular sigue en su conjunto el rumbo del sistema chileno; es de poca altura a pesar de notarse en ella algunos crestones nevados.

Por el lado del poniente se desprenden de este macizo numerosos cordones, que afectan la forma de largos planos inclinados hasta el valle longitudinal. Los más extensos encierran el valle que contiene las lagunas de Lajara y de Renihue. Un tercer cordón que se desprende del cerro Mocho, cerro situado un tanto al sur de la laguna de Lajara, se dirige a oeste-suroeste y forma cerca de su extremidad los cerros que dominan por este lado la laguna de Ranco. Finalmente es de este mismo cerro que parte la línea de vertientes que se extiende desde ahí hasta el portillo de Maihue.

MACIZO DEL OSORNO

Es éste el último macizo de la cordillera de Chile cuya estructura ha sido objeto de algunos estudios; comprende toda la parte incluida entre el río Bueno y el río Puelo. La parte culminante forma el cerro del Tronador, poderosa masa de traquita cubierta casi enteramente de nieve y que debe su nombre a los ruidos frecuentes que causan los aludes. Este cerro está situado sobre la línea de vertientes que desde ahí se dirige al nor-noroeste hasta el Tejado, a principios del cual se dirige directamente al norte hasta el portillo de Maihue; y es de esta última parte que se desprenden los cordones que ocupa la vertiente occidental. Uno de ellos, que tiene su origen cerca de la extremidad norte, toma la dirección del sur-suroeste y llega hasta el lago Puyehue; se desprenden de él por el lado del norte varios ramales entre los cuales corren los torrentes que van a echarse en la laguna de Ranco. El último de estos ramales forma la serranía de Golgol, vasto plano inclinado al poniente y cortado por hondas quebradas que forman el cauce de los principales afluentes del río Pilmaiquén.

Otros dos cordones de menos extensión tienen su origen en el mismo cerro del Tejado; uno ocupa el intervalo entre los lagos de Puyehue y de Rupanco; el otro corre directamente al oeste hasta el cerro Puntiajudo, después al sur-suroeste, y viene a rematar en el magnífico cono formado por el volcán de Osorno; finalmente un portillo muy bajo y casi al nivel del llano reúne este cordón con el volcán Calbuco de donde se prolonga hasta el golfo de Reloncaví.

De la parte sur del Tronador se desprenden otros cordones todavía poco conocidos; y uno de ellos forma el alto crestón que se levanta al sur del lago de Todos los Santos. La parte de la cordillera de Chile que se extiende desde el volcán Osorno hasta el estrecho de Magallanes, permanece todavía desconocida. Por el lado del poniente el mar llega hasta su pie y su aspecto es muy escarpado; presenta de trecho en trecho algunas cumbres cubiertas de nieve, separadas unas de otras por hondas depresiones y que deben formar los centros de otros tantos macizos. En frente de la isla de Chiloé, entre los grados 43 y 45, se levantan el Michinmavida, el Corcovado y el Yanteles considerados como volcanes y cuyas altitudes son, respectivamente, 2.440 y 2.285 y 2.050 metros; al este de la península de Taitao se divisa otro cerro nevado cuya altura es todavía desconocida; finalmente por los 50°30' se levanta el monte Stokes que alcanza a 1.947 metros, y cerca del estrecho de Magallanes el monte Burney cuya altitud es de 1.766 metros.

Tierra del Fuego se manifiesta como el último rastro de la cordillera de los Andes; la atraviesa en su parte sur una pequeña cadena de montañas, cuyo rumbo es perpendicular al del sistema colombiano; en ella sobresalen el monte Darwin cuya altura es de 2.130 metros y el monte Sarmiento que alcanza a 2.073.

CORDILLERA DE LA COSTA

La cordillera de la Costa no presenta como la de los Andes una línea continua de cerros; está cortada de trecho en trecho, sea por los valles que desembocan en el

mar, sea por llanos más o menos extensos. Su dirección general es la del sistema Chileno; pero presenta trechos bastante grandes en que esta dirección se refiere a la del sistema colombiano; tal es la parte que corresponde a las provincias de Concepción, Ñuble, Maule y Talca.

Los cerros que forman esta cordillera no tienen el aspecto escarpado de los Andes, sus pendientes son suaves, sus formas redondeadas, y se presentan como largas lomas cuya altura pasa raras veces de 2.000 metros o, bien, forman anchas prominencias suavemente onduladas que van bajando gradualmente en la dirección del mar. Los numerosos trozos que constituyen esta cordillera son casi todos ligados a la de los Andes por cordones transversales y en algunas partes, como sucede en las provincias de Coquimbo y Aconcagua, las dos cordilleras se reúnen en una sola.

La cordillera de la Costa, estando dividida en varios segmentos, la estudiaremos a través de cada uno de ellos comenzando por los del norte.

#### SEGMENTOS DEL DESIERTO DE ATACAMA

La cordillera de la Costa principia en el desierto de Atacama un tanto al norte de Cobija, donde está separada de la meseta boliviana por el valle del río Loa; forma así un primer segmento que llega hasta los 23°10' donde está cortado por una ancha quebrada llamada del Médano.

Al sur de esta quebrada se presenta otro segmento que se levanta rápidamente hasta los cerros de Naguayán, de los cuales nace el cordón que va a rematar en el cerro Gordo. La cumbre baja enseguida gradualmente hasta los 23°44', donde la quebrada de Mateo viene a formar un nuevo tajo. Al sur de esta última quebrada se levanta el morro de Jorgillo, alto promontorio que se avanza en el mar y que se reúne por un pequeño cordón a los cerros de Jara que alcanzan una altura de 1.400 metros. Desde este punto hasta la quebrada de Taltal, la cordillera de la Costa se levanta inmediatamente sobre el mar ofreciendo pendientes muy rápidas y raras ensenadas. Desde el cerro de Jara la línea de vertientes va subiendo gradualmente y alcanza su mayor altura un tanto al norte de Paposo donde está dominado por el cerro de Paranal cuya altitud es de 2.034 metros. Es de este segmento que se desprende a la altura del cerro de Jara el cordón que se dirige al este y se extiende hasta la salitrería llamada Agua Dulce.

Entre Taltal y Chañaral de las ánimas, se levanta otro grupo de cerros que tienen el mismo aspecto y la misma altura mediana que el anterior; pero que no tienen ninguna cumbre sobresaliente, como es la del Paranal; es desde él que se desprende el cordón que forma el límite sur del desierto de Atacama y que comprende los cerros de Cachiyuyo, los cuales se juntan con la cordillera de los Andes por la serranía de Osandón.

En toda esta extensión el desnivel entre la vertiente occidental y la vertiente oriental de la cordillera de la Costa es muy notable; por el lado del mar los cerros son escarpados y de un acceso difícil, mientras que al este presentan pendientes

suaves que se confunden insensiblemente con el llano. La altura mediana de éste, cerca de la cordillera de la Costa está comprendida entre 600 y 1.000 metros y sigue después levantándose gradualmente hasta el pie de la cordillera de los Andes.

A la altura de Chañaral, el llano desaparece y le sucede un ancho plano inclinado que va levantándose gradualmente desde el mar hasta los Andes; es sobre este plano que están situadas las minas de Tres Puntas; su extremidad occidental forma los cerros de la costa que se levantan entre Chañaral y el puerto de Flamenco; al sur está cortado por la quebrada de Paipote que llega hasta la línea de vertientes de los Andes.

Al sur de la alta meseta de Tres Puntas la cordillera de la Costa desaparece sobre una distancia bastante grande, manifestándose únicamente por algunas lomas de poca elevación y que, separadas de trecho en trecho por llanos de arena, presentan el aspecto de un pequeño archipiélago que sigue la dirección de esta cordillera; esta disposición se manifiesta hasta la quebrada del Huasco, al sur de la cual el terreno se levanta de nuevo para formar el segmento de San Juan incluido entre esta quebrada y la de los Choros. Es de la parte más alta de este grupo de cerros que se desprende la línea anticlinal que forma el límite sur de la hoya del Huasco; no la forma ningún cordón sino dos planos inclinados en sentido opuesto y cuya línea de intersección llega hasta los cerros de Agua Amarga.

Por el lado del sur este macizo está dividido en dos cordones por la quebrada de Zapallos, la cual bajando directamente al sur viene a desembocar en la de los Choros. El más occidental de estos cordones produce un pequeño ramal que toma la dirección del oeste y lleva el nombre de loma de los Cristales; es el que forma el límite entre las provincias de Coquimbo y de Atacama.

Los cerros más notables de este grupo son el cerro de San Juan, cuya altitud es de 882 metros, y el cerro de Pajonal que alcanza a 1.985.

#### SEGMENTOS DE LA PARTE MEDIANA

Después de haber bajado gradualmente desde Cobija hasta la quebrada del Huasco, la cordillera de la Costa se levanta de nuevo en las provincias centrales, y su altura supera en algunos puntos los 2.000 metros. Desde el principio se nota el segmento formado por los cerros de la Higuera, del Barco y de Salapora, incluido entre la quebrada de los Choros y la de Coquimbo.

La parte central está ocupada por el cerro de Salapora, del cual se desprenden dos cordones; uno que se extiende al sur un tanto al oeste, sigue la quebrada de Santa Gracia y viene a rematar en el cerro del Brillador cerca de La Serena. El otro, mucho más extenso, se dirige desde el principio al sur-suroeste, forma los cerros del Barco, enseguida los de la Higuera y viene a rematar en el cerro de Juan Soldado al norte de la bahía de Coquimbo.

Los cerros más notables por sus alturas son el de Salapora que alcanza a 1.816 metros, el cerro Blanco sobre el primer cordón que tiene 1.202, el de Juan Soldado 1.266 y el Brillador 1.106.

Al sur de la bahía de Coquimbo y hasta el río Limarí, la cordillera de la Costa se presenta como una expansión del gran cordón que baja de los Andes hasta la cuesta de las Cardas; es en frente de esta cuesta que se levanta la cumbre más alta, el cerro Blanco, y desde ahí los cerros van bajando gradualmente de altura tanto del lado de Coquimbo como del lado del Limarí. Por el lado del este, después de haber formado los cerros de Panulcillo, el cordón que se dirige hacia el Limarí se levanta de repente y forma una especie de cúpula que es llamada cerro de Tamaya. Este cerro, con el cerro Blanco, son los únicos que se hacen notar por sus alturas; el primero tiene 1.278 metros y el segundo 1.302.

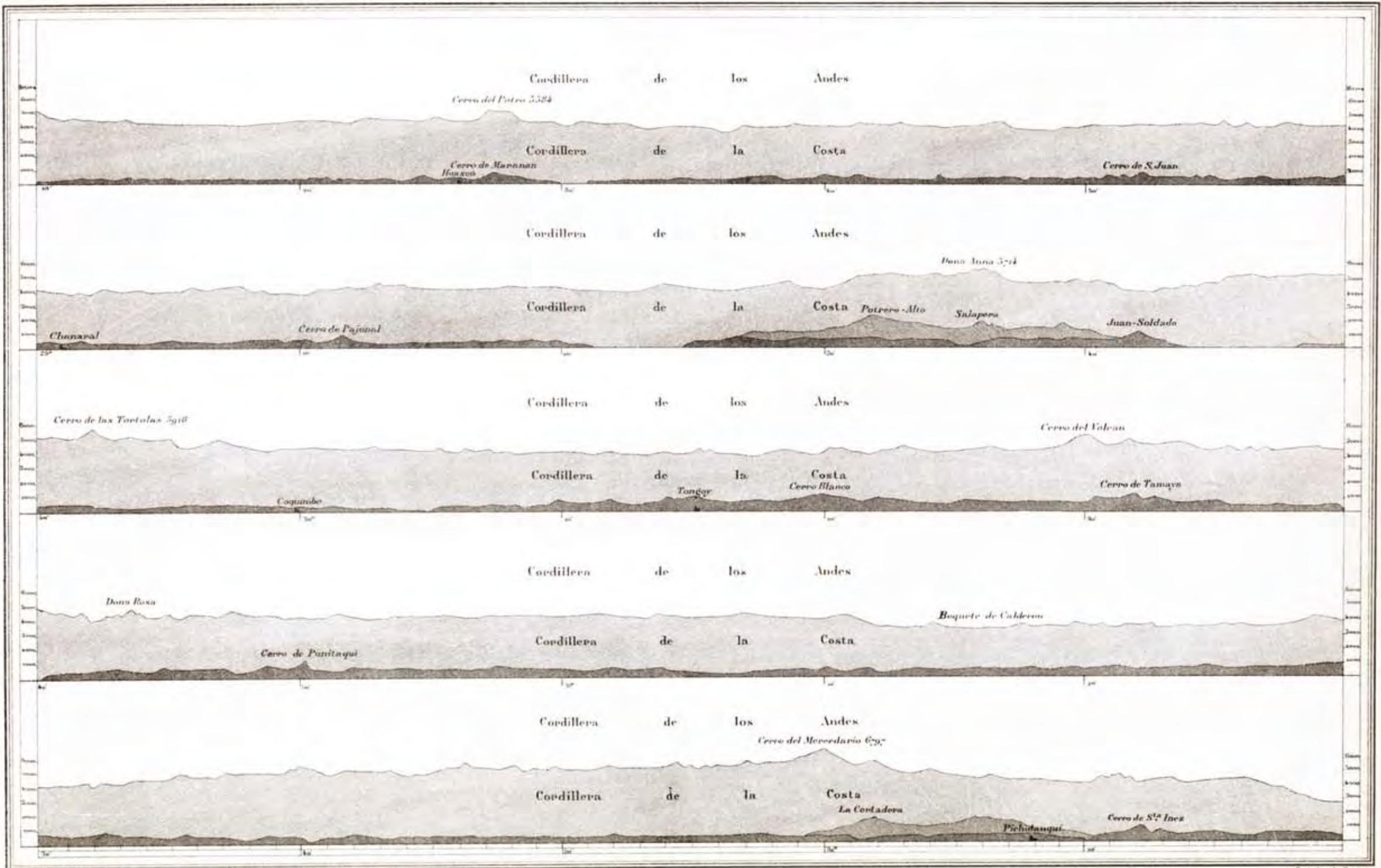
Entre los ríos de Limarí y el de Choapa la cordillera de la Costa ofrece la misma disposición, es también la extremidad de uno de los grandes ramales de los Andes, y la separación que corresponde al valle longitudinal está señalada únicamente por un portillo de bastante altura, es el que corresponde a la cuesta de Pama. Al poniente de esta cuesta se levanta a la altura de 2.068 metros el cerro que lleva el mismo nombre y del cual se desprenden los cordones que constituyen este grupo. Ellos siguen generalmente la dirección de norte a sur y vienen a juntarse con una línea mediana que se extiende desde el cerro de Pama hasta el mar. El más oriental de estos cordones sigue por la parte del poniente el valle de Huatulame y concluye en los cerros de la Laja.

Otro cordón se desprende del cerro Blanco, sigue el mismo rumbo y después de haber formado el cerro de Punitaqui, se extiende hasta cerca del río Limarí. Finalmente, al poniente de este cordón se observa una excelsa meseta inclinada hacia el mar y que lleva el nombre de Altos de Talinay.

Los cordones que se desprenden por el lado sur de la línea transversal son mucho más cortos, uno principia en el cerro de Pama, sigue al poniente la quebrada de los Hornos, toma después la dirección oeste y viene a concluir cerca de Mincha; es éste el más extenso; los otros dos comprendidos entre él y los cerros de la costa, se levantan entre los ríos de Llancahuelo, de Ramadilla, y de la Iglesia.

Un solo cerro se hace notar por su altura, es el cerro de Pama, que alcanza a 2.068 metros, está separado de las últimas ramificaciones de los Andes por el portillo que sirve de paso entre Illapel y Combarbalá, y cuya altura es de 1.844 metros.

Inmediatamente al sur del río Choapa, la cordillera de la Costa se une sin interrupción con la de los Andes; todo el espacio incluido entre la línea de vertientes y el mar no presenta más que una vasta aglomeración de cerros cuya altura va aminorando gradualmente a medida que se acercan al mar. Con todo, la depresión que corresponde al valle longitudinal se hace notar por algunos boquetes como es el de la cuesta de Tilama, que sirve de división a dos largas quebradas, al poniente de las cuales se levanta la serranía llamada Cortadera y que representa la prolongación de la cordillera de la Costa. Otra línea de cerros paralela a ésta se extiende desde el río de Camisas hasta Petorca y se halla separada de la cordillera de los Andes por el portillo del Pedernal, es de esta última serranía que se desprenden los cordones que se dirigen al poniente y que son en número de tres: el del norte principia en la cuesta del Pedernal; pasa al norte de Pupio, por la cuesta de las Vacas,



Perfil de la cordillera de los Andes desde el grado 24 hasta el grado 42

Este perfil está a la misma escala que el mapa topográfico y geológico de Chile; es la de  $\frac{1}{250,000}$  que corresponde a 4 milímetros por 1.000 metros. Se ha conservado en él la relación exacta de las alturas con la distancias; y para dar a conocer más exactamente la posición de los cerros, se han indicado las latitudes correspondientes. La altitud de los puntos más notables está además indicada en metros enseguida del nombre. Se ha figurado también por un tinte más oscuro las diferentes serranías que componen la cordillera de la Costa; en fin, para completar estos datos, se ha figurado dos secciones transversales de Chile, la una desde el cerro de Aconcagua hasta la costa y la otra desde el volcán de Chillán hasta la bahía de Talcahuano: estas secciones son a la escala de  $\frac{1}{400,000}$ .

y vienen a rematar en los cerros de Millaguas y de Cazuto. El cordón del medio separado de éste por el río de Quilimarí, tiene su nacimiento en la Cortadera y se extiende entre este río y el de Conchalí; finalmente, el tercer cordón se desprende de la misma serranía extendiéndose entre los ríos de Conchalí y de Longotoma y viene a concluir en la costa por el cerro de Santa Inés.

La serranía de la Cortadera es la parte más alta de las que pueden considerarse como pertenecientes a la cordillera de la Costa; su altitud es de 1.861 metros; el cerro de Santa Inés alcanza a 873 y la cuesta de las Vacas a 988.

Entre los valles de La Ligua y de Aconcagua se levanta un grupo de cerros apartado de la cordillera de los Andes por el boquete de la Jarilla y el valle de Putaendo. Este grupo que debe considerarse como una parte de la cordillera de la Costa, se compone de dos pequeñas cadenas cuyo rumbo es el de norte a sur; la más oriental conocida bajo el nombre de Altos de Putaendo, comprende el cerro del Tajo, la cuesta de los Ángeles y el cerro del Potrero Alto.

La serranía occidental, que lleva el nombre de Altos de Catemu, está ligada a la primera por un boquete llamado el Sauce y está formada por los cerros de Curichilonco, del Cobre y de Catemu, extendiéndose así desde el río de La Ligua hasta el de Quillota; esta serranía muy fragosa presenta por el poniente pendientes muy rápidas que bajan al valle de Purutún; de su extremidad norte se desprende un cordón que se hace notar por un cerro puntiagudo, el cerro de la Horqueta, y baja después rápidamente hasta la cuesta del Blanquillo, para unirse con las lomas que se extienden hasta el mar y forman los cerros de Catapilco, de Puchuncaví y de Colmo.

Los cerros notables de este segmento son el cerro del Potrero Alto cuya altitud es de 1.970 metros; el cerro del Tajo 2.315 y el cerro de Curichilonco 2.212. La parte más baja de la cadena oriental, que corresponde a la cuesta de los Ángeles alcanza todavía una altura de 1.382 metros.

Entre los ríos de Aconcagua y de Maipo se levanta la cadena formada por los cerros del Roble, del Colliguay, de la Petarra, de Prado y de Chiñihue. Es de esta cadena cuya altura va aminorando gradualmente de norte a sur, que se desprenden los cordones que vienen a formar las serranías de la costa. Su dirección es de norte a sur y su estructura bastante complicada. De la parte norte que corresponde al cerro del Roble se desprende un alto cordón que forma el cerro de la Campana y baja enseguida al boquete de San Pedro, de donde se levanta de nuevo para formar el cerro de Tabolango.

Otro cordón mucho más extenso y no menos alto se desprende del cerro de la Vizcacha, parte norte de los Altos de Colliguay, y forma el cerro de la Chapa, alta serranía que se dirige al poniente y de la cual parten dos ramales; el uno que corre al poniente forma los cerros de Marga Marga, de Limache y de Quilpué; el otro lo forman los cerros de Tapihue, de la Vinilla, de la Palmilla, de la Palma, de Puangue y de San Diego, donde viene a alcanzar el río Maipo: su dirección es la de sur-suroeste; un pequeño ramal se desprende de él a la altura de Tapihue; es el que forma los cerros de Lo Vásquez, de Orozco, de la Palmas y viene a rematar en las lomas de Valparaíso; otros se desprenden igualmente de los cerros de la Palmilla y

de las Palmas y son ellos los que forman las lomas inclinadas que se presentan entre el estero de Casablanca y el de Cartagena, mientras la extremidad de este gran cordón forma las lomas de San Antonio. Finalmente, del cerro de la Petaca parte el último cordón que forma los cerros de Prado, de Mallarauco y de Chiñihue, y viene a rematar en frente de Melipilla.

En esta parte de la cordillera de la Costa se cuenta un número considerable de cerros notables por sus alturas. El que sobresale es el cerro del Roble, cuya altitud es de 2.210 metros; vienen enseguida el cerro de la Vizcacha, que llega 1.981, el cerro de Colliguay 2.028 y el cerro de la Petaca 1.855. Sobre el cordón del norte el cerro de la Chapa alcanza a 1.981 y la Campana de Quillota 1.842.

Los cerros que pertenecen al cordón del medio son más bajos; el cerro de la Vinilla tiene sólo 1.633 metros, el de la Palmilla 1.215, y el cerro de San Diego que forma la extremidad de este cordón tiene sólo 526 metros.

Los boquetes que de trecho en trecho cortan estas serranías van aminorando de altura de norte a sur. El más alto es el de Alvarado, que comunica el valle de Quillota con el de Limache, tiene 1.529 metros; el de la Dormida, que pone en comunicación el valle longitudinal con el de Limache, alcanza 1.514 metros, y el de Pichiculén, 1.407. Más al sur se halla la cuesta de Lo Prado, que llega a 749 y sobre el cordón del medio la cuesta Zapata, que tiene 620 metros de altura.

Al sur del río Maipo los diferentes segmentos que forman la cordillera de la Costa se apartan más y más del pie de los Andes, dejando en el intervalo los llanos que forman el valle longitudinal cuya extremidad norte corresponde a la hacienda de Batuco. Desde el principio este valle está cortado por algunas angosturas como la de Paine y la de los Barriales; pero al sur de este último se extiende sin interrupción hasta el seno de Reloncaví; y la cordillera de la Costa forma una línea perfectamente distinta de la de los Andes. El primero de estos segmentos lo forman los cerros de Aculeo y de Alhué; una angostura muy estrecha lo separa de los últimos estribos de los Andes y los cerros que lo forman alcanzan todavía una altitud considerable. Su dirección es la del sistema Chileno y en su extremidad norte presenta un alto crestón dirigido de este a oeste formado por los cerros Águila y de Aculeo y viene a rematar en el cerro llamado Horcón de Piedra. Es de este último cerro que se desprenden los principales cordones que se dirigen unos al sur, otros al poniente. El del norte se dirige casi al poniente y viene a perderse en las lomas de Bucalemu, después de haber formado las altas serranías de Popeta y de Tantehue. El otro cordón más pequeño se dirige hacia el valle de Alhué donde viene a rematar.

De la extremidad sur de este segmento se desprende otro cordón formado por los cerros de Doñihue, de Cocalán, de Coltauco y de Peumo, y se prolonga hasta Llallauquén. El punto más alto de este pequeño segmento es el cerro del Horcón de Piedra cuya altitud es de 2.221 metros; es el último que presenta una altura superior a 2.000 metros; los que siguen al sur están muy lejos de alcanzar este nivel y raras veces superan los 1.200 metros.

El segmento incluido entre el río Rapel y el río Mataquito es uno de los más bajos; el cerro del Quiriñeo que es el de más altura alcanza sólo 830 metros; por

demás, la estructura de este segmento es muy irregular: se compone de un número considerable de cordones cuyas direcciones cambian muy a menudo. Con todo, se nota que el rumbo N. N. O.-S. S. E., es el que predomina. El más extenso de estos cordones se desprende del cerro del Quiriñeo y se dirige desde el principio al nor-noroeste, formando los cerros de la Punta, de Pumanque y de las Garzas y se prolonga hasta la punta de Topocalma.

Otro cordón que se desprende del mismo cerro corre primero al sur-suroeste, hasta llegar en frente de la hacienda de la Huerta, donde cambia de dirección para tomar la del nor-noroeste. Este cordón está formado por los cerros de Caune, de la Huerta, de Patacón, de San Pedro de Alcántara, de Paredones y de Bucalemu. Finalmente, un pequeño ramal se desprende de este cordón, y siguiendo la dirección del río Mataquito forma los cerros de Vichuquén.

A este segmento pertenece también un pequeño grupo de cerros que se levanta entre el Tinguiririca y el Cachapoal, es el que comprende los cerros de Tambo, de San Pedro y de Taguatagua.

La parte de la cordillera de la Costa que se extiende desde el Mataquito hasta el Maule tiene una estructura menos complicada; el eje está formado por una pequeña cadena de cerros que se extiende desde Colin hasta Talca y cuya dirección es la del sistema Colombiano. Es de este eje que se desprenden los cordones que se dirigen a la costa. El de más al norte se inicia en la hacienda de las Nipas y se divide luego en varios ramales, uno de ellos forma los cerros de Curepto; otro más extenso forma primero los cerros de Abarca y de Libun; después él toma la dirección del poniente, siguiendo así el curso del río Maule y tomando finalmente la del nor-noroeste, viene a rematar en los cerros de Quivolgo y de Putú.

Es sobre la cadena que forma el eje de este pequeño grupo que se hallan los cerros más altos, pero muy bajos en comparación a los que se hallan más al norte; el más notable es el de Quepo, cuya altitud es sólo 582 metros.

El siguiente que ocupa entre el Maule y el Itata, sigue el mismo rumbo que el anterior y presenta dos líneas de cerros paralelos: una que continúa sin interrupción entre los dos ríos, la otra que se manifiesta por una fila de cerros aislados y de bastante altura; es la más oriental de las dos líneas y la componen los cerros de Gupo, de Name, de Cuiquén, de Portezuelo y de Cuchacucha. La otra línea forma como la orilla de un plano inclinado hacia al mar. Por el lado del poniente este plano está cortado por hondas quebradas que alimentan los esteros de esta parte de la costa. Al este se desprenden de él algunos pequeños cordones que lo unen con la línea oriental, uno de éstos corresponde a la parte norte juntando al cerro de Gupo con el ramal que se prolonga hasta Constitución. El otro situado entre la villa de Cauquenes y Quirihue se junta con el cerro de Cuiquén y se manifiesta al poniente por la loma que viene a rematar cerca de Cobquecura.

Ninguno de los cerros de este grupo alcanza una altura de 1.000 metros; los más notables son el cerro de Gupo que llega a 857 metros, el de Name a 903 y el de Cuiquén a 916.

Al sur del Itata y hasta el Biobío la parte que representa la cordillera de la Costa tiene más bien la forma de una ancha prominencia que la de una cadena de

montañas. Por el lado oriental se nota lo mismo que en el segmento anterior, una fila de cerros aislados que sigue la dirección del sistema colombiano; son los cerros de Cayumanque, de Queime, de Proboque y de Toca.

Del pie del Cayumanque sale por el lado del poniente, una línea anticlinal que viene a pasar un tanto al sur de Coelemu donde forma los cerros de la Leonera y se extiende hasta la boca del Itata. Otra línea semejante se desprende del cerro de Queime y corre en la dirección oeste-noroeste hasta rematar en el cerro de Neuquén cerca del puerto de Tomé; y de este último cerro se desprende un pequeño ramal que llega hasta el puerto de Dichato. Finalmente, una tercera línea anticlinal parte del lado sur del cerro de Queime, forma los cerros de Hualqui y se extiende hasta los de Chiguayante cerca de Concepción. Tales son las tres líneas salientes donde vienen a tomar su origen las numerosas y hondas quebradas que cortan en todo sentido esta ancha prominencia. La parte más alta se halla situada al naciente de donde baja gradualmente hasta el mar los cerros más altos son el de Cayumanque que llega a 676 metros; el de Queime que tiene 685, y el de Neuquén que, aunque muy cercano al mar, tiene todavía 553 metros, mientras el de Toca situado sobre la orilla oriental tiene sólo 195.

Al sur del Biobío, la cordillera de la Costa alcanza una altura mucho mayor que la que presenta en la parte incluida entre el río Rapel y el último segmento que acabamos de describir. Esta región, conocida bajo el nombre de cordillera de Nahuelbuta, ocupa el intervalo incluido entre el río Cautín y el Biobío. El terreno va levantándose gradualmente desde las orillas de este último río hasta el punto llamado Pichi-Nahuelbuta, donde alcanza la altitud de 1.440 metros, baja enseguida al sur de este cerro y llega por pendientes muy suaves hasta la ribera del Cautín.

Una línea que principia en frente del Hualqui y sigue después por las alturas de Colcura, el cerro de Piedra y el gran Nahuelbuta forman el eje de este macizo y lleva el rumbo del sistema colombiano. Es de esta línea que se desprenden tanto al oriente como al poniente los numerosos cordones que constituyen este macizo; los del poniente son en número de tres: el uno nace en las alturas de Colcura y viene a rematar en el cerro de Villagrán. Los otros dos se desprenden del gran Nahuelbuta; el uno se extiende entre el río Carampangue y el Lebu: el otro nace en la parte sur, pasa cerca de Tucapel y de Cañete y llega hasta el río Paicaví.

Por el lado oriental se nota el cordón que se desprende del Pichi-Nahuelbuta y se extiende desde ahí hasta cerca de Nacimiento entre el río Vergara y el Tabolebu y el que forma la línea de vertientes entre los afluentes del Malloco y del Cautín.

Los cuatro segmentos que se encuentran al sur del Cautín no presentan sino cerros de poca elevación o mesetas extendidas cortadas por numerosas quebradas. El más notable es el que ocupa el espacio incluido entre el río Valdivia y el río Bueno. Está formado por la expansión de un ramal que se desprende de la cordillera de los Andes entre los lagos Riñihue y Ranco y que se dirige al suroeste, pasando por Huitres, Dalipulli, la Unión y Trumao; desde este último punto toma la dirección del norte y viene a formar los cerros de Chayguin y de Corral. Cerca de Dallipulli se desprende de éste un pequeño ramal al cual pertenecen los cerros de la Tregua y de Quinchilca.

Al sur del río Bueno se observan todavía algunas lomas de bastante altura; son las que ocupan el espacio entre la costa y el río Negro y a las cuales pertenecen los cerros de Pargas; después el terreno baja gradualmente y la cordillera de la Costa se hunde en el mar dejando sólo aparecer de trecho en trecho algunas de sus cumbres más elevadas; éstas son las que forman la larga fila de islas que se suceden sin interrupción desde Chiloé hasta la Tierra del Fuego, dejando entre sí y el continente los largos y estrechos canales que son como la continuación del llano longitudinal. En una sola parte, en la península de Tres Montes, estos vestigios de la cordillera de la Costa se juntan con el continente por un istmo muy bajo y muy estrecho. El rumbo que sigue esta línea de islas es el mismo que el de la parte norte de la cordillera de la Costa, el del sistema Chileno; es también la dirección según la cual estas islas ofrecen su mayor extensión, y sólo al llegar a Tierra del Fuego se ve la pequeña cadena que encierra los cerros Sarmiento y Darwin seguir otra dirección; como si este cambio de dirección señalase el límite de las tierras australes.

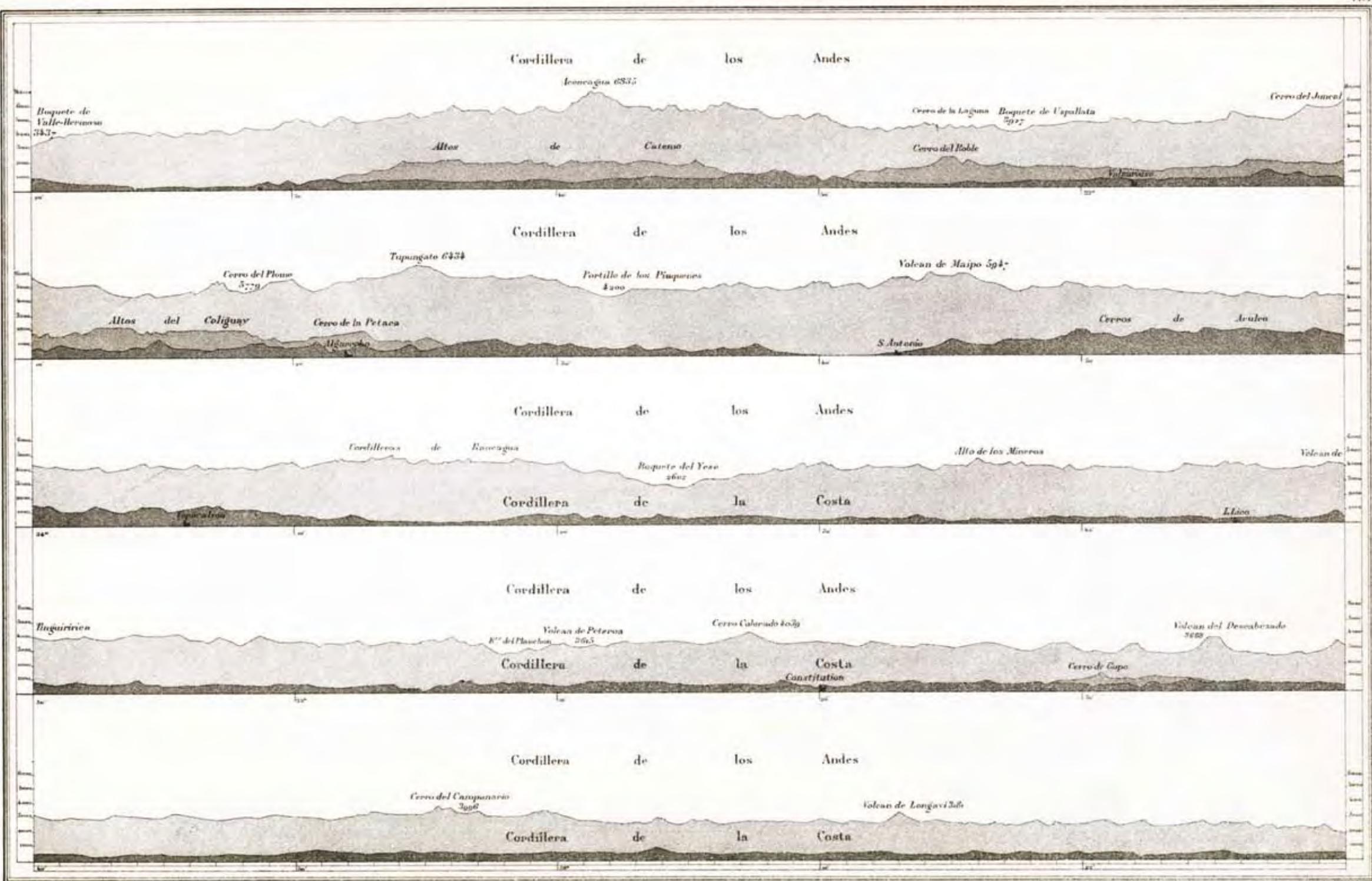
#### VALLE LONGITUDINAL

Una de las circunstancias más notables de la orografía de Chile es la existencia de este largo valle que sigue el pie de la cordillera de los Andes y se extiende sin interrupción desde el grado 33 hasta los 42. Es como una inmensa grieta cuyos vestigios empiezan a notarse desde el desierto de Atacama, pero sólo en la provincia de Santiago es donde comienza a tomar la forma de un llano cuya anchura aumenta más y más a medida que se extiende al sur. Cerca de su origen este llano está cortado de trecho en trecho por algunos ramales de la cordillera formando así los llanos de Santiago y de Rancagua, los cuales comunican unos con otros por la angostura de Paine. Estos llanos tienen una inclinación muy pronunciada de este a oeste; la altitud de Santiago situado al pie de los Andes, es de 569 metros; mientras Pudahuel, que está situado cerca de la base oriental de la cordillera de la Costa, es sólo de 357. Lo mismo se observa en el llano de Rancagua, siendo la altitud de la parte oriental 512 metros y de la parte occidental 346. Al sur del río Cachapoal, una inclinación de norte a sur empieza a manifestarse en toda la extensión de este llano; así es que la altitud de Rengo que corresponde al lado oriental es de 285 metros; la de Curicó 228, la de Chillán 214. Bajo el paralelo de los Ángeles esta altura es de 170 metros; finalmente, cerca de su extremidad sur, en las provincias de Valdivia y de Llanquihue este llano no alcanza a más que una altura de 60 metros sobre el nivel del mar; es, pues, una diferencia de nivel de más de 500 metros entre Santiago y la parte sur; pero este declive se halla repartido sobre una extensión de más de 400 kilómetros, así es que parece casi insensible, basta a menudo de una pequeña ondulación del terreno para ocultarlo, y es lo que se nota en algunos ríos que corren en sentido opuesto, como se nota por el Loncomilla y el Vergara. Estas ondulaciones corresponden siempre a la prolongación de algunos ramales de los Andes y son los que forman los límites de las hoyas hidrográficas.

En la parte mediana de este gran llano y sobre toda su longitud, se observan de trecho en trecho, cerros aislados que recuerdan por su disposición las islas de la parte austral; están dispuestos sobre una línea paralela al sistema Chileno y casi todos de origen volcánico. Uno de los más notables es el cerro de Gualeguaico situado cerca de las orillas del río Malloco. Un tanto más al norte se levanta el cerro de Cochenta, cuya altitud es de 445 metros; viene enseguida el cerro del Guanaco situado al norte de los Ángeles, cuya cumbre alcanza 360 metros; queda después un trecho bastante grande en el cual no se nota ninguna eminencia importante; corresponde a la parte incluida entre el Laja y el río Putagán al norte del cual se levanta el cerro de Quilipín, cuya altitud es de 352; más al norte estos cerros se suceden con más frecuencia. En la provincia de Talca el cerro de Huencuecho se levanta a 649 metros; en la provincia de Curicó se nota el pequeño cerro de Labbé, en la de Colchagua, el Pan de Azúcar, cerca de los Barriales, cuya altitud es de 697 metros. En la provincia de Santiago se encuentra Pan de Azúcar, en la hacienda de la Compañía los cerros de la Calera de Tango y de Renca cuyas altitudes son sucesivamente 587, 1.102, 912 y 889 metros.

Al norte del cordón de Chacabuco el valle longitudinal se manifiesta todavía por algunos llanos como los de San Felipe y del Sobrante; éstos desaparecen en todo el espacio incluido entre el río Choapa y el de Coquimbo; pero al norte de este último aparecen las altas llanuras de Arqueros, las cuales se prolongan hasta el Huasco y Chañarcillo por la parte llamada La Travesía; finalmente, las extensas llanuras del desierto de Atacama ocupan la misma posición entre la cordillera de los Andes y la de la Costa. Hasta en las partes en que parece interrumpida, esta gran depresión paralela al eje de los Andes se manifiesta por estrechas quebradas y boquetes que hemos indicado al describir los cordones de los Andes que vienen a unirse con la cordillera de la Costa; de modo que puede considerarse como prolongándose sin interrupción desde la meseta boliviana hasta la ensenada de Reloncaví; lo que corresponde a un espacio de 2.200 kilómetros; pero no es esto toda su extensión, pues se la ve continuar al sur de los 42 grados por los canales de los Chonos y de Messier, y llegar así hasta el estrecho de Magallanes, formando uno de los rasgos más largos que se notan en la estructura de la Tierra.

Al fin de hacer más manifiesta la estructura de la cordillera de los Andes y la de la Costa, se ha representado en las láminas II, III, IV, V, VI, y VII, el perfil de estas dos cordilleras.



Gracia y San L. W. de la E. de la E. de la E.

Donato S. de la E. de la E.

Perfil de la cordillera de los Andes desde el grado 24 hasta el grado 42

Este perfil está a la misma escala que el mapa topográfico y geológico de Chile; es la de  $\frac{1}{250,000}$  que corresponde a 4 milímetros por 1.000 metros. Se ha conservado en él la relación exacta de las alturas con la distancias; y para dar a conocer más exactamente la posición de los cerros, se han indicado las latitudes correspondientes. La altitud de los puntos más notables está además indicada en metros enseguida del nombre. Se ha figurado también por un tinte más oscuro las diferentes serranías que componen la cordillera de la Costa; en fin, para completar estos datos, se ha figurado dos secciones transversales de Chile, la una desde el cerro de Aconcagua hasta la costa y la otra desde el volcán de Chillán hasta la bahía de Talcahuano: estas secciones son a la escala de  $\frac{1}{400,000}$ .



## GEOLOGÍA

Las primeras cuestiones que se presentan después de haber estudiado el suelo de Chile en sus formas exteriores, son las que se refieren a su estructura interior. Estas cuestiones se ofrecen por sí mismas cuando se tiende la vista sobre la masa imponente de la cordillera de los Andes. El observador se pregunta qué materiales son los que la constituyen y por qué causas se han podido formar esos altos picos y se han cavado esas hondas quebradas. Desde este punto de vista, ningún país ofrece, como Chile, un estudio de tanto interés, pues a cada paso se presentan nuevos asuntos para meditar. Aquí son los volcanes de los Andes que aparecen como la última manifestación de esas fuerzas interiores que tan a menudo han cambiado la configuración del suelo: allá, numerosos bancos de piedra que encierran multitud de mariscos y que después de haberse depositado lentamente en el fondo del mar, aparecen hoy día sobre las cumbres más altas de la cordillera. Más allá son poderosos depósitos de minerales en los cuales se han ido a juntar casi todos los metales conocidos.

Como no cabe en el plan de esta obra el tratar por separado cada una de estas numerosas cuestiones, tendremos que limitarnos a las más esenciales y particularmente a las que se refieren a la composición y edad relativa de las grandes formaciones geológicas.

Así, pues, las rocas estratificadas formarán la primera parte de este estudio: el orden con que están sobrepuestas, unas sobre otras, nos indicará cuál es su edad relativa, mientras que sus situaciones sobre la superficie de Chile nos darán una idea de la configuración y de los límites de esas tierras antiguas. Apoyados, después, sobre estos datos, hallaremos en las relaciones de estos estratos con las rocas plutónicas los medios de fijar las épocas a que corresponde cada una de estas últimas: así podremos recorrer toda la serie de sus modificaciones, desde las más antiguas hasta las que son producidas por los volcanes actuales. El estudio de estos volcanes y de las materias que forman sus emanaciones nos conducirá al origen de las aguas termales y de los depósitos minerales. Finalmente, el último capítulo estará dedicado al estudio de las grandes dislocaciones que han contribuido sucesivamente a producir la configuración actual del suelo de Chile. Para facilitar la

inteligencia de esta segunda parte, he reunido en la nota N° 3 los principios más elementales de la Geología.

## FORMACIONES ESTRATIFICADAS

(PL. X)

Si al dejar las costas de Chile se camina directamente hacia la cordillera de los Andes, se nota desde el principio una gran formación de esquisto cristalizado que ocupa, la más de las veces, toda la anchura de la cordillera de la Costa. Los estratos de estos esquistos descansan sobre una formación de rocas graníticas que aparece al este de la cordillera de la Costa, y después de haber recorrido el espacio ocupado por estos granitos, se encuentran de nuevo las rocas estratificadas, pero distintas de las primeras y compuestas de areniscas, de jaspes y de esquisto arcilloso, ofreciendo a menudo un color negro, debido a una pequeña cantidad de carbón. Esta última formación, que se manifiesta en algunos cerros situados al este de la cordillera de la Costa, no tarda en desaparecer debajo de una poderosa capa de terreno de acarreo que se extiende sobre toda la superficie del valle longitudinal y aparece de nuevo en los primeros estribos de la cordillera de los Andes, desde donde se extiende a veces muy al interior de esta cordillera, ocupando la parte inferior de las quebradas. Si desde el fondo de estas quebradas se sube entonces hasta la cumbre de los cordones que se desprenden de la línea anticlinal, se superponen a esta formación otros estratos compuestos de rocas conglomeradas y de una arenisca rojiza. Finalmente, caminando sobre este mismo cordón hasta la línea de vertientes de los Andes, se ven desaparecer estas areniscas bajo otros estratos formados de arcilla que presentan alternativamente tintes rojizos o verduscos y entre los cuales aparecen, de trecho en trecho, poderosos bancos de yeso; finalmente, estas arcillas desaparecen bajo otros estratos formados de margas, de arenisca caliza y de una poderosa capa de caliza compacta que forma la más de las veces las cumbres más altas de los Andes.

Tal es el orden en que se superponen unas a otras las rocas estratificadas de Chile; pero no siempre se encuentran así todas reunidas sobre una misma línea, pues están a menudo separadas unas de otras por grandes formaciones plutónicas: unas veces son los estratos superiores los que faltan; otras los inferiores como puede observarse cerca de Chañarcillo, donde se ven los estratos calcáreos descansar inmediatamente sobre los esquistos cristalizados; otras, finalmente, son los estratos medianos los que faltan. Así, algunos términos de esta serie pueden faltar, pero no se cambia nunca el orden en que se suceden unos a otros. Nunca se ven, por ejemplo, las areniscas rojas debajo de los esquistos carboníferos, ni descansar tampoco sobre los estratos calcáreos.

A las formaciones que acabamos de indicar, se deben todavía añadir otras dos, que sólo aparecen de trecho en trecho, ya sea en el gran llano longitudinal, ya en la costa donde forman varias ensenadas en medio de las rocas cristalizadas. Una de estas formaciones se compone de areniscas, de arcilla con bancos de lignito y de terreno de acarreo: la otra consta de unas areniscas muy blandas o de bancos

de arena con conchas petrificadas. Los estratos de estas formaciones son muy poco inclinados y los de la costa se encuentran varias veces a una altura de más de cien metros; asimismo, los del llano longitudinal no se encuentran nunca más allá del pie de los Andes.

Tales son, en su conjunto, las formaciones estratificadas de Chile. Corresponden a siete divisiones que, por orden de antigüedad son: la de los esquistos cristalizados, la de los esquistos carboníferos, la de la arenisca roja, la de las arcillas con bancos de yeso, la gran formación de calizas, las arcillas con lignito, y finalmente las arenas con bancos de conchas. Éstas son las siete formaciones que vamos a estudiar sucesivamente.

### ESQUISTOS CRISTALIZADOS

La formación de los esquistos cristalizados abraza todas las rocas conocidas bajo los nombres de gneiss, esquistos micáceo, esquistos lustrosos, pizarra, cuarcita y pederal.

En las localidades donde se hallan reunidas estas diferentes rocas, se nota que el gneiss ocupa siempre la parte más baja, siendo, pues, el que forma los estratos más antiguos. La composición y el aspecto de esta roca son casi iguales en toda la extensión de Chile. El cuarzo y el feldespato se hallan dispuestos en pequeñas capas separadas entre sí por otras capas de mica de un color moreno más o menos oscuro y rara vez de un tinte verdoso. Fuera de estas tres especies minerales, el gneiss de Chile no contiene casi ninguna otra más; el granate, tan abundante en los gneiss de la costa oriental de América, falta absolutamente en los de Chile. En la bahía de Corral y otros puntos de la costa del sur, se encuentra una variedad muy notable de esta roca; se compone de mica de un verde claro y el feldespato y el cuarzo no forman capas distintas, sino especies de núcleos diseminados en la mica.

Las pequeñas capas de feldespato y de mica que constituyen el gneiss están en ciertas localidades muy contorneadas y dobladas, de lo cual se induce que esta roca debía tener, en su origen, una cierta blandura y que ha debido experimentar fuertes presiones laterales.

En la costa de Chile, sobre todo, es donde aparecen las rocas de gneiss, presentándose de trecho en trecho desde el desembocadura del río Bueno hasta el puerto de Caldera. También se encuentran en algunas de las grandes quebradas de la cordillera de los Andes, tales como las del río Rapel, en la provincia de Coquimbo y la del Huasco al este de la Junta. Estos gneiss son los que ofrecen una variedad más notable, porque parece que establecen una transición entre el granito y el gneiss; las especies minerales que los constituyen no están dispuestas por capas alternativas: el cuarzo y el feldespato forman en ellos pequeños núcleos alargados y rodeados por capas muy delgadas de mica. A veces estas capas dejan de ser continuas y los núcleos son sustituidos por gruesos cristales de feldespato, de modo que esta roca se cambia en un verdadero granito muy parecido a los granitos porfiroideos de la costa.

El esquisto micáceo se encuentra, sobre todo, en la parte sur de Chile, donde aparece a lo largo de la costa, desde el río Maule hasta la provincia de Llanquihue. Esta roca presenta muy a menudo la estructura del gneiss y difiere sólo de él por la falta de feldespato, siendo el cuarzo sólo el que forma las pequeñas capas que alternan con las de mica. Presenta muy a menudo la estructura que hemos indicado en los gneiss de Corral, pero la mica predomina y el cuarzo forma pequeños núcleos diseminados.

Además de las especies constituyentes, contiene el esquisto micáceo algunos minerales accidentales, pero son bastante raros, notándose entre ellos varios granates y la anfíbola tremolita. Los puntos donde tiene esta roca su mayor extensión, son la vasta meseta que se extiende entre el río Bueno y el río Valdivia, y la parte occidental de la cordillera de la Costa desde el río Maule hasta el Mataquito. Se encuentran también en la provincia de Atacama, en la parte superior de la quebrada del Huasco, donde forma como una especie de isla en medio de la arenisca roja.

Los esquistas lustrosos no parecen ser más que una modificación de los micáceos: se les ve a menudo alternar con éstos, tanto en la provincia de Valdivia como en la de Talca, pero como acaban siempre por presentarse solos en la parte superior de esta serie, se las debe considerar como una nueva formación que se ha sustituido gradualmente al esquisto micáceo. Estos esquistos varían mucho de aspecto y color, siendo las más de las veces de un gris claro y en algunas partes casi negros, como los de Cobquecura y de Tomé, los cuales deben este color a una pequeña cantidad de grafito que se halla mezclada con la mica; en fin, las hay también de un tinte rojo o amarillo, debido a un principio de descomposición de la mica, cuyo hierro pasa al estado de peróxido. El cuarzo se encuentra frecuentemente en estos esquistos, sobre todo en los estratos inferiores, donde forma masas muy voluminosas de forma lenticular o numerosas vetas y va disminuyendo gradualmente en los estratos superiores. Otra especie mineral que acompaña frecuentemente a estas rocas es la andalucita, la cual se presenta a veces en cristales bastante grandes, como se ve en la cordillera de Nahuelbuta y en el río Cruces; otras veces se presenta en cristales muy pequeños, que dan a estos esquistos un aspecto granado.

Las cuarcitas alternan casi siempre con los esquistos lustrosos; son a veces de estructura compacta, formando estratos muy gruesos y casi siempre de un color oscuro, otras están constituidas por la reunión de pequeños cristales que les dan el aspecto de una arenisca: en este caso contienen casi siempre una pequeña cantidad de mica y presentan una estructura hojaldrada. Esta última variedad, que es la que ocupa la parte inferior de la formación, desaparece en la parte media dejando el puesto a las cuarcitas compactas y éstas, a su vez, ceden el lugar a las areniscas.

En algunos parajes de la costa, como en Cobquecura y en Curanipe, no existen las cuarcitas, pero ocupa su lugar una roca compuesta de feldespato compacto, de estructura esquistosa. Esta roca, bien estratificada, aparece sólo en la parte inferior de los esquistos lustrosos, pero en la parte media aparecen de nuevo las cuarcitas.

Tales son las principales rocas de que se compone la formación de los esquistos cristalizados de Chile. El orden en que están sobrepuestas unas sobre otras es el siguiente: en la parte inferior el gneiss, después el esquisto micáceo, el esquisto lustroso, las cuarcitas y el petrosilex. Veamos cuál es su repartición sobre la super-

ficie de Chile. Dejando a un lado algunas ensenadas donde aparece la formación de lignito o la de las areniscas, se ve que toda la parte occidental de la cordillera de la Costa, desde el río Maullín hasta el puerto de Caldera, pertenece a la formación de los esquistos cristalizados. En las provincias de Llanquihue, de Valdivia y de Arauco esta formación llega hasta el valle longitudinal y constituye sola o asociada al granito, toda la parte de la cordillera de la Costa que corresponde a estas provincias. Esta faja de rocas cristalizadas va disminuyendo de anchura a medida que se avanza al norte: en las provincias de Concepción, de Maule y de Talca está limitada a la falda occidental de esta cordillera. Finalmente, en la provincia de Colchagua, desaparece bajo la formación de lignito en todo el espacio incluido entre los ríos Rapel y Maipo. Esta misma formación aparece nuevamente en las provincias de Santiago y de Valparaíso, donde ocupa la parte comprendida entre el Maipo y el Aconcagua, extendiéndose al oriente hasta las serranías de Santa Cruz, de Prado y de Carén.

Después de una segunda interrupción que corresponde a los llanos de Quintero y de Puchuncaví, los esquistos cristalizados vuelven a presentarse en Catapilco, en La Ligua, y se extienden a lo largo de la costa hasta el río de Limarí, al norte del cual no aparecen más que de trecho en trecho, formando islotes en medio de las formaciones terciarias o cuaternarias, como sucede cerca de Coquimbo, de La Higuera, del Huasco y de Caldera; y por fin, en la meseta de Tres Puntas y en la costa del desierto de Atacama no lejos del morro Jorgillo.

Además de esta larga faja que sigue la costa, aparece todavía la formación de esquistos cristalizados en algunas partes de los Andes o sobre los ramales que dividen, de distancia en distancia, el valle longitudinal, como se puede ver cerca de Rancagua, en la base del cerro de Traucalan, en Tiltil y en Llay Llay, así como en la cordillera de los Andes, en río Grande, en el río Rapel y en el Huasco alto.

La situación de esta formación sobre la superficie de Chile puede proporcionar algunos datos sobre la configuración y la extensión de las más antiguas tierras del hemisferio austral. Si se dejan a un lado los vestigios de esta formación, que se presentan en la cordillera de los Andes y que rodeados por todas partes de formaciones menos antiguas, parecen haber sido cubiertos por éstas antes de las erosiones y de los levantamientos que las han dislocado, queda la larga faja que se extiende sobre toda la región occidental. En ésta no se encuentra ningún resto de formación más moderna que pueda hacer sospechar alguna denudación, pues por el lado de occidente no se ve allí más que las areniscas cuaternarias y la formación de lignitos que llenan las ensenadas comparativamente modernas, donde fluyen aun los ríos que bajan de los Andes. Por el lado del este se extiende esta formación debajo de los estratos antracitosos, que son los que suceden inmediatamente: por este lado, pues, que es el que estaba más inmediato al mar, es donde se depositaban las psamitas y los esquistos antracitosos. Al revés de lo que sucede hoy día, corrían las aguas de occidente a oriente y ocupaba el mar el lugar de los Andes. Al oeste, ningún vestigio de la formación antracitosa indica cuál podía ser el límite de estas primeras tierras, las cuales podían formar parte de un vasto continente, así como estar limitadas a la faja que ocupan hoy día.

## FORMACIÓN ANTRACITOSA

Las rocas que constituyen esta formación son algunos conglomerados, areniscas, esquisto antracitoso y jaspes o pórfidos estratificados. Los conglomerados no se presentan más que en un pequeño número de localidades, siendo los más notables los que se encuentran en el valle del Biobío, algo al poniente de Santa Juana. Constituyen un estrato de gran espesor y se componen de voluminosos trozos de granito, de gneiss, de cuarzo y de esquisto procedentes de la formación anterior.

Las areniscas están compuestas, en su mayor parte, de pequeños granos de cuarzo unidos entre sí por una masa arcillosa y pertenecen a la variedad llamada psamita: adquieren a veces una estructura esquistosa, lo cual es debido a una pequeña cantidad de mica que se encuentra mezclada con la arcilla. Estas areniscas ocupan un lugar importante en la formación antracitosa, pues se las ve, en la parte inferior, alternar con el esquisto y ocupar ellas solas toda la parte superior de esta formación.

Los esquistos se encuentran, sobre todo, en las provincias del sur, variando su color del pardo oscuro al negro: están formadas de arcilla endurecida, de una cierta cantidad de arena muy fina, conteniendo, además, algunas hojitas de mica y, como ya se ha dicho anteriormente, algunos vestigios de antracita, que es lo que les da el color más o menos negro que tienen. Estos estratos de esquisto ocupan la parte media de la formación, donde alternan con la arenisca; en ellas aparecen, por primera vez, algunos restos de cuerpos organizados y suelen contener algunas impresiones de helechos y fragmentos de tallos, que parecen referirse a las equisetáceas y una concha muy pequeña del género *Posidonia*.

Las rocas de la formación antracitosa no presentan siempre los caracteres que acabamos de indicar, pues a medida que se extienden hacia el norte, se las ve mudar gradualmente de aspecto y de composición y transformarse finalmente en petrosilex, pórfidos, jaspes y esquisto silíceo: así es como suelen presentarse en toda la parte situada al norte de la provincia de Talca. Los pórfidos y los petrosilex, que son más a menudo de un color gris o verdoso, descansan sobre los esquistos cristalizados y alternan con los estratos de esquisto silíceo, que viene a ser, en esta parte, el equivalente al esquisto antracitoso, debiendo también su color negro a una pequeña cantidad de carbón.

La formación antracitosa se presenta sobre toda la extensión de Chile y ocupa una gran parte de su superficie. Cerca de la extremidad sur del continente se la ve apoyarse sobre las rocas graníticas que forman el eje de los Andes. En las provincias de Llanquihue, de Valdivia y de Arauco es ella la que forma los primeros cerros que se levantan al este del valle longitudinal. Esta misma formación aparece al norte del Biobío, sobre ambos lados del gran valle, formando entre Rere y Talca una fila de cerros que limitan por el oeste, el valle longitudinal. Sigue después presentándose sobre la falda oriental de la cordillera de la Costa, hasta en la bahía de Coquimbo, donde se extiende hasta el mar y forma el cerro de Juan Soldado. En algunas localidades se ve esta formación pasar al oeste de la cordillera de la Costa y acercarse mucho al mar, esto es lo que se observa en la provincia de Valparaí-

so, donde forma la Campana de Quillota, así como los cerros de Tabolango y de Colmo. Esta misma formación, cerca de La Ligua, constituye como una especie de promontorio que se adelanta en medio de los esquistos cristalizados.

Más allá de Coquimbo, la formación antracitosa constituye la cordillera de la Costa, así como los arrecifes, extendiéndose desde allí hasta la cordillera de los Andes, donde forma la base sobre la cual descansan las formaciones más modernas.

Resulta de esta disposición del terreno antracitoso, que los estratos que lo forman han sido depositados sobre casi toda la extensión de Chile. Las únicas tierras de esta región eran, entonces, las que forman hoy día los esquistos cristalizados. Los cambios que se manifiestan en la composición de estas rocas, según las distintas localidades, corresponden perfectamente a este modo de ver; así que, en la parte donde existen los esquistos cristalizados, se ven los conglomerados, las areniscas y los esquistos con impresiones vegetales; y el volumen de los fragmentos que componen las dos primeras rocas, así como los restos vegetales de los esquistos, indican suficientemente que son formaciones inmediatas a una antigua costa. Los conglomerados de Santa Juana no pueden pertenecer sino a una antigua playa, y los restos vegetales que se encuentran más allá manifiestan que esta localidad debía corresponder a la desembocadura de algún río. Al contrario, se nota que en la parte septentrional de Chile, donde las rocas cristalizadas no están al descubierto, las que constituyen la formación antracitosa, se componen de partículas muy delgadas como corresponde a depósitos formados a gran distancia de la costa; a esta circunstancia deben, sin duda, estas rocas, su aspecto porfirico y jaspeado.

#### FORMACIÓN DE LA ARENISCA COLORADA

La formación de la arenisca colorada sucede inmediatamente a la de los esquistos antracitosos. Las rocas que la componen son conglomerados formados por la reunión de fragmentos más o menos voluminosos de rocas rodadas, de arenisca, de arcilla endurecida y de jaspes. Todas estas rocas se distinguen a primera vista de las anteriores, por su color de un rojo más o menos oscuro, debido a la presencia del peróxido de hierro. Los estratos que la forman estriban casi siempre en estratificación discordante con los de la formación anterior. Los conglomerados ocupan siempre la parte inferior, y en los que contienen fragmentos bastante voluminosos, como los de Tavón y Los Loros, se reconocen fragmentos de areniscas, de pórfidos y de jaspes, de la formación anterior, así como de granito y de sienita. Los fragmentos de las rocas que pertenecen a la formación de los esquistos cristalizados son mucho más escasos, se observan todavía algunas cuarcitas y gneiss. Los conglomerados constituyen varios estratos que alternan con areniscas o arcillos esquistosas, notándose que en una misma localidad el volumen de los fragmentos disminuye a medida que pertenecen a un época más reciente.

Las areniscas tienen la misma composición que los conglomerados; están constituidas por las partículas más menudas de las mismas rocas y dominan en ellas

las partes feldespáticas. Las arcillas son heterogéneas, arenosas, y no se deshacen en el agua; se las puede considerar como una arenisca compuesta de las partículas más delgadas, y presentan, con esta roca, todos los grados de transición. Se ve en muchas localidades, que las rocas de esta formación presentan una estructura porfirica y que hasta los conglomerados han participado de esta modificación, pues si los fragmentos han conservado su estructura primitiva, la masa que los une entre sí se ha endurecido y contiene numerosos cristales de feldespato; pero donde se hace más notable la transformación en pórfido es en la arenisca. Los restos organizados son muy escasos en esta formación, sin embargo, se suelen encontrar aun en las rocas porfiricas.

Una de las localidades más notables desde este punto de vista es la quebrada de la Ternera situada al noreste de Copiapó: la arenisca colorada presenta allí algunos pequeños estratos de antracitas y en las de arenisca que alternan con ella, se descubren numerosas impresiones vegetales, entre las cuales se reconocen los helechos y ramas de *voltzia*. Otras impresiones se encuentran también cerca de la laguna del Laja, al pie de la cordillera de Pillanmauida, las cuales tienen la particularidad de encontrarse en el pórfido y constan principalmente de tallos de calamita cuyo interior se compone de sílice y la parte exterior está formada por una pequeña capa de antracita. Finalmente, en los conglomerados de los valles del Mapocho y del río Colorado, se suele encontrar troncos de árboles que son a veces bastante voluminosos y que parecen, por su estructura, referirse a las coníferas; su formación es de sílice unida a una parte más o menos grande de antracita y tienen el aspecto de una madera carbonizada. Éstos son los únicos restos organizados que presenta esta formación y hasta ahora no se ha hallado en ella ningún vestigio de restos animales ya sean marinos o terrestres.

La naturaleza de las rocas que constituyen la formación de la arenisca colorada, así como los restos orgánicos que se hallan en ellas, prueban hasta la evidencia que las materias que las han formado se han depositado a poca hondura y a corta distancia de la tierra: los conglomerados son más abundantes en esta formación que en otra cualquiera, lo que indica la existencia de corrientes bastante grandes y de anchas playas muy poco inclinadas, circunstancia que se hará más evidente al estudiar la repartición de estas rocas sobre la superficie de Chile. Esta formación no ocupa nunca mucha extensión, porque está muy destrozada y gran parte de ella ha desaparecido bajo la acción corrosiva de las aguas: así, pues, sólo por los trozos que todavía existen se puede restablecer aproximadamente el espacio que ocupaba sobre la superficie de Chile. Los primeros vestigios aparecen un poco hacia el norte del grado 38 donde constituyen la parte inferior de la cordillera de Pillanmauida y parte de la Sierra Velluda. Los estratos inferiores son areniscas y conglomerados y sus fragmentos rara vez exceden de dos o tres centímetros de grueso: este primer trozo se extiende así hasta la inmediación del grupo de los volcanes de Chillán, al norte del cual se extiende un espacio considerable sin ningún vestigio de esta formación. Vuelve luego a aparecer en la provincia de Colchagua, en el lado oriental del valle longitudinal y extendiéndose desde allí hasta la cumbre de los Andes, sigue la dirección de esta cordillera, de la cual forma las principales ci-

mas, entre el río Teno y el Aconcagua. La provincia de Santiago presenta también algunos vestigios de esta formación, situados al oeste del valle longitudinal sobre la falda oriental de la cordillera de la Costa y se prolonga al norte pasando por Tavón, Llay Llay y el cordón de Chacabuco. Este trozo se hace notar por el espesor de los conglomerados y los trozos muy voluminosos que lo componen, lo cual indica necesariamente una ancha playa o la desembocadura de algún gran río. Otros dos pedazos mucho más pequeños existen en la inmediación de éste; uno cerca de la Campana de Quillota y el otro al sur de San Felipe entre los Maitenes y Tierra Blanca, donde ocupa la falda oriental de los cerros de Culunquén.

En la cordillera de los Andes la arenisca colorada forma una larga faja que se extiende al norte del río Teno; ésta sigue la línea de vertientes y de distancia en distancia se desprenden ramales que se extienden al oeste y ocupan la parte superior de las ramas que se desprenden de esta cordillera de montañas y se la ve, en muchas partes, descansar inmediatamente sobre la formación antracitosa, como sucede en el valle de los Piuquenes (PL. XI) donde se halla situada entre la formación antracitosa y las arcillas con bancos de yeso.

De la parte norte de este valle se desprende un largo ramal que toma la dirección del noroeste y se acerca mucho a los de Tavón y de Culunquén, el cual ocupa la mayor parte del espacio comprendido entre el río Yeso y el cerro del Juncal, forma los cerros de Peldehue, de Colina y de Chicureo, y por la parte del norte el cordón de Chacabuco.

Las mismas areniscas siguen presentándose al norte del Juncal, donde ocupan la línea de vertientes hasta los nacimientos del río de Choapa. En toda esta extensión son las areniscas, las arcillas y las rocas las que predominan; pero al llegar a la base del cerro de Aconcagua las sustituyen poderosos estratos de conglomerados que recuerdan los de Tavón y de Llay Llay, y se observa que los fragmentos de que se componen, disminuyen de tamaño a medida que esta formación se extiende al norte.

En la provincia de Coquimbo la formación de la arenisca colorada se extiende todavía más hacia el poniente que en la de Aconcagua: constituye una gran parte de las cordilleras comprendidas entre los ríos de Chalinga y de Illapel, luego las de Cogotí y de Combarbalá, de donde se extiende hasta el río Grande. Enseguida forma aun las cordilleras de Doña Rosa, la meseta de Huante y una gran parte del ramal situado al norte del río Hurtado, de donde se extiende hasta el cerro del Toro, situado al poniente de Andacollo.

Al norte del río de Coquimbo ocupa esta misma formación todo el espacio comprendido entre la quebrada de Pucalume, la meseta de Arqueros y el río Huasco, formando casi por sí sola toda la cordillera de Peralta. Va adquiriendo más y más extensión a medida que se adelanta hacia el norte y se la ve en Tres Cruces, en Manflas, en las serranías de Chuchampi y en la base del cerro Blanco donde se extiende hasta el río de Copiapó entre los Boldos y San Antonio.

Desde el río de Copiapó hasta el desierto de Atacama la arenisca colorada continúa formando la mayor parte de la falda occidental de la cordillera. Se la ve muy abundante entre la hacienda de Jorquera y la quebrada de la Ternera, siendo

ella la que forma la parte oriental de la meseta de Tres Puntas y se la puede seguir desde allí hasta las fuentes del río Loa.

Además de esta faja andina, la misma formación se presenta a lo largo de la costa, extendiéndose allí desde el mar hasta las llanuras del desierto de Atacama. Empieza a verse cerca de Chañaral de las Ánimas, donde sigue hasta Paposo y El Cobre, apareciendo de nuevo junto a La Chimba y formando una parte de los cerros de Cobija; finalmente, en el interior del desierto, hay varios cerros que están, en gran parte, constituidos por esta formación; tales son los de Limón Verde, de San Bartolo, de Caracoles y del Cerro Negro.

He aquí cuál es la situación actual de la arenisca colorada sobre la superficie de Chile: cubre una gran parte de los Andes, de donde se desprenden varias ramificaciones, de las cuales algunas alcanzan hasta la costa. Estas ramificaciones ocupan, en general, la parte superior del terreno, mientras que en los valles se dejan ver las formaciones que le han precedido; así la arenisca colorada falta sólo en las partes donde el terreno ha sido cavado por las erosiones. Resulta de esta disposición que en su origen debía formar una superficie continua, limitada al oeste por una línea cuya dirección se acercaba mucho a la del meridiano y cuya longitud era casi la de Santiago. Por la parte del oriente tenía esta superficie mucha extensión, pues las areniscas se ven no sólo sobre todo el suelo de Chile, sino a mucha distancia al este de la cordillera de los Andes. Por otra parte, si se considera que los elementos que constituyen las rocas de esta formación son casi siempre fragmentos más o menos voluminosos de rocas más antiguas, es necesario admitir la existencia, en aquella época, de corrientes muy caudalosas y, por consiguiente, la existencia de tierras inmediatas; el volumen de los fragmentos acarreados puede servir de índice para conocer aproximadamente la dirección de estas corrientes. Así, se nota que en Tavón las aguas debían correr del oeste al este, y lo mismo sucedía en Coquimbo, mientras en las inmediaciones del Aconcagua estas corrientes se dirigían de sur a norte. Finalmente, la falta absoluta de todo resto de animales marinos, así como la presencia de vegetales que suelen crecer en lugares pantanosos, parecen indicar que las areniscas coloradas de Chile se han formado no en el mar, sino en grandes lagunas o en vastos deltas.

#### FORMACIÓN DE ARCILLAS Y YESO

(PL. XIII)

Las rocas que constituyen esta formación son areniscas, arcillas y yeso. Las areniscas son generalmente muy blandas, de un tinte rojo o verde; pasan gradualmente a arcillas del mismo color que alternan con otros estratos de una arcilla mucho más homogénea y de una estructura esquistosa. En algunas localidades, como en los Piuquenes, en el río Barroso, en el Portillo del Yeso y en los Patos, hay poderosos bancos de yeso que van a sobreponerse a estas arcillas.

Esta formación no ha ofrecido hasta ahora ningún vestigio de restos organizados, ya sean vegetales o animales. En algunas localidades, como en la Sierra Vellu-

da, la cordillera de Pillanmauida y el valle de los Piuquenes, parece que estas arcillas son únicamente la continuación de las areniscas coloradas, descansando sobre ella en estratificación paralela, pero en algunas otras descansan inmediatamente sobre la formación antracitosa, como se ve en Combarbalá y en el alto llano que se extiende entre Pajonal y Vallenar. Esta formación de arcilla y de yeso ocupa poca extensión comparativamente a las anteriores; sólo se encuentra en las provincias medias de Chile y no pasa, al sur, más allá del grado 38. Lo mismo que la arenisca colorada, se presenta en pedazos separado, a veces, unos de otros, por grandes distancias. Los primeros que aparecen, en el sur, son los de la Sierra Velluda y los de la cordillera de Pillanmauida. Se encuentra otro pedazo en las cordilleras de Linares, entre el río San Martín y el río Puelche, donde forma una isleta rodeada de arenisca colorada.

En la provincia de Santiago están situadas estas arcillas entre la arenisca colorada y la formación calcárea; así se presentan en todo el espacio comprendido entre el Cachapoal y el río Aconcagua, formando a veces las cumbres más altas de estas cordilleras. La provincia de Aconcagua presenta también esta formación en tres partes algo distantes unas de otras; se la ve en la cordillera de los Andes, donde ocupa la parte media del cerro de Aconcagua y vuelve a aparecer sobre el ramal que se extiende desde el cerro del Cuzco hasta la cuesta de los Ángeles; finalmente, se presenta también al este de la cuesta del Pedernal.

La parte de Chile donde ocupa más extensión este terreno, corresponde al departamento de Vallenar, donde forma la elevada llanura que se extiende desde Arqueros hasta el río de Huasco. Finalmente, existe un pequeño trozo de esta misma formación cerca de Combarbalá, entre Cogotí y el cerro de Pama.

La formación de las arcillas yesosas no presenta ningún vestigio de conglomerados; las areniscas son de un grano muy fino y esta circunstancia, unida a la presencia de poderosos bancos de yeso, indica que los estratos que la forman han debido depositarse muy lentamente y en medio de aguas muy cargadas de materias salinas.

#### FORMACIÓN CALCÁREA

La formación calcárea se compone de varias especies de rocas y contiene areniscas, arcillas, jaspes, caliza y sílex. Las areniscas son siempre de grano muy fino, amarillas o de un gris claro, y contienen casi siempre una pequeña cantidad de carbonato de cal, si bien algunas veces son silíceas y muy duras. Las arcillas son margas de estructura esquistosa y de un color gris verdoso. Estas dos especies de rocas son las que forman los estratos inferiores, alternan las últimas areniscas con las margas y a éstas las sustituye a menudo jaspe del mismo color.

Las calizas son las más de las veces de una estructura compacta, de un color gris claro y en algunas localidades son negras, y cuando se las golpea despiden un olor sulfuroso: además del carbonato de cal contienen siempre una cierta cantidad de sílice, siendo a veces bastante abundante para que estas calizas puedan rayar el

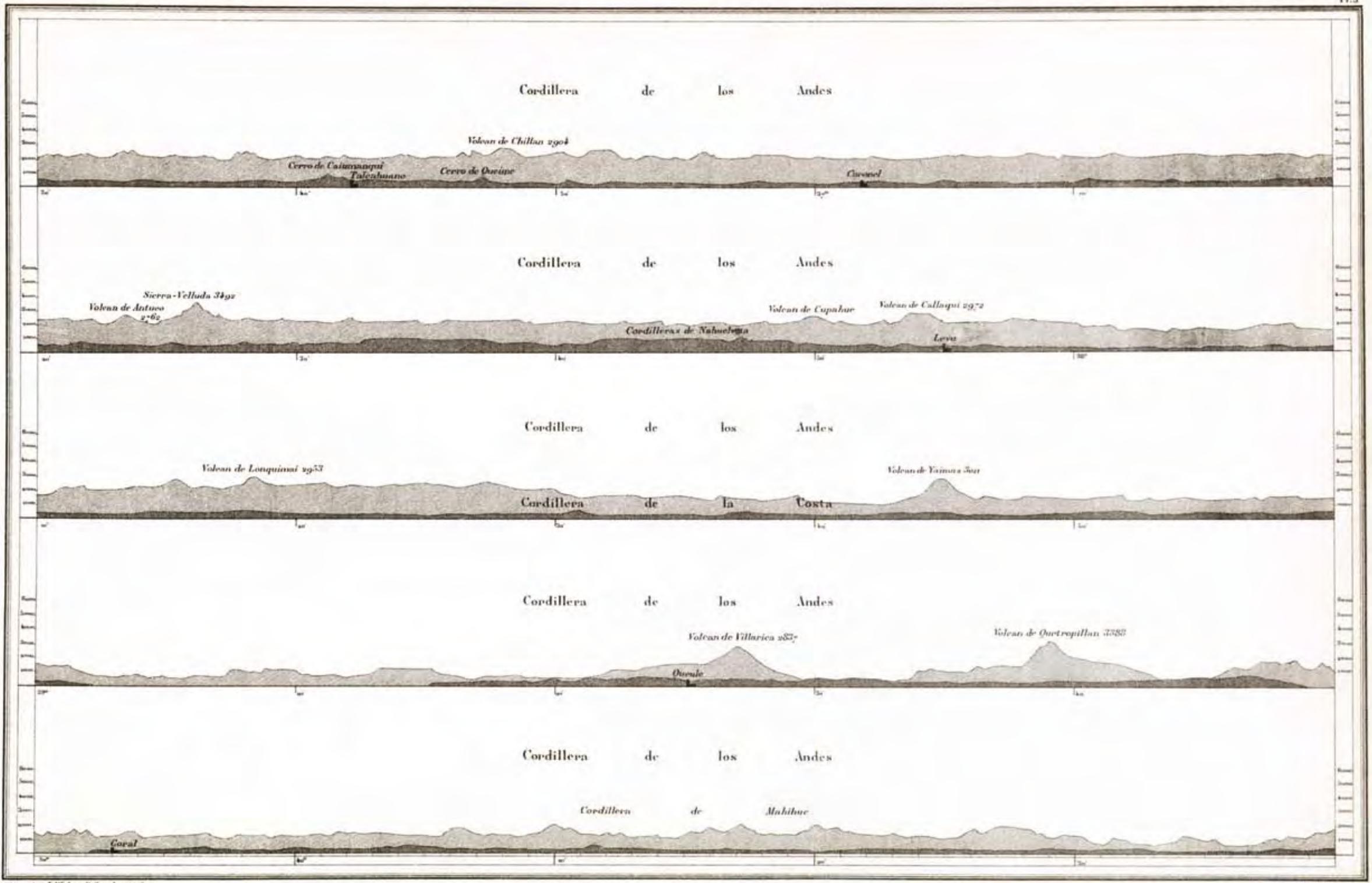
vidrio. Finalmente, en la parte superior de la formación se ven aparecer estratos muy delgados de sílex y se les ve allí alternar con la caliza o formar especies de núcleos irregulares diseminados en las mismos estratos calcáreos.

Los restos organizados son muy abundantes en la parte media de esta formación, siendo todos de origen marino, y se encuentran en las margas o en las areniscas, mientras que son muy escasos en los estratos calcáreos, sobre todo en los que forman la parte superior. La clase de los cefalópodos se halla representada por las belemnitas, las amonitas y los nautilos; la de los gasterópodos por los géneros turrítela y natica y entre los acéfalos se encuentran las foladomas, las panopeas, las posidonias, las venus, las trigonias, las cardites, las arcas, las limas, las pinas, los pecten y las ostras. Por último, se encuentran también numerosas terebrátulas, spirifer, zoófitos y algunos equinos. Es, pues, de todas las formaciones de Chile la que contiene el mayor número de restos organizados, los cuales representan una fauna marina que tiene la mayor semejanza con la de los terrenos secundarios del antiguo continente.

La formación calcárea descansa casi siempre sobre las arcillas yesosas; los estratos de ambas formaciones son paralelos, de modo que parecen constituir una sola; pero existen también algunas localidades donde se ve a los estratos calcáreos descansar inmediatamente sobre los esquistos cristalizados o sobre el terreno antracitoso, de modo que se las debe considerar como pertenecientes a una formación especial que comprende ella misma tres subdivisiones que ofrecen, por todas partes, los mismos caracteres. La primera de estas subdivisiones contiene las areniscas, las margas y los jaspes; la del medio las calizas compactas, y la superior las calizas con estratos de sílex (PL. XII).

En algunas localidades las rocas que constituyen la formación calcárea toman un aspecto muy distinto del que presentan en general: el esquisto arcilloso sustituye a las margas y la caliza toma una estructura cristalizada, asemejándose a las cuarcitas micáceas. Estas modificaciones se hacen notar, sobre todo, en algunos parajes poco distantes de la costa, tales como en Purutún y en la hacienda de las Vacas.

La formación calcárea empieza a hallarse, en Chile, únicamente al norte del grado 34,5, presentándose bajo la forma de dos fajas casi paralelas, separadas una de otra por rocas de las épocas anteriores. La primera de estas capas ocupa las partes más altas de la cordillera de los Andes y se aleja poco de la línea de vertientes. La segunda sigue la falda oriental de la cordillera de la Costa y consta de varios trozos que suelen extenderse por el valle longitudinal. Los primeros estratos calcáreos aparecen al norte del grupo de los volcanes de Maipo, siendo ellos los que forman la cumbre de la cordillera, desde dichos volcanes hasta el Tupungato. Antes de llegar al fin del valle de los Piuquenes, se ve a esta roca sustituir a las arcillas yesosas: las primeras que se encuentran son areniscas y calizas margosas de un tinte amarillo; enseguida se ve la caliza compacta con algunos trozos de sílex, pero los estratos de sílex y las calizas concrecionadas, no aparecen en esta parte de los Andes, lo que hace suponer que está parte de la formación consta sólo de las dos primeras subdivisiones.



Coma de L. Walker E. Gay. Escala 20

Escala 1000. Diferencia

Perfil de la cordillera de los Andes desde el grado 24 hasta el grado 42

Este perfil está a la misma escala que el mapa topográfico y geológico de Chile; es la de  $\frac{1}{250.000}$  que corresponde a 4 milímetros por 1.000 metros. Se ha conservado en él la relación exacta de las alturas con la distancias; y para dar a conocer más exactamente la posición de los cerros, se han indicado las latitudes correspondientes. La altitud de los puntos más notables está además indicada en metros enseguida del nombre. Se ha figurado también por un tinte más oscuro las diferentes serranías que componen la cordillera de la Costa; en fin, para completar estos datos, se ha figurado dos secciones transversales de Chile, la una desde el cerro de Aconcagua hasta la costa y la otra desde el volcán de Chillán hasta la bahía de Talcahuano: estas secciones son a la escala de  $\frac{1}{400.000}$ .



Esta formación se extiende bastante hacia el poniente en el espacio comprendido entre el río del Yeso y el Colorado, pasando enseguida por la base del Tupungato y extendiéndose en la dirección del Juncal, del cual forma la falda oriental. En este punto comienza a alejarse del territorio de Chile y forma al este de los Andes el cerro de Tolosa y algunos de los estribos del cerro de Aconcagua. Después de haber descrito una curva que contornea, por el lado del este, el valle de los Patos, alcanza otra vez la cumbre de la cordillera, pasando por los cerros de la Ramada y del Mercedario. Se aleja de nuevo hacia el oriente, desde este cerro hasta las fuentes del río Limarí donde se deja ver una pequeña punta hacia el oeste de la línea de vertientes, pero no es sino en las cordilleras de Doña Ana donde principia esta formación a ocupar grandes espacios: forma el alto ramal que se extiende desde la cumbre hasta la cordillera de Peralta y sobre el cual se levanta el cerro de Doña Ana, que es la cima más alta de esta cordillera. Los estratos que forman este ramal tienen una inclinación bastante considerable hacia la parte del norte, de modo que en la falda sur puede observarse con mucha facilidad el orden con que se suceden unas a otras. En la parte inferior aparecen las areniscas y las margas; viene enseguida la caliza compacta que llega hasta la cumbre, y en la falda norte se encuentran los sílex. Los estratos inferiores vuelven a aparecer hacia el norte de este ramal y se prolongan así hasta los cerros de Agua Amarga y de Tres Cruces.

Después de haber sido cortada por la quebrada del Huasco, aparece de nuevo la misma formación en la placilla del Carmen, en las cordilleras de Manflas, de Pulido y de Jorquera, de donde se extiende hasta el cerro de la Ternera y la meseta de Tres Puntas; finalmente, continúa presentándose así de trecho en trecho, en las cordilleras de Atacama, como en la quebrada de la Encantada, al pie del cerro de Doña Inés y cerro Llullaillaco.

La faja occidental se inicia un tanto al norte de Santiago, en los cerros de Colina y Batuco, extendiéndose sobre una gran parte de la hacienda de Polpaico y llega hasta la falda del cordón de Chacabuco. En este primer trecho, los estratos tienen poco espesor; los inferiores constan de margas algo arenosas, en las cuales se encuentran algunos estratos muy delgados de caliza compacta, y los superiores son casi exclusivamente de sílex o de una caliza que contiene una gran cantidad de sílice. Los fósiles son muy escasos en este primer trozo de la formación.

Al norte del cordón de Chacabuco se vuelven a encontrar las calizas que forman trozos pequeños a lo largo del valle de Aconcagua desde Santa Rosa de los Andes hasta Purutún. Este terreno forma pequeñas mesetas en Tierra Blanca, las cuales van a estribarse contra las rocas volcánicas que componen los cerros de Culunquén.

Los estratos son los mismos que en Polpaico, y en la última consta de una caliza compactada que contiene una gran cantidad de sílex. A medida que se extiende hacia el poniente, la caliza compacta se hace más abundante; la de Caldera contiene ya bastantes fósiles, pero el punto más notable es el de Melón, en la hacienda de Purutún, en cuya parte toma la formación todo el aspecto de los terrenos cristalizados, el esquisto arcilloso sustituye a las margas, las calizas son micáceas y las areniscas se hallan en estado de cuarcita: en un estrato de esta arenisca se en-

cuentran abundantes fósiles entre los cuales figuran los pecten, las pinas, las arcas, junto con madreporas y equinos.

Al norte de la hacienda de Purutún, la formación calcárea deja de presentarse sobre un largo trecho, y los primeros índices que de ella vuelven a verse se hallan en el río de la Paloma, sobre la falda sur de los cerros de Huante, donde no se ve más que la parte inferior compuesta de arenisca, en la cual se encuentran varios fósiles y entre ellos la *ostrea arcuata*. Estas mismas areniscas aparecen después entre el río Hurtado y el río de Coquimbo, enseguida cerca de Rivadavia, donde se empieza a ver algunos estratos calcáreos, y finalmente sobre la alta llanura de Arqueros.

El trozo más extenso de esta formación, que corresponde a la faja occidental, es el de Chañarcillo, célebre por sus ricas minas de plata; empieza en el cerro de la Jaula, como a media distancia entre Chañarcillo y Vallenar, y se extiende, al norte, hasta el cerro del Checo. Es la parte de Chile donde está más desarrollada la formación calcárea, pues las tres subdivisiones se hallan allí reunidas presentando, en la parte inferior, las areniscas, las margas en la parte media, y las calizas compactas y silíceas en la superior (PL. XVI). Hacia el lado del poniente sigue esta formación el valle de Chañarcillo, forma después los cerros que cierran este valle por el lado del norte; desde allí se extiende hasta el valle de Copiapó, pasa al otro lado de este valle, en el Cerrillo y en Pampa Larga, y va a envolver la falda meridional del Checo. Las areniscas y las margas contienen muchas conchas petrificadas, grandes amonitas, pecten, ostras y terebrátulas, estas últimas, al contrario, son muy escasas en la caliza compacta, pero la caliza silícea contiene una gran cantidad de madreporas. Las rocas de esta formación son, pues, todas de origen marino; la ausencia de los conglomerados, y aun la de las areniscas de grano grueso, indica que han sido depositadas en mares tranquilos y a cierta distancia de las costas. Se ve, por otra parte, que esta formación está sumamente despedazada, y que lo que se ve hoy día, no son más que trozos muy pequeños de la gran superficie que debía ocupar; finalmente, las alturas tan diferentes donde suelen presentarse estos trozos atestiguan los grandes trastornos que desde dicha época ha debido experimentar el suelo de Chile.

Para formarse una idea aproximada de lo que debían ser los mares de aquellos tiempos, sería necesario distinguir, en las partes donde falta esta formación, lo que se debe únicamente a la acción erosiva de las aguas, de las partes ya emergidas; cuestión ésta sumamente complicada y que sólo podría resolverse después de un larguísimo y prolijo estudio; sin embargo; con los datos que hoy día existen, se puede tratar de reunir algunos de estos pedazos dispersos y restablecer, en parte, la superficie de esta formación. Así es como el trozo más extenso, el de Chañarcillo, parece unirse directamente a los que existen en las cordilleras de Manflas, de Puli-do y de Jorquera. Se encuentran, en efecto, en el intervalo, varios vestigios de esta formación, como son los del cerro de la Plata, de Lomas Bayas y de Carrizalillo, siendo este último cerro, a muy poca distancia de la quebrada de Jorquera, donde aparece de nuevo la formación caliza.

Si se admite que todos estos pedazos formaban parte de una misma superficie, resulta necesariamente que entre el Checo y Vallenar existía un vasto golfo que

comunicaba con el mar situado más al oriente, en la región ocupada actualmente por la cordillera de los Andes.

Asimismo, el pedazo que ocupan hoy día las llanuras de Arqueros, debía juntarse con el de la cordillera de Doña Ana, lo mismo que con el de los Algodones y de los cerros de Huante. Finalmente, el trozo que ocupa la extremidad sur de la faja occidental, el de Polpaico y el de Colina, sería la prolongación de los estratos del Juncal y del cerro del Plomo. En la parte oriental de la cordillera de los Andes es, pues, donde se extendía el mar en el cual se depositaban los estratos de la formación calcárea: por el lado de Chile formaba este mar varias ensenadas que penetraban entre las formaciones ya emergidas de la arenisca colorada y de los esquistos; en estas ensenadas es donde se depositaban los estratos de la faja occidental.

#### FORMACIÓN DE LAS LIGNITAS

La serie de estratos que componen esta formación comprende varias especies de rocas, en las cuales vuelven a aparecer los conglomerados de piedras rodadas, las areniscas, las arcillas, la caliza y además estratos más o menos gruesos de lignita. El aspecto y composición de estas rocas presentan diferencias muy notables, según se las ve en el norte o el sur de Chile. La caliza es muy escasa en el sur, mientras que forma una gran parte de los estratos del norte, donde no se encuentra ningún vestigio de lignita. La parte inferior de esta formación consta, en las provincias del sur, de una arenisca de grano muy fino, sin estratificación aparente y que contiene muy a menudo una pequeña cantidad de carbonato de cal. Esta arenisca es muy abundante en restos orgánicos, hallándose en ella baculites, trigonias, cardium y dientes de pescado: en algunas localidades, como en Lebu y en la isla Quiriquina, contiene, además, pequeños trozos de pirita blanca, de forma esférica y que parecen ocupar el lugar de equinos o de algún otro animal marino.

Más encima de esta arenisca se encuentra primero un estrato de una arcilla esteatitosa, que sostiene otro de una arenisca muy fina, con vetas paralelas de distinto color, como se puede ver en Lota y en la isla Quiriquina (PL. XVIII). Enseguida se encuentra, según las localidades, un estrato de conglomerado o de arenisca, encima de los cuales hay otros estratos de arcilla y de arenisca. Estas areniscas, que son bastante blandas, contienen una pequeña cantidad de arcilla y algunas hojitas de mica. Las arcillas son casi siempre de un gris oscuro, contienen muchas impresiones vegetales y, en algunas partes, como Lebu, Lota, Coronel y la Quiriquina, hay estratos bastante gruesos de una lignita que se asemeja mucho a la hulla. Finalmente, toda esta serie está cubierta de una poderosa capa de piedras rodadas o de una arcilla roja sin estratificación. Tales son los caracteres que ofrece esta formación en el sur de Chile y a corta distancia de la costa; las mismas rocas se presentan más al este, ya sea en los valles que se abren en la costa, ya en el gran valle longitudinal. La parte inferior consta de arcilla endurecida o de una arenisca muy fina; la parte media de estratos interpuestos de arenisca, de arcilla y de lignita, y la parte superior está siempre ocupada por una capa de terreno de acarreo (PL. XIII).

La formación de lignita tal como acabamos de describirla, deja de presentarse al norte del grado 33, estando sustituida por otras rocas en las que predomina la caliza y cuyo origen es exclusivamente marino. Antes de experimentar esta transformación, ofrece, sin embargo, algunas particularidades que es útil mencionar. Las lignitas de la parte sur, como las de Lebu y de Lota, lo mismo que las arcillas, sólo presentan impresiones de hojas o de ramas muy pequeñas, mientras que en las lignitas de Topocalma y de Idango se suele hallar gruesos troncos en estado de sílex o carbón, entre los cuales se reconoce, además de los dicotiledones, varios tallos de palmera que parece ser la misma de Chile (*Jubaea spectabilis*). Caminando más hacia el norte se encuentran las lomas de Bucalemu y Santo Domingo, que pertenecen a la misma formación, pero que están desprovistas de lignitas y en las cuales se encuentran algunos estratos de arenisca muy abundantes en conchas marinas. Estas circunstancias parecían indicar que las lignitas de Lebu se han formado en lugares pantanosos desprovistos de árboles mayores, mientras que las de Idango se formaban a la desembocadura de algún río caudaloso que acarrea corpulentos árboles. Volviendo a la serie que aparece en el norte, se nota que los estratos que la componen son únicamente de arenisca y de caliza, menos la parte superior que está formada, como en el sur, de terreno de acarreo. El primer punto donde se la encuentra es cerca de Coquimbo, en las lomas que se extienden entre La Serena y Tambillo. El estrato más inferior que puede observarse está formado de un banco de grandes ostras que se refieren a la especie conocida con el nombre de *Ostrea maxima*. Sobre este banco descansan varios estratos de arenisca que contienen numerosas conchas y sobre todo la *Venus anetiana*. Otro estrato calcáreo formado casi únicamente por pedazos de conchas, se sobrepone a estas areniscas y sostiene ella misma otro estrato de caliza compacta desprovista de conchas. Finalmente, el terreno de acarreo termina esta serie y forma las barrancas que se extienden al este, a lo largo del río de Coquimbo.

Esta formación vuelve a aparecer más hacia el norte en las llanuras de Chañaral y cerca del puerto de Copiapó, donde adquiere mucha extensión, y se adelanta bastante en la dirección del este. El orden en que se suceden los estratos es el mismo que en las cercanías de Coquimbo: el banco de grandes ostras vuelve a aparecer en la parte inferior y después las areniscas que contienen allí una gran cantidad de conchas del género *Fusus*. La caliza compacta aparece también y se extiende sobre el llano llamado Travesía. El terreno de acarreo compuesto de rocas rodadas, falta en esta parte, pero está sustituido por una arcilla roja que se ve en la cumbre del morro de Copiapó: sin embargo, caminando más hacia el norte vuelve a aparecer primero en el valle de Copiapó y luego en el de Cerrillos, de donde se extiende hasta el pie del cerro de Carrizalillo.

Así aparece la formación de lignita, de trecho en trecho, a lo largo de la costa de Chile, desde Caldera hasta Tierra del Fuego, donde se ve que se estriba sobre la falda oriental de la cordillera de los Andes y se extiende, al norte, en los vastos llanos de la Patagonia. Ella es aún la que forma, al oeste de la misma cordillera, una gran parte de la isla de los Chonos y de Chiloé, desde donde se extiende por las provincias de Llanquihue, Valdivia y Arauco, ocupando allí todo el espacio

comprendido entre la cordillera de la Costa y la de los Andes. Cuando llega a la altura de Parga se divide esta formación en dos fajas, una de las cuales sigue a lo largo de la costa y la otra se extiende en el valle longitudinal. Los estratos que constituyen cada una de estas fajas son de diferentes orígenes: los del valle longitudinal no contienen más que restos de vegetales y han sido depositados en lagunas que ocupaban la mayor parte de este valle; los de la costa son todos de origen marino y se han formado casi siempre en la desembocadura de grandes ríos, lo cual explica la presencia simultánea de los vegetales terrestres y de las conchas marinas. El primer depósito marino que se encuentra, cuando se va hacia el norte, es el de Parga, el cual tiene poca extensión. Viene enseguida el de Lebu, que se extiende sin interrupción desde la laguna de Lanalhue hasta la bahía de Arauco, donde forma la parte de Chile que se adelanta más al poniente. La isla de Santa María pertenece también a esta formación y es como la prolongación de la punta de Lavapié.

Interceptada un corto trecho por los esquistos cristalizados de Laraquete, vuelve a presentarse esta misma formación un tanto al norte de Colcura, donde forma las lomas de Lota, de Coronel y de Puchoco. Vuelve a aparecer al otro lado del Biobío, en Concepción, Talcahuano, Lirquén y la isla Quiriquina. Forma el cerrito de Tomé, así como una parte de la playa, y deja ver algunos vestigios en Cobquecura y de Buchupureo.

En toda la parte de la costa que se extiende desde allí hasta la desembocadura del Mataquito, sólo se encuentran vestigios insignificantes, pero al norte de este río vuelve a ocupar una superficie bastante extensa; en efecto, forma los llanos de Topocalma y de Idango, hasta el río Rapel, pasa al otro lado de este río, donde ocupa las lomas de Santo Domingo y de Bucalemu, extendiéndose por una angosta punta hasta el puerto de San Antonio. Otro pequeño trozo de esta formación aparece a la vista en la punta de Algarrobo y en Perales, siendo este punto el último donde se encuentran algunos vestigios de lignita. La misma formación se presenta más hacia el norte en la provincia de Aconcagua, al norte del río de Quillota, donde ocupa los llanos de Quintero y de Puchuncaví. Se la ve después en la provincia de Coquimbo, cerca del río Limarí, de La Serena y en Chañaral; finalmente, se la encuentra otra vez, desde el puerto de Copiapó, hasta el norte de Caldera.

En la faja que corresponde al valle longitudinal, ocupa esta formación superficies mucho más extensas que en la de la costa; forma la mayor parte del llano de la Araucanía, desde donde se extiende por las provincias de Concepción, de Ñuble y de Maule. Hacia la parte norte de esta última provincia, forma las lomas que se apoyan sobre la falda de los Andes, como son las de Semita y de Longaví. Del mismo modo se la ve en la parte oriental de las llanuras de Talca, donde desaparece a menudo cubierta por las formaciones volcánicas. Esta formación ha sido en gran parte destruida, en las provincias de Curicó y de Colchagua, por las erosiones que han formado los valles del Lontué, del Teno y del Tinguiririca, apareciendo sólo algunos vestigios en la parte angosta de estos valles, al llegar a la región de los Andes, donde forman altos barrancos que dominan estos ríos. En el llano que se extiende desde la angostura de Paine, hasta la cuesta de Chacabuco, la formación de lignita ocupa las lomas que se extienden entre el Maipo, el Mapocho y el estero

de Lampa. Se la ve también en algunas de las partes bajas de este llano, pero son únicamente los estratos inferiores; las demás han sido arrebatadas por las aguas y sustituidas por el terreno de acarreo moderno. En la parte oeste del valle de Maipo se encuentran también algunos vestigios de esta formación, como en la Junta y en Puro, donde parece que se han reunido con los estratos marinos de la costa.

Más al norte del valle de Aconcagua desaparece la gran llanura longitudinal y con ella la formación de lignita, y sólo se la vuelve a hallar en los llanos de Ovalle. En esta parte se junta con los mismos estratos de la costa, observándose la misma disposición en La Serena y en Caldera. Finalmente, después de las altas planicies de Tres Puntas, se encuentra de nuevo esta formación en las llanuras del desierto de Atacama, donde se extiende hasta el río Loa.

Tal es la situación de la formación de lignita sobre el territorio de Chile. Se ve que cuando se depositaron los estratos que la forman, tenía esta parte de América una configuración poco diferente de la que presenta hoy día. La cordillera de los Andes y la de la Costa dibujaban ya las grandes líneas de este territorio: el espacio que separaba estas dos cordilleras era ocupado por grandes lagunas, y las ensenadas de la costa estaban más pronunciadas, cerca del mar, de lo que están ahora, pero correspondían, como hoy, a la desembocadura de los principales ríos, como son el Lebu, el Carampangue, el Biobío, el Rapel y los ríos de Coquimbo y de Copiapó. Si se tiene presente la configuración de Chile en la época en que se depositaban los últimos estratos de la formación calcárea, época durante la cual la mayor parte de las tierras situadas al este de los Andes estaban debajo del mar que se extendía, en ciertos trechos, hasta el mismo pie de la cordillera de la Costa, se ve que durante la formación de lignita es cuando el suelo de Chile ha experimentado los mayores trastornos, pues entonces es cuando las altas serranías de los Andes han debido llegar a la altura que presentan hoy día. Si se considera que el terreno de acarreo que ocupa la mayor parte de los llanos y se extiende desde los Andes hasta la costa, ha venido a ser el último término de esta serie de estratos y que se le puede seguir hasta en el interior de la región andina, donde forma mesetas escalonadas por ambos lados de las grandes quebradas, resulta, de los materiales que lo forman, que no puede provenir más que de estas mismas cordilleras y que ha debido ser acarreado a los lugares que ocupa por grandes avenidas de aguas que se precipitaban de estas alturas hacia el mar. Entonces es cuando se cegaron las lagunas que ocupaban el llano longitudinal y que las aguas detenidas por la cordillera de la Costa, se abrieron un camino hasta el mar. A esta misma época parece también referirse la separación del continente de las islas que forman los archipiélagos de Chiloé y de los Chonos, pues en muchas de ellas se encuentra el mismo terreno de acarreo que no hubiera podido llegar hasta allí si hubiesen estado, como ahora, separadas del continente. La misma ensenada de Reloncaví no parece haber sido otra cosa, sino uno de esos antiguos lagos cuya parte sur se habrá hundido, porque lo mismo sucedería a la laguna de Llanquihue si la faja angosta que la separa del mar llegara a hundirse o a ser arrebatada por alguna gran avenida, por ser el fondo de esta laguna muy inferior al nivel del mar.

## FORMACIÓN DE ARENAS Y CONCHAS

Para tener una idea exacta de esta formación, hay que trasladarse algún tanto al norte del límite de Chile, porque en ninguna parte se presenta tan entera como en el gran llano que se extiende desde la bahía de Antofagasta hasta la de Mejillones. Cerca de este último puerto se pueden ver a la vez los estratos de la formación de lignita y la de las arenas con bancos de conchas. Los primeros estratos, idénticos a los de Coquimbo y de Caldera, presentan una inclinación muy notable, mientras que los de arenas están en una posición casi horizontal. Esta última serie está formada por estratos de una arenisca muy blanda que ocupan la parte inferior y alternan con otros estratos de yeso y de una toba muy liviana compuesta casi únicamente de restos de animales marinos. Este estrato, que se ve únicamente en la bahía de Mejillones, es el que descansa inmediatamente sobre la formación de lignita: encima están las areniscas y los yesos entre los cuales suelen encontrarse algunos bancos de sal gema y numerosos bancos de conchas cuyas especies son las mismas que las que viven actualmente en la bahía. Los choros y los pecten son los que forman los bancos más extensos, y uno de éstos ocupa, en una gran extensión, la parte superior de la formación. Así que todo este llano no es más que un fondo de mar que ha sido llevado al nivel que ocupa hoy día, en una época posterior a la formación de lignita.

El espacio donde se depositaban estos estratos estaba entonces ocupado por un largo y ancho canal que reunía las dos bahías de Mejillones y de Antofagasta, dejando al poniente una isla formada por los cerros Moreno y Mejillones. Por la composición de estos estratos se puede juzgar sobre la variedad de las materias que se depositan en el mar, siendo notable, entre todas, el sulfato de cal, pues, ya se sabe que el agua del mar no contiene más que tres milésimas partes de este cuerpo, y forma allí bancos de tres o cuatro metros de grueso.

Se hallan vestigios de esta formación en la costa de Chile hasta el grado 38, pero en ninguna parte se presenta tan desarrollada como en Mejillones; donde ocupa mayor espacio es en las inmediaciones de Caldera, pues se extiende al este hasta Monte Amargo y en una gran parte del llano de la Travesía. Aquí se compone únicamente de bancos de arena en los cuales se encuentran numerosas conchas, y los más altos se hallan situados a una altura de veinticinco a treinta metros sobre el nivel del mar. Llevadas estas arenas por los vientos del oeste, llegan hasta la falda de los primeros cordones de cerros, donde se amontonan en altas dunas, llegando a veces hasta la altura de los boquetes y extendiéndose desde allí hasta el otro lado, como lo haría una materia fluida. Así suelen llegar hasta una gran altura, y el cerro de Arenas situado entre Copiapó y Tres Puntas no tiene otro origen.

Se halla otra vez esta formación cerca del Huasco, en Chañaral, en Coquimbo y en Tongoy. Se la ve, más al sur, cerca de Valparaíso y del puerto de San Antonio, en el desembocadero del Maule y del Biobío, donde forma el llano que se extiende entre Concepción y Talcahuano, así como una parte del de Coronel. A medida que se va acercando al sur, se nota que la altura de los últimos estratos va disminuyendo. En efecto, en las cercanías de Mejillones llega esta altura hasta cua-

renta metros; en Caldera no pasa de treinta; cerca de Valparaíso y de San Antonio se mantiene entre quince y veinte; finalmente, en Lebu, llega apenas a dos o tres metros encima de las arenas de la playa.

A esta misma formación pertenecen las arenas, las arcillas, los bancos de sal de gema y de salitre del desierto de Atacama. Aunque no se encuentra en los estratos del desierto ningún indicio de conchas o restos marinos, la presencia de la sal en bancos espesos, así como la del yeso, establecen la mayor semejanza entre estos estratos y los de Mejillones todo lo cual induce a creer que el mar penetraba entonces hasta las grandes llanuras del desierto y se extendía hasta el mismo pie de los Andes. Entonces el clima debía ser muy distinto de lo que es hoy día. Como la humedad era mayor, una abundante vegetación debía cubrir las faldas de estas cordilleras, y la frecuencia de los aguaceros alimentaba estos ríos cuyas cajas se encuentran tan a menudo.

En el interior del llano longitudinal, hay también algunos vestigios de esta formación, tales como las arenas que ocupan una gran parte del llano entre Chillán y los Ángeles y las que se ven cerca de Santa Juana y de Palqui.

Algunos estratos de la misma época que aparecen en el llano de Quintero cerca de la laguna de Campeche, contienen una pequeña capa de unos cuantos centímetros de grueso, compuesta de trípoli blanco formado únicamente por restos de animales microscópicos silicificados. Igual producción se encuentra cerca de la laguna del Maule y en algunos otros puntos donde parece que está relacionado con antiguos manantiales de aguas termales.

#### RELACIONES DE LAS FORMACIONES ESTRATIFICADAS DE CHILE CON LAS DEL ANTIGUO CONTINENTE

La descripción de las formaciones estratificadas de Chile no sería completa si no se buscasen las relaciones que pueden tener con las que han servido de tipo para establecer las grandes divisiones geológicas.

Las distintas series que hemos considerado son las que están indicadas por la situación de los estratos, los cuales han salido sucesivamente del mar y son, por consiguiente, los que expresan con más exactitud los trastornos que ha experimentado esta parte de América. Pero además de estas divisiones fundadas sobre la estratigrafía, admiten los geólogos otras que descansan únicamente sobre la naturaleza de los restos orgánicos considerando como de una misma época los estratos que contienen las mismas especies. Este principio, cuya exactitud se ha verificado sobre superficies muy extensas, permite comparar entre sí formaciones situadas a grandes distancias unas de otras o separadas por los mares. Así es como las formaciones estratificadas han sido repartidas en cinco grandes divisiones correspondientes a épocas sucesivas. La más antigua lleva el nombre de azoica, porque no contiene ningún índice de restos organizados. Siguen después la época paleológica, la época secundaria, la época terciaria, y finalmente la época cuaternaria, siendo en esta última en que los restos organizados son de la misma especie que los animales o vegetales que existen actualmente. A esta época, pues, debe referir-

se la formación de las arenas con bancos de conchas, que acabamos de describir. Con todo, debe advertirse que el terreno de acarreo del antiguo continente está considerado como si perteneciese a esta época, mientras que el de Chile se refiere a la época terciaria, pues en él es donde se han encontrado los restos del Mastodón andino, considerados como característicos de la época terciaria.

Hasta ahora no se ha encontrado ningún resto de animales mamíferos, en la formación de lignita, pero sí de lagartos, de pescados y un gran número de moluscos, entre los cuales hay bastantes especies que existen aún hoy día y muchos otros que han desaparecido de la fauna actual. Entre estos últimos figura el *fusus Pettianus*, el *fusus Cleryanus*, el *fusus echinolatus*, un *concholepas*, la *panopæa coquimbensis*, la *ostrea maxima*, y la *ostrea rostrata*. Estos moluscos, así como los que indicamos más adelante en la lista general de los fósiles de esta formación, tienen la mayor semejanza con los de la época terciaria del antiguo continente; la *ostrea rostrata* difiere apenas de la *ostrea longirostrata*, que suele encontrarse a menudo en la parte superior de la formación terciaria. En los estratos de Caldera, de Coquimbo, de Bucalemu y de Topocalma, es donde se hallan las especies que acabamos de indicar. Los estratos inferiores a las lignitas contienen también los restos de muchas especies, pero éstas se alejan mucho más de las que existen hoy día.

No se ha hallado aún en estos estratos ningún resto de mamíferos, pero sí de una gran especie de lagarto que parece referirse al plesiosauro. Hay también dientes de pescados de la familia de las lijas y entre los moluscos se hallan el *nautilus Valenciennii*, el *baculites anceps* y la *trigonia Hannetiana*. Estos mismos fósiles se hallan también en Europa en los estratos que ocupan la parte superior de la formación cretácea. Se ve, pues, que la serie que hemos descrito bajo el nombre de formación de lignita, contiene a la vez una parte que se refiere a la formación terciaria y otra a la formación cretácea. Las arcillas y la lignita, que ocupan la parte mediana de esta serie, corresponden probablemente a los estratos inferiores de la formación terciaria, y las areniscas de Bucalemu, Coquimbo y Caldera a los estratos medios y superiores: así, pues, esta serie debe estar formada por la parte superior de la formación cretácea, por la formación terciaria y por el diluvium.

Damos aquí la lista de los principales fósiles de esta serie y la indicación de los lugares donde se hallan.

*Plesiosaurus Chilensis*

En las areniscas de la punta norte de la isla Quiriquina.

*Odontaspis*

Los dientes de este pescado son bastante comunes en las areniscas de Lota.

*Nautilus Valenciennii*

En la punta norte de la isla Quiriquina.

*Baculites Anceps*

En las areniscas del puerto de Tomé, en el cerro Amarillo de Concepción, en las lomas de la hacienda de Hualpén.

*Scalaria Chilensis*

En las areniscas de Puchoco y en la parte norte de la isla Quiriquina.

*Fusus Difficilis*

En la parte norte de la isla Quiriquina.

*Pirula Dilatata*

En el mismo lugar que la anterior.

*Natica Araucana*

*Crassatella Veneriformis*

*Lutraria cruciformis*

*Mactra araucana*

Todas estas especies se hallan en la parte norte de la isla Quiriquina.

*Venus oreá*

En las areniscas de Puchoco y de la isla Quiriquina.

*Venus rouaultii*

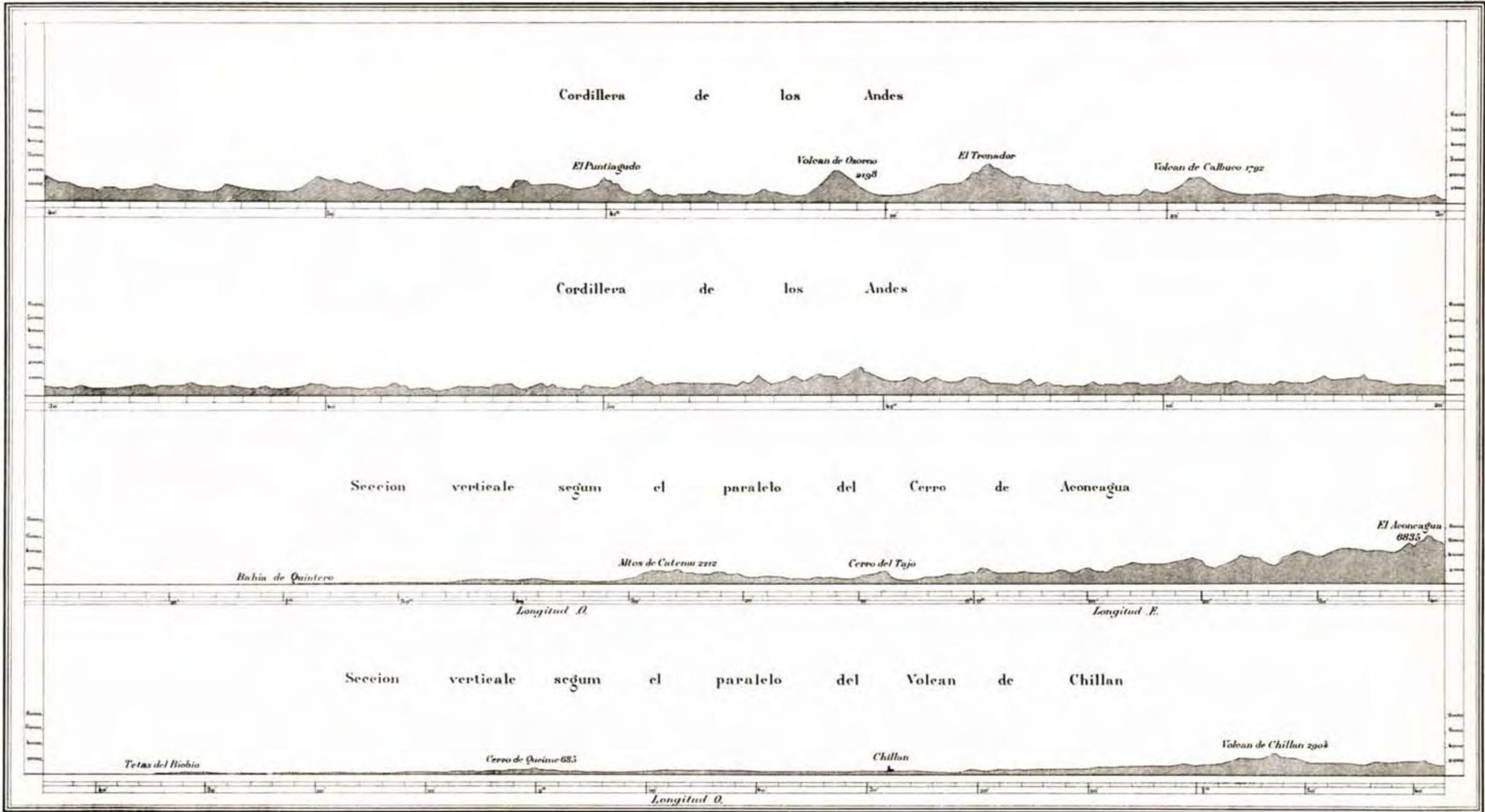
En las areniscas de la isla Quiriquina

*Nucula largillartii*

En las areniscas de Puchoco y en la isla Quiriquina.

*Trigonia hanetiana*

En la isla Quiriquina.



Gravado por E. Wilsen K. Guss-Lorenz St.

Plata Imp. Duffenoy

Perfil de la cordillera de los Andes desde el grado 24 hasta el grado 42

Este perfil está a la misma escala que el mapa topográfico y geológico de Chile; es la de  $\frac{1}{250,000}$  que corresponde a 4 milímetros por 1.000 metros. Se ha conservado en él la relación exacta de las alturas con la distancias; y para dar a conocer más exactamente la posición de los cerros, se han indicado las latitudes correspondientes. La altitud de los puntos más notables está además indicada en metros enseguida del nombre. Se ha figurado también por un tinte más oscuro las diferentes serranías que componen la cordillera de la Costa; en fin, para completar estos datos, se ha figurado dos secciones transversales de Chile, la una desde el cerro de Aconcagua hasta la costa y la otra desde el volcán de Chillán hasta la bahía de Talcahuano: estas secciones son a la escala de  $\frac{1}{400,000}$ .



FÓSILES DE LOS ESTRATOS SUPERIORES

*Bulla antiqua*

En las areniscas de Coquimbo.

*Turritela affinis*

*Fusus equinulatus*

*Fusus petitianus*

*Fusus cleryanus*

*Fusus strio-nodosus*

*Fusus clathratus*

*Fusus orbigny*

*Pleurotoma lanceolata*

*Triton armatum*

*Monoceros blainvillii*

*Monoceros labiale*

*Monoceros opimum*

Todas estas especies se encuentran en las areniscas de Coquimbo y de Caldera; las dos últimas se hallan también en Topocalma.

*Concholepas kienerii*

*Cassidaria tuberculifera*

*Oliva tumorifera*

Estas tres especies son de las areniscas de Coquimbo.

*Natica pachystoma*

En Topocalma.

*Natica orbigny*

*Sigaretus elegans*

*Dentalium corregatum*

*Dentalium intermedium*

Estas especies son también de Topocalma.

*Panopea coquimbensis*

En Coquimbo.

*Amphidesma curvirostrum*

*Amphidesma radula*

*Amphidesma variabilis*

En las areniscas de Coquimbo.

*Mactra colchaguana*

En las areniscas de Cáhul.

*Mactra auca*

*Venus coquandii*

*Venus hanetiana*

*Venus cleryana*

*Venus petitiana*

*Venus chilensis*

En las areniscas de Coquimbo y de Caldera.

*Venus villanova*

*Venus pulvinata*

*Venus insulsa*

*Nucula elegans*

En las areniscas de Coquimbo y de Caldera.

*Pentunculus colchaguensis*

En las areniscas de Topocalma.

*Perna gaudichaudii**Pecten propinquus**Ostræa rostrata**Ostræa transitoria**Ostræa maxima*

En las areniscas de Caldera y Coquimbo.

FÓSILES  
DE FORMACIÓN CALCÁREA

Los fósiles que se hallan en la formación calcárea de Chile pertenecen todos al período secundario, y por su aspecto general recuerdan los de las formaciones jurásicas y cretáceas. Las belemitas, las amonitas, los nautilus son muy abundantes: también se hallan las gryfeas, las foladomias, las trigonias, las terebrátulas y los espiríferos. Algunos de estos fósiles se encuentran exclusivamente en las areniscas que forman los estratos inferiores de esta serie y son el *belemnites giganteus*, el *ammonites bifurcatus*, el *ammonites canaliculatus*, la *turritella andii* y el *espirifer tumidus*, así como varias terebrátulas grandes.

La *gryphea arcuata* se halla también en estas mismas areniscas junto con el *espirifer tumidus*: estas dos conchas caracterizan en Europa la formación del Lías, mientras que el *belemnites giganteus* pertenece a la de la gran oolita; y como aquí las tres especies se encuentran juntas, resulta que en Chile los fósiles de estas dos formaciones se hallan mezclados.

Las de estratos de margas y de caliza que descansan sobre las areniscas, son amonitas juntas con las foladomias, las ostras, los pecten y las terebrátulas. Las amonitas de estos estratos están desprovistas de tubérculos, y las que se encuentran con más frecuencia son el *ammonites fimbriatus* y el *ammonites radians*, especies que pertenecen a la parte media del Lías. Estas especies se hallan juntas con foladomias y ostras, entre las cuales se nota la *ostræa cymbium* y la *ostræa gregarea*, una de las cuales es característica de Lías y la otra de la gran oolita.

En fin, las estratos de caliza con sílex, que ocupan la parte superior de esta serie, contienen una gran cantidad de amonitas provistas de tubérculos, tales como el *ammonites Domeykoanus*, el *ammonites macrocephalus* y también el *crioceras Duvilii* y el *nautilus Chilensis*. Resulta, pues, que la formación calcárea de Chile contiene a la vez los fósiles del lías, los de la oolita y los de la parte inferior de la formación cretácea. Las especies están dispuestas en un orden tal, que si se las considera en su conjunto, se suceden del mismo modo que en las formaciones jurásicas de Europa; las especies del lías ocupan aquí la parte inferior; las de la oolita, la parte media, y en la parte superior se hallan las especies de la formación cretácea; pero es del todo imposible establecer en este conjunto algo que corresponda a las subdivisiones que se observan en el antiguo continente, porque se suelen encontrar, en el mismo estrato, especies que se consideran como pertenecientes a subdivisiones distintas: todo lo que se puede hacer es no tomar en cuenta estas divisiones que parecen peculiares a ciertas localidades y referir al lías la parte inferior de la serie; a la oolita la parte media, y la parte superior a la formación cretácea. He aquí la lista de los fósiles peculiares a cada una de estas grandes subdivisiones.

#### ESTRATOS INFERIORES

##### *Belemnites giganteus*

##### *Ammonites canaliculatus*

Estas dos especies se hallan en las areniscas de Manflas y en la quebrada de la Ternera.

##### *Ammonites bifurcatus*

En las arcillas esquistosas del morro de Chañarcillo.

##### *Turritella andii*

En Manflas y en la quebrada de la Ternera.

##### *Trigonia catenifera*

En las areniscas de la parte inferior del cerro de Doña Ana.

##### *Ostræa arcuata*

En el río Paloma, en el Molle, cerca de Chañarcillo, en Manflas y en la Ternera.

##### *Terebratula domeykoana*

*Terebratula perovalis*

*Terebratula ornithocephala*

*Terebratula tetraedra*

*Spirifer tumidum*

Estas especies han sido halladas en la quebrada de Pucalume y en las Tres Cruces.

FÓSILES DE LAS MARGAS Y CALIZAS

*Ammonites fimbriatus*

*Ammonites radians*

*Ammonites tripartitus*

*Ammonites gemmatus*

*Ammonites macrocephalus*

En el cerro de Doña Ana.

*Natica phasanila*

*Pholadomia fidicula*

*Pholadomia attenuata*

*Pholadomia abbreviata*

*Pholadomia acosta*

*Pholadomia zietenii*

*Pholadomia laevigata*

En el cerro de Doña Ana.

*Panopea peregrina*

*Panopea turgida*

En el cerro de Doña Ana.

*Posidonia*

Cerca de la Aguada de Chañarcillo.

*Venus dubia*

*Cardita enigmata*

*Cardita mytiloides*

En el cerro de Doña Ana.

*Arca santiaguensis*

En el Portillo de los Piuquenes.

*Lima rustica*

*Lima raricosta*

*Lima dubia*

En el cerro de Doña Ana.

*Pecten alatus*

En Manflas, las Tres Cruces, las Amolanas y Jorquera.

*Pecten unguiformis*

En las Amolanas y Chañarcillo.

*Pecten abnormis*

En las Amolanas.

*Ostræa oblonga*

*Ostræa marsii*

*Ostræa rivoti*

*Ostræa sandalina*

*Ostræa gregarea*

*Ostræa pulligera*

*Ostræa incarpifera*

En el cerro de Doña Ana.

*Ostræa santiaguensis*

En el Portillo de los Piuquenes.

*Ostræa cymbium.*

En Doña Ana, Manflas y Chañarcillo.

*Terebratula concina*

*Terebratula ficoides*

*Terebratula emarginata*

*Terebratula bicanaliculata*

En el cerro de Doña Ana.

CALIZAS CON SÍLEX

*Nautilus chilensis*

Cerca de Arqueros.

*Nautilus striatus*

*Crioceras duvelii*

En el cerro de Doña Ana.

*Arca santiaguensis*

Cerro de La Calera, cerca de Quillota.

*Ostræa couloni*

En Arqueros.

*Ostræa columba*

En Chañarcillo.

La serie de estratos compuestos de arcilla y de yeso no ha presentado hasta ahora ningún fósil, y faltan, por consiguiente, los términos de comparación para saber cuáles son sus equivalentes en otros países: pero las areniscas coloradas sobre las cuales descansan contienen numerosos restos vegetales, entre los cuales se reconocen los helechos, las equisetáceas y los coníferos; hay que notar que estos últimos no se hallan en la formación carbonífera, mientras que se encuentran en abundancia en la formación permiana: y que las areniscas coloradas de Chile tienen la mayor semejanza con las rocas que constituyen esta formación en Europa. Como, por otra parte, las arcillas con yeso se hallan situadas entre estas areniscas y la formación del liás, no puede ocupar otro lugar que el que corresponde a la formación del Trías.

Una circunstancia notable es la abundancia del peróxido de hierro en las areniscas coloradas de Europa y en las de Chile; la misma concordancia se nota en el predominio de la caliza en las formaciones jurásicas de ambos continentes, de modo que además de las causas locales, que podían influir sobre la composición de las rocas de esta formación, se deben admitir también causas generales que, en los mares de aquellas épocas, hacían dominar a veces el hierro, a veces la caliza. Así, pues, la composición mineralógica de las rocas, considerada desde este punto de vista general, puede servir de guía para comparar entre sí las diferentes formaciones esparcidas sobre la Tierra. El predominio del sílice sería el carácter de las formaciones del período primario; la del hierro el de las formaciones permianas y triásicas y la de la caliza el de los períodos secundarios y terciarios.

La formación antracitosa de Chile es tan escasa en fósiles, que no es posible valerse de éstos para establecer algunos puntos de comparación con las formaciones del antiguo continente. Con todo, su situación entre la formación de los esquistos cristalizados y la formación permiana, indica que debe corresponder ya sea a una parte, ya a la totalidad de la serie que comprende las formaciones siluriana, devoniana y carbonífera. Por otra parte, se la ve ocupar grandes superficies en el lado occidental de América del Sur, y se la puede seguir casi sin interrupción desde Chile hasta Bolivia, donde se encuentran los fósiles con alguna abundancia y vienen a apoyar las deducciones sacadas de su situación.

En los estratos que aparecen inmediatamente debajo de la arenisca colorada, cerca de la laguna de Titicaca y también en el morro de Arica, ha hallado el doctor D'Orbigny fósiles que se refieren a la formación carbonífera, tales como el *productus Villersii*, el *spirifer Pentlandii*, el *spirifer Boissyi*, la *trigonia antigua*, entre otros. Las areniscas cuarzosas y las psamitas situadas bajo estos estratos están muy desarrolladas en la alta llanura boliviana, y cerca de Sorasora hemos hallado, en estos estratos, los fósiles que caracterizan las formaciones devonianas y silurianas, a saber: las trilobitas, las *orthis* y los espiríferos. Estos fósiles están allí reunidos en un estrato muy delgado y presentan especies que pertenecen a la vez a la formación siluriana y a la formación devoniana; tales son el *Homalonotus Linares*, el *Pacops latifrons*, el *Phacops Pentlandii*, el *Orthis Andii* y el *Orthis aimara*.

Resulta de esta comparación, que las formaciones estratificadas de Chile abrazan todas las series de los períodos geológicos; pero las subdivisiones que se observan en ellas, no corresponden a las del antiguo continente. Las tres formaciones,

siluriana, devoniana y carbonífera, no constituyen en Chile más que una sola, pues no se nota en los estratos ninguna discordancia de estratificación. Las dos series que siguen, la de la arenisca colorada y la de las arcillas con yeso, corresponden a la formación permiana y a la formación del Triás del antiguo continente. La formación calcárea abraza por sí sola el Lías, todas las subdivisiones de la formación jurásica y la parte inferior de la formación cretácea. Para terminar, la parte superior de la formación terciaria y el *diluvium* forman una última serie, que hemos designado con el nombre de formación de lignita. El siguiente cuadro indica la concordancia de estas formaciones.

*Concordancia de las formaciones de Chile  
con las del antiguo continente*

<i>Formaciones chilenas</i>	<i>Formaciones europeas</i>
Esquisto cristalizado	Azoica
Antracitosa	{ Siluriana Devoniana Carbonífera
Arenisca colorada Arcilla y yeso	Permiana Triásica
Calcárea	{ Liásica Oolítica Cretácea inferior
De lignita	{ Cretácea superior Terciaria Diluvium
Arenas y conchas	Cuaternaria

#### FORMACIONES PLUTÓNICAS

Las rocas plutónicas desempeñan un gran papel en la geología de Chile, donde aparecen desde las épocas más remotas y se suceden hasta los tiempos modernos, siendo también a ellas a las que debe el suelo los principales caracteres de su relieve. Consideradas desde el punto de vista de su composición, pueden repartirse en dos series: una formada por las rocas en que el feldespato es la parte dominante, como el granito, la sienita, el pórfido y las rocas volcánicas modernas; y a la otra corresponden las rocas cuya labradorita constituía la base y en las cuales están sucesivamente mezcladas la hiperstena y el piroxeno.

Las rocas de serpentina faltan enteramente en Chile donde parece que están representadas por algunas especies de la segunda serie. Vamos, pues, a estudiar sucesivamente las que pertenecen a estas dos series.

### GRANITO

Hay en Chile tres variedades de granito y cada una de ellas pertenece a una época distinta. La más antigua es el granito porfiróideo, notable por sus grandes cristales de feldespato: el cuarzo se ve también en ella en trozos bastante considerables y la mica es de un pardo oscuro. Esta roca no se presenta nunca bajo la forma de diques, como suele suceder en otros granitos: está siempre descubierta en grandes extensiones y cercana al gneiss con el cual se confunde por una gradación imperceptible, de modo que debe ser de la misma edad o más antigua que esta última roca.

La segunda variedad de granito es, por lo regular, de grano fino y contiene dos especies de feldespato, la ortoclasa y la oligoclasa. La mica es del mismo color que en la variedad anterior y contiene, además, una cantidad muy notable de hierro titanífero. Esta roca se presenta generalmente en diques muy espesos que atraviesan los granitos porfiróideos, los esquistos cristalizados y la formación antracitosa cuyos estratos han sido levantados por estos diques. Junto al contacto de estas formaciones con el granito se nota que la estructura, lo mismo que la composición de las rocas que la constituyen, han experimentado cambios muy considerables de los cuales ha participado también el granito; así es que se ve la amfibola juntarse a menudo con la mica y cambiarlo en sienita. Se notan, además, numerosas ramificaciones que se desprenden del dique y penetran entre los estratos; el granito que constituye estas ramificaciones está formado por anchos cristales de feldespato, de cuarzo y de mica, como si la cristalización se hubiese efectuado con más lentitud. Cada una de las especies mineralógicas parece haberse apartado de las demás, y la mica, sobre todo, se presenta en grandes hojas, siendo a menudo blanca en vez de ser oscura. Además de las especies particulares al granito, estas ramificaciones contienen muchas veces turmalina y a veces titanio rutilo diseminado en el cuarzo.

Las partes exteriores de estos granitos que reciben más directamente la acción del agua y de la atmósfera han experimentado grandes alteraciones. Si se las observa desde los puntos donde la roca está aún intacta, hasta la superficie del suelo, donde la descomposición es completa, se nota, en primer lugar, que el feldespato ha perdido su transparencia y se ha vuelto muy blando; la mica también ha perdido mucho de su brillo; más arriba el feldespato se ha cambiado en caolín y la mica forma una arcilla roja o amarilla, cuyo color se debe al óxido de hierro que contiene esta especie. En fin, más cerca de la superficie, no se distingue ya lo que era feldespato y lo que era la mica, porque el todo forma una arcilla rojiza en la cual el cuarzo, que se ha quedado sin alteración, se halla diseminado. Esta descomposición del granito se ha propagado, a veces, hasta una gran hondura: en las cercanías de la Florida y de Quirihue se extiende desde la superficie hasta el fondo de quebradas que tienen desde cincuenta hasta sesenta metros de profundidad.

Sobre la superficie de estos granitos descompuestos se suele hallar a veces numerosos globulillos de hidrato de hierro más o menos arcillosos, debidos a la suoxidación del hierro titanado; cuando se parten, se nota que el interior está formado de capas concéntricas en las cuales va aumentando la cantidad de hierro, a medida que se acercan al centro, como si el hidrato se hubiese esparcido gradualmente en la arcilla que envolvía el pequeño grano de hierro titanado.

Esta clase de granito se halla con mucha frecuencia en la parte occidental de Chile: empieza a verse cerca del grado 38 donde forma las serranías que rodean la laguna de Lanalhue. Se extiende desde allí en la dirección del norte, forma las lomas de Purén y el eje de la cordillera de Nahuelbuta. Se la vuelve a encontrar, después, al otro lado del Biobío donde forma las altiplanicies de Rere, de la Florida y de Cauquenes. El espacio que ocupa el granito en estos lugares es bastante ancho al principio, pero luego se reduce a una faja angosta que desaparece un poco antes de llegar al Maule. Al norte de este río forma el granito otra faja que sigue el eje de la cordillera de la Costa y se extiende así hasta la provincia de Curicó, donde se divide en dos ramas. Una de éstas se prolonga en la dirección del norte y noreste, desapareciendo cerca del valle de Tinguiririca; la otra se inclina algo hacia el poniente y llega hasta San Pedro de Alcántara.

En toda esta extensión que no baja de cuatrocientos kilómetros, se ve que el granito ha levantado los estratos cristalizadas y los de formación antracitosa. La inmensa grieta por donde el granito ha llegado a la superficie sigue muy exactamente la dirección de la cordillera de la Costa, que es también la dirección de los estratos; a esta última se la ve seguir todas las sinuosidades del granito. Así, la formación antracitosa existía ya cuando este granito salió del interior de la tierra, si bien todo hace suponer que no ha salido de una sola vez, sino en distintas épocas durante este largo período, pues, en algunos estratos de la formación antracitosa se encuentran fragmentos rodados de granito, mientras que en otras partes estos estratos están cortados por diques de la misma roca.

También se deja ver el granito en algunos otros puntos de Chile, pero nunca de un modo tan desarrollado como en el sur. Aparece cerca de Valparaíso entre la punta del Algarrobo y el río Tunquén y también más hacia el norte entre Quilpué y el portezuelo de San Pedro. Finalmente, existe también en la provincia de Coquimbo entre Guanta y la quebrada de Pucalume.

La última variedad de granito se compone únicamente de feldespatos y de mica. Se la encuentra en el norte de Chile, donde forma diques que cortan los estratos de la arenisca colorada en la quebrada de la Jarilla y también cerca de Agua Amarga. Esta variedad es de poca importancia y parece que no es más que una modificación de las rocas sieníticas de que vamos a hablar.

#### SIENTITA (PL. X)

Consideradas las sienitas desde el punto de vista de su composición y de su formación, deberían reunirse a los granitos, pues, como ya se ha visto más atrás, el granito se

cambia muy a menudo en sienita, cuando se acerca a las rocas estratificadas; pero en Chile ocupan las sienitas una situación especial que les da un origen más moderno que el granito. Se nota, en efecto, que en muchas localidades han penetrado estas rocas hasta los estratos de la arenisca colorada, mientras que los granitos no van más allá de la formación antracitosa. Por otra parte, las sienitas presentan en su composición variaciones que las alejan más y más del granito. Algunas variedades que se encuentran principalmente en la parte media de Chile están desprovistas de cuarzo y se componen únicamente de feldespato y de anfíbola. Finalmente, esta última desaparece a su vez y la roca, entonces, es una especie de eurita como se ve en el cerro de Cuiquén, cerca de Quirihue, así como en la parte de la cordillera de la Costa que se extiende al norte del grado 26.

Estas distintas variedades de sienita no parecen pertenecer todas a una misma época. Los conglomerados de la arenisca colorada contienen a menudo fragmentos rodados de sienita y al mismo tiempo se ve a esta roca cortar, bajo la forma de diques, no sólo los estratos de conglomerados sino, también, los que le están sobrepuestos; por consiguiente, se la debe considerar como el producto de una serie de fenómenos que han comenzado a manifestarse a fines del período carbonífero y se han repetido durante toda la formación permiana.

Las especies minerales que se hallan accidentalmente en las sienitas son: el hierro titanado, que es aquí más abundante que en el granito; la turmalina y dos especies que aparecen por primera vez, esto es, la epidota y la piritita.

Asimismo han debido experimentar las sienitas la acción del agua y del aire, por estar compuestas casi de los mismos elementos que el granito. Se nota, con todo, que ya sea por efecto de una mayor resistencia a la descomposición, ya porque hayan quedado menos tiempo expuestas a dicha acción, no ha hecho en ellas tantos progresos la descomposición, y tampoco forman, como el granito, cerros redondeados, sino picos muy puntiagudos.

De todas las rocas plutónicas de Chile, son ciertamente las sienitas las que se extienden por un espacio más grande, pues ocupan, en su mayor parte, el eje de la cordillera de los Andes, desde el estrecho de Magallanes hasta el volcán Villarica. Vuelven luego a presentarse, en el mismo eje, al norte del Biobío y forman también en la falda occidental de la cordillera una línea de cerros que se extiende desde Trapa Trapa hasta el pie de la Sierra Velluda. Esta misma faja vuelve a aparecer al otro lado del Laja y se extiende hasta el cerro de Polcura, donde desaparece bajo las formaciones volcánicas de la cordillera de Chillán.

Otra faja, paralela a ésta, aparece debajo del volcán de Chillán, sigue la quebrada de Santa Gertrudis, pasa al otro lado del Ñuble, al oeste del volcán de Longaví, forma los cerros del Melado, se extiende a la otra parte del Maule y forma la alta meseta que sostiene los volcanes del Descabezado.

A esta misma faja pertenecen aun las sienitas que se notan en la base del volcán de Peteroa y que desaparecen más hacia el norte bajo los estratos de arcilla y de yeso. Recorriendo así, del sur al norte, la cordillera de los Andes, se continúa viendo las sienitas, sea sobre el eje mismo de esta cordillera o en su falda occidental, formando siempre fajas paralelas, cuya dirección es algo inclinada sobre el

eje de esta cordillera, de modo que lo cortan de trecho en trecho y desaparecen hacia el este bajo las formaciones calcáreas o arcillosas. Las más notables de estas fajas son: la que empieza en la quebrada del Tinguiririca, pasa por el ventisquero de los Cipreses, el río Cachapoal y vuelve a aparecer cerca de la confluencia del Maipo con el río del Yeso; la que comienza en la hacienda de los Perales cerca de Santiago, forma una parte de la cordillera de los Andes, sigue el río de la Gloria en la provincia de Aconcagua y viene a cortar el eje de los Andes cerca del alto cerro que da su nombre a esta provincia. Otra faja muy notable por su extensión es la que se manifiesta en la provincia de Coquimbo y se extiende desde las cordilleras de Doña Rosa hasta la hacienda de Chingoles, pasando por las cordilleras de Uchumi, Elqui y la de Peralta. Finalmente, se ve extenderse una última faja desde el cerro Blanco cerca de Copiapó hasta la Ternera, atravesando los cerros de Buenos Aires y del Checo.

No es sólo en la cordillera de los Andes donde se encuentran las rocas sieníticas, pues se las ve también en algunos puntos de la cordillera de la Costa, tales como en Carén, en Caleu, en Catemu y en el cerro de Huatulame: ellas son las que ocupan el eje de esta cordillera, entre los grados 23 y 26.

En todas partes donde se pueden seguir estas rocas en una gran extensión, se observa que han llenado vastas grietas que siguen todas el mismo rumbo; este rumbo es también el de las fajas de granito. Sea cual fuere la causa que ha impelido estas inmensas masas fluidas del interior a la superficie, no cabe la menor duda de que no han podido abrirse paso sino destrozando y llevándose consigo parte de las formaciones estratificadas; por esta razón presentan siempre los estratos una fuerte inclinación de oeste a este y siguen la dirección de las fajas sieníticas. La configuración del terreno ha debido experimentar, durante este período, trastornos muy grandes; los estratos solevantados debían formar serranías paralelas, y como el rumbo que llevaban se aproxima mucho al de la cordillera, puede decirse que desde esta época ha principiado el bosquejo de esta vasta serranía.

#### PÓRFIDOS CUARCÍFEROS

Los pórfidos cuarcíferos forman como el principio de una nueva serie de rocas plutónicas que han aparecido sucesivamente desde el fin de la formación jurásica, hasta los tiempos modernos. Así como ya se ha visto al granito ser sustituido gradualmente por las sienitas y éstas por las euritas, los pórfidos cuarcíferos pasan también gradualmente a las traquitas y éstas a las fonolitas y a las lavas. Estos pórfidos están formados por una masa compacta de un feldespato muy silíceo en el cual se hallan esparcidos cristales de cuarzo y algunos granitos de hierro con titanio. Los cristales de cuarzo suelen presentarse bajo dos formas, a saber: la del romboideo, que es bastante rara, y la de dos pirámides hexagonales reunidas por sus bases. Suelen contener también un poco de mica que se presenta bajo la forma de prismas hexagonales, y en ciertas localidades algunos cristales de estaño oxidado. Su color es, en general, de un amarillo muy claro y a veces rosado o morado.

Los pórfidos cuarcíferos existen sólo en el norte de Chile, donde se les suele encontrar desde la provincia de Coquimbo hasta el desierto de Atacama. Donde se ven más desarrollados es en el ramal que se extiende desde Chañarcillo hasta el cerro Blanco, siguiendo después hacia el oeste del río de Manflas. Cerca del boquete que atraviesa el camino de Copiapó a Chañarcillo se les ve formar un dique muy grueso que se extiende hasta la base del morro de Chañarcillo. Este dique ha levantado los estratos calcáreos que forman estos cerros, y después de haber seguido, en un espacio de algunos kilómetros, la cumbre de dichos cerros va a desaparecer al este, bajo las margas que ocupan la base del morro de Chañarcillo.

Los mismos pórfidos vuelven a aparecer en el cerro de los Frailes, en cerro Blanco y en la Peineta; finalmente, se presentan descubiertos, de trecho en trecho, en la serranía situada entre cerro Blanco y el río del Huasco. Se encuentran también, de trecho en trecho, en el desierto de Atacama y la altiplanicie boliviana, en los cerros de Potosí, Oruro, Sicasica y en la base del Illimani. Están distribuidos en una línea paralela al eje de la cordillera oriental de los Andes, y los diques que se ven en Chile tienen la misma orientación, así como los estratos que han levantado. A fines del período jurásico deben, pues, referirse las líneas estratigráficas que siguen esta dirección, y cuya existencia aparece de un modo evidente desde Bolivia hasta la parte media de Chile.

Ya se ha visto que las primeras tierras solevantadas por la salida de los granitos y de las sienitas se extendían en dirección de sur-suroeste a nor-noreste; los estratos jurásicos lo han sido en la del noroeste al sureste, casi perpendicularmente a las anteriores, de modo que estas tierras primitivas han debido extenderse en dirección del este al oeste, cuando los pórfidos cuarcíferos reventaron los estratos jurásicos.

#### TRAQUITA (PL. XV)

Las traquitas tienen casi la misma composición que los pórfidos cuarcíferos y ciertas variedades no difieren de éstos más que por su estructura algo porosa y por ser menos claros. Por lo demás, se les ve cambiar gradualmente conforme pertenezcan a una época más reciente y continuar así los cambios graduales que se manifiestan en toda la serie de las rocas feldespáticas.

El término más antiguo del grupo traquítico está representado por las traquitas cuarcíferas, rocas que existen únicamente en el norte de Chile. Las primeras se hallan en la provincia de Coquimbo, cerca del pueblecito de Hurtado y en las cordilleras de Doña Ana, donde constituyen una parte de los cerros traquíticos situados entre el río Toro y la quebrada de Pucalume y vuelven a aparecer más al este, formando la base del cerro de las Tórtolas. Estas traquitas son de un gris muy claro, a veces muy desmoronadizas; contienen muchos cristales de cuarzos semejantes a los que se hallan en los pórfidos y también algunas hojitas de mica de forma hexagonal y de un color amarillo oscuro. Estas traquitas vuelven a presentarse



Eug. Ciceri lith.

Imp. Barousse & Paris.

CORDILLERAS DEL ACONCAGUA.

Vista general de las cordilleras de Aconcagua tomada desde las alturas de Jahuel.



en el cerro de los Frailes y en cerro Blanco, así como en la parte norte del río de Copiapó entre los cerros del Checo y de Carrizalillo.

Los cerros formados por las traquitas cuarcíferas presentan generalmente la forma de cúpulas o pequeñas mesetas. Están cortadas, muy menudo, por diques de otras clases de traquitas, pero sin que se las vea nunca introducirse en estos últimos. Son, pues, los más antiguos de esta serie de rocas, y su orientación es la de los pórfidos cuarcíferos.

Las traquitas que han salido después de las que acabamos de describir ofrecen una gran variedad de aspecto y de estructura, sin que presente su composición ningún cambio notable. El feldespató oligoclasa forma la base de estas rocas, entre las cuales se ven algunas de estructura compacta y porfirica sin cristales de cuarzo, pero con algunos de amfibola. Hay otras variedades formadas por cristales más o menos voluminosos de oligoclasa, unidos por una sustancia porosa y escoriácea o por una aglomeración de cristales muy pequeños, como son las variedades llamadas domita.

Las traquitas son muy comunes en Chile; todo parece indicar que forman una parte de la cordillera de la Patagonia. Las hemos reconocido desde el golfo de Reloncaví hasta en el desierto de Atacama, donde lo mismo se las ve en la cordillera de los Andes como en la gran llanura longitudinal. Estas rocas forman a veces grandes cúpulas como en el cerro de Colocalán cerca de Santiago o, bien, altas mesetas que parecen a lo lejos ruinas de antiguos castillos. En el sur de Chile forman las traquitas los cerros situados al este de la laguna de Ranco; se continúa hallándolos en la cordillera de Trapa Trapa, de donde se extienden por la línea de vertientes y pasan hacia el norte del boquete de Pichachén; en las de Chillán donde forman las bases que sostienen los conos volcánicos y en las del norte: en esta parte ocupan una gran extensión tanto al este como al oeste. Las mismas rocas sostienen los volcanes del Descabezado y de Peteroa, viéndoselas extenderse, desde allí, por la cordillera de las Damas y el volcán de Tinguiririca hasta el Cachapoal. En la provincia de Santiago se las puede seguir desde este mismo río hasta la cordillera de Chacabuco; forman en frente de los baños de Cauquenes una faja que se extiende por la hacienda de la Compañía y sigue hasta cerca del río Maipo. Vuelven a aparecer en la hacienda de La Dehesa, en la de Peldehue y forman, al norte del cordón de Chacabuco, una línea de cerros que se extiende hasta el valle de Aconcagua.

Desde este valle hasta la provincia de Coquimbo van siendo más escasas las traquitas; sin embargo, se las halla en el cajón de Videla y en las cordilleras del Sobrante, pero donde se las vuelve a ver en grandes extensiones es al norte del río Limarí. Se las ve igualmente en el río Hurtado y en el ramal que separa este río del de Coquimbo, siendo ellas las que forman la mayor parte de la cordillera de Doña Ana. La provincia de Atacama presenta dos grandes fajas traquíticas, una de las cuales, que ocupa la línea de vertientes, principia en el cerro del Potro, pasa por las cordilleras de Jorquera y el cerro del Azufre, forma después las bases que sostienen los volcanes de Doña Inés y del Lullaillaco y se extiende desde allí hasta el cerro del Guanaqueros. La segunda faja comienza al sur del cerro Blanco, pasa por

el mineral de San Antonio, el cerro de Lomas Bayas, el Carrizalillo y se extiende hasta el mineral de Tres Puntas.

Al oeste de la cordillera de los Andes y sobre el eje de la gran planicie longitudinal, existe otra línea traquítica, cuya presencia se manifiesta de trecho en trecho por pequeños grupos de cerros que se levantan en medio de esta planicie. Principia en la Araucanía, por los cerros de Quecherehue, sigue por el Hueleguaico, el cerro de Cochenta y los de Picultue. Ella es la que forma, a la otra parte del Biobío, los cerros de Curamávida, el cerro Negro y el del Guanaco. Interrumpida después, en un trecho bastante grande en las provincias de Concepción y de Ñuble, vuelve a aparecer esta línea de cerros traquíticos al norte de Linares, por el cerro de Quilipín y continúa manifestándose así hasta el río Choapa. Forma en las provincias de Curicó y de Colchagua los Cerrillos de Teno, el Traruñez, el Pan de Azúcar y los cerros de Rigolemo. En la provincia de Santiago se manifiesta por el cerro de Chada, el cerrito de Navias, el cerro de Santa Lucía, el cerro Blanco y el de San Cristóbal. Siguiendo hacia el norte, forma el Pan de Azúcar, el cerro de las Tórtolas y los de Huechum y Montenegro, de donde se extiende hasta el río de Aconcagua, formando el eje de la serranía de Culunquén, apareciendo aun algunos vestigios al otro lado de este río, en las Coimas y cerca de la cuesta de los Ángeles. Después de haber desaparecido en el trecho ocupado por la serranía de Petorca y de Illapel, se manifiesta de nuevo la línea traquítica en las provincias de Coquimbo y de Atacama por los cerros de Pajonal y de Marañón, desde cuyos puntos se extienden las traquitas bajo la forma de diques hasta los cerros de Chañarcillo.

Se ve, pues, que las rocas traquíticas se hallan situadas, en Chile, sobre dos grandes líneas paralelas, una que sigue aproximadamente el eje de la cordillera de los Andes, y la otra la gran planicie longitudinal y su prolongación al norte del cordón de Chacabuco. Las grietas que se han abierto para dar salida a estas rocas se extendían así a lo largo de Chile, siguiendo una dirección que se alejaba poco de la de las grietas por donde habían salido los granitos y las sienitas: de este modo, los levantamientos que han producido han ido a juntarse con los que habían trazado las primeras líneas y han aumentado, de un modo muy notable, la altura de estas serranías. Este levantamiento parece haberse iniciado a fines del período jurásico y continuado durante todo el período terciario. Los cerros traquíticos del valle longitudinal están rodeados por estratos terciarios que conservan su posición horizontal, y, por consiguiente, se han depositado después de la formación de estos cerros; es, pues, probable que durante el espacio incluido entre la formación cretácea y los últimos estratos terciarios, se han efectuado estos grandes fenómenos. Como, por otra parte, las moles traquíticas no se componen de una sola clase de estas rocas, sino de distintas clases que se penetran unas a otras, no se puede admitir que hayan salido de una sola vez; las grandes grietas donde se manifestaban estos fenómenos debían presentar entonces algo parecido a los respiraderos volcánicos de la época actual; debían tener, como ahora, sus intervalos de sosiego y de actividad, y así es que los cerros que resultan de esta acción no se han formado de una sola vez, sino durante un período bastante largo.

## FONOLITAS

Las fonolitas son rocas homogéneas y compactas; su color es de un gris claro y se componen casi únicamente de oligoclasa que se presenta a veces en pequeños cristales. Contienen, además, algunos minerales que sin ser esenciales a la composición de la roca, suelen aparecer muy a menudo, a saber: el hierro titanado, que es bastante abundante, y la olivina, que es bastante escasa y se muestra en pequeños granos vidriosos sin forma cristalina.

Se ve muy a menudo divididas las fonolitas en columnas prismáticas, enteramente semejantes a las de los basaltos o, bien, en gruesas tablas y algunas veces en hojas muy delgadas que hacen que se parezcan al esquisto arcilloso. Las fonolitas se ven únicamente en la parte media y en el sur de Chile, ya sea en la cordillera de los Andes, ya en la planicie longitudinal. Las de la cordillera de los Andes se presentan siempre en las inmediaciones de los volcanes y forman las bases que sostienen los cerros de escorias, mostrándose de este modo cerca del volcán de Calbuco, desde donde se extienden hasta el golfo de Reloncaví y apareciendo también cerca de la laguna de Ranco. Pero la parte de los Andes, donde ocupa esta roca mayor extensión, es la que corresponde al espacio incluido entre el volcán de Callaqui y el de Peteroa: esta región es también la más a propósito para estudiar sus relaciones con las demás formaciones.

La honda quebrada por donde corre el Lontué deja a descubierto el conjunto de estas rocas sobrepuestas unas a otras y formando cerros de mucha altura (PL. XV). Al subir esta quebrada, un poco antes de llegar a la laguna de Mondaca, se ve salir la traquita por debajo de los estratos de la formación siluriana, volviendo a aparecer después a poca distancia, debajo de un manto de conglomerado, compuesto por pedazos de traquita, de sienita y de rocas estratificadas, sobre el cual descansa otro banco muy grueso de fonolita prismática: éste sostiene, a su vez, a otro banco de conglomerados, y estas alternativas de conglomerados y de fonolitas se repiten hasta la cumbre de los cerros.

Los fragmentos de rocas que se hallan envueltos en los conglomerados conservan sus ángulos, lo cual desvanece toda idea de considerarlos como el producto de materias acarreadas por las aguas. En cuanto a los bancos de fonolita, tienen a veces la estructura prismática y otras se dividen en anchas tablas o presentan una estructura esquistosa. Esta última variedad ocupa siempre la parte superior y media de los cerros, mientras que las demás se encuentran indistintamente en la parte inferior.

Las fonolitas de la planicie longitudinal se presentan siempre bajo la forma de cerros puntiagudos o de diques de grandes dimensiones y sólo se encuentran en la parte media de esta planicie. Se ven, bajo la forma de diques, en la cumbre de los cerros de Calera de Tango y de Renca, siendo ellas las que forman el cerrito de Santa Lucía en la ciudad misma de Santiago, y prosiguen así formando, de trecho en trecho, pequeños cerros hasta el cordón de Chacabuco. En este último punto, como también en el cerro de Renca, suelen contener las fonolitas algunos cristales de augita, presentando así una cierta tendencia a transformarse en basalto o en pórfido augítico.

La disposición de las fonolitas en mantos muy extensos y poco inclinados, indica que las materias que han producido estas rocas, al salir del interior de la tierra, debían tener más fluidez que las que han formado las traquitas y parecerse mucho a las lavas de los volcanes actuales. En la época a que corresponde la aparición de estas rocas es también cuando se manifiesta, por primera vez, un fenómeno que tiene la mayor semejanza con las erupciones volcánicas: tal es la proyección a una gran distancia de materias que salen del interior de la tierra, pues sólo así se puede explicar la formación de los conglomerados que alternan con las capas de fonolita.

Se ve, por lo que precede, que las fonolitas y las traquitas resultan de causas muy parecidas entre sí: ambas tienen el mismo origen e igual composición. Sin embargo, hay algunas circunstancias que indican un cambio bastante notable en la acción de las fuerzas volcánicas: las fonolitas ocupan, en la superficie de Chile, una extensión mucho menor que la de las traquitas, y parece que dichas fuerzas adquirirían mayor energía a medida que se iba estrechando su campo de acción; esto es lo que puede deducirse de la mayor fluidez de las fonolitas y de la proyección de la inmensa cantidad de materia que forman los conglomerados.

La primera aparición de las fonolitas asciende a fines del período terciario. Numerosos pedazos de estas rocas se hallan en el terreno de acarreo que ha venido a cerrar este período, siendo, por otra parte, posteriores a las traquitas, pues se ven extenderse sobre estas rocas las capas de fonolitas. Además, la disposición de estos mantos, puestos unos encima de otros, en número bastante crecido y separados entre sí por los conglomerados, indica que no han salido de una vez, sino sucesivamente y durante un período bastante largo.

#### SERIE DE LAS ROCAS DE BASE DE LABRADORITA

La parte de la costa de Chile, que se extiende desde el puerto de Caldera hasta el morro de Jorgillo, está únicamente formada por una clase de roca que tiene la mayor semejanza con el granito, pero que se distingue de él por la falta del cuarzo y por la naturaleza del feldespato, que es aquí la labradorita y se halla asociado al hierro titanado y a la mica. El hierro titanado se presenta, como en las fonolitas, en cristales muy pequeños, pero en mayor abundancia. La mica, siempre de un color oscuro, forma pequeñas hojitas, sin forma cristalina muy notable. Generalmente la mica es escasa, pero en ciertas circunstancias, cuando la roca forma diques de poco espesor, como se ve en el cerro de Limón Verde, en el desierto de Atacama, llega a ser muy abundante y la roca tiene una gran tenacidad.

En ciertas localidades, como se ve en Caldera, la hiperstena va a juntarse con la labradorita y constituye entonces la roca llamada hiperstenita. Otras dos especies minerales aparecen por primera vez al mismo tiempo que la hiperstena: son éstas el bisulfuro de hierro y la pirita cobriza, que forman pequeñas manchitas en el cuerpo de la roca.

Las rocas de labradorita que existen cerca de la costa forman una faja muy angosta situada entre el mar y el pie de la primera cordillera. Siguen, por consiguien-

te, la primera orientación de sur a norte, con un pequeño declive al este. Limitada al este dicha faja por la formación siluriana, cuyos estratos siguen el mismo rumbo, presentan un fuerte declive hacia el oriente. En los sitios donde existen a la vez la formación siluriana y la permiana, como en Taltal y en Paposo, se ve a los estratos de esta última seguir un rumbo distinto e inclinarse hacia el noroeste, de tal modo, que las labradoritas han debido llegar a la superficie a fines de la primera formación.

La hiperstenita, así como las rocas compuestas de mica y de labradorita, no forman nunca moles tan grandes como las rocas que acabamos de describir, y los diques que forman tienen un rumbo muy distinto, pues se dirigen de este a oeste. Estos diques suelen presentarse, ya sea en los esquistos cristalizados, como en el mineral de La Higuera en la provincia de Coquimbo, en el de Caleu cerca de Santiago, y en los de Valparaíso, ya sea en las formaciones silurianas y permianas, como sucede en el mineral de Tambillo y en el cerro del Toro. Consta, por otra parte, que estas rocas son de un origen más moderno que las sienitas, pues, se ve el dique de La Higuera penetrar en ellas, cerca del mineral del Barco.

La inyección de estas rocas parece que está relacionada con los levantamientos que han formado los cordones que cortan, de trecho en trecho, la planicie longitudinal y siguen la dirección este-oeste, como el cordón de Chacabuco compuesto de arenisca colorada y de Trías. Es, pues, probable, que las hiperstenitas correspondan al final de la última formación.

#### PÓRFIDOS AUGÍTICOS

Los pórfidos augíticos ocupan un lugar importante en la geología de Chile, pues, forman, por una parte, la transición de las hiperstenitas a las fonolitas y están, por otra, en relación inmediata con los grandes depósitos de metales.

Forma el tipo de estas rocas un feldespato compacto, de color oscuro tirando a castaño o a morado, en medio del cual se ven muchos cristales de oligoclasa, blancos y opacos. Finalmente, van a asociarse a las dos especies anteriores, la augita igualmente en forma de cristales y a veces bastante voluminosos, y el hierro titanado en pequeños granos. Así es como se presenta esta roca en el mayor número de sitios, pero en algunos, como en las Arenas cerca de Coquimbo, tiene casi el aspecto de la hiperstenita; la labradorita ocupa el lugar de la oligoclasa y contiene grandes cristales de augita. En otros parajes, la fonolita es la que comienza por tener algunos escasos cristales de augita, que van aumentando más y más y acaban por confundirse con la variedad que les sirve de tipo, como sucede en los diques que se encuentran en el cordón de Chacabuco. Hay últimamente una circunstancia que caracteriza esta clase de rocas, y es la presencia de las amigdaloides que se presentan siempre en contacto con las rocas estratificadas.

Los pórfidos augíticos experimentan, con la acción de la atmósfera, una clase de descomposición muy parecida a la de los basaltos, con los cuales tienen estas rocas gran semejanza, aunque se distinguen de ellos por ser mucho menos fusi-

bles y más escasos de hierro. Esta descomposición principia por un cambio de estructura, desapareciendo primeramente las partes angulosas y la roca toma una forma redondeada. Se divide, enseguida, en capas concéntricas que se separan con facilidad, siendo las exteriores de un aspecto terroso, desmoronadizas y de color algo verdoso, debido a la formación de un silicato de hierro. En este estado se distingue aún el feldespató de la augita, que aparece bajo la forma de manchas rojizas, mientras que la parte feldespática es de un color gris claro; pero cuando la descomposición ha hecho más progresos, se cambia toda la roca en una arcilla de color amarillo, y el hierro, que se ha suoxidado, pasa al estado de hidrato.

En el norte y en la parte media de Chile es donde son más abundantes los pórfidos augíticos, pues se encuentran a la vez en la cordillera de los Andes y en la planicie longitudinal. Están situados en la prolongación de los centros traquíticos y ocupan los intervalos que los separan. Así es como aparecen al norte del río Ñuble, donde forman, con las amigdaloides, una parte de los cerros de Semita. Aparecen de nuevo en el intervalo que separa los grupos volcánicos del Maule y del Descabezado y en muchos puntos de la provincia de Santiago. En la de Aconcagua forman el eje de la cordillera, desde el portillo de Uspallata hasta los nacimientos del río de la Gloria. Las cordilleras de Coquimbo y de Atacama presentan también numerosos diques de estas rocas, tales como los de las Arenas, los de Arqueros y de Rodaíto, los de Juntas, en el valle de Copiapó y los de Lomas Bayas y de Zapallar.

En la planicie longitudinal empiezan a aparecer los pórfidos augíticos al norte de Santiago, primero en el cordón de Chacabuco, después cerca de la cuesta de los Ángeles, del Arrayán y en Petorca, hallándolos en mayor abundancia a medida que se va más hacia el norte. En la provincia de Coquimbo aparecen cerca de la cuesta de Pama, en Tamaya y en Andacollo, así como en la quebrada de la Marquesa, donde se reúnen con los de Arqueros. Las mismas rocas aparecen en la provincia de Atacama, cerca del mineral de Bandurrias, en Chañarcillo, al pie del cerro del Checo y en el desierto de Atacama. En esta última región se acercan mucho a la costa, mostrándose en ambas faldas de la cordillera del Mar, como en Cachiyuyal, en Taltal, en el Cobre y en la bahía de Antofagasta.

Se ve, por lo que precede, que los pórfidos augíticos han salido por las mismas grietas que las traquitas y son poco más o menos de una misma edad. Nótese, además, que las traquitas y las fonolitas se hallan siempre en medio de formaciones cristalizadas, como son los granitos y las sienitas, mientras que los pórfidos se ven únicamente en medio de formaciones secundarias. Esto induce a creer que la diferencia que existe en la composición de ambas clases de rocas pudiera provenir de la acción de las formaciones estratificadas, pues cuando las materias fluidas que han producido estos pórfidos se abrían un camino en medio de estratos abundantes en hierro y en cal, es muy posible que estos dos cuerpos se hayan mezclado, en cierta cantidad, proporcionando así los elementos necesarios para constituir la augita. Las amigdaloides atestiguan esta acción de las materias candentes sobre las rocas estratificadas, pues únicamente al contacto de estas rocas adquieren los pórfidos esta forma particular. Tienen, pues, probablemente el mismo origen que las traquitas.

## ROCAS VOLCÁNICAS

Las rocas volcánicas de Chile difieren apenas, por su composición, de las traquitas y de las fonolitas; pero el modo como han llegado hasta la superficie de la tierra presenta algunos fenómenos que les son particulares y cuya aparición corresponde a uno de los mayores cataclismos que han trastornado este territorio. En efecto, a esta época se refiere la formación del terreno de acarreo que no ha podido llegar hasta los puntos que ocupa hoy día, sino arrastrado por ingentes avenidas que se han precipitado desde la cima de los Andes. El impulso de las aguas era tal, que ha arrastrado tras de sí enormes pedruscos hasta la costa. Hoy día se puede seguir aún la huella de estas corrientes, desde el mar hasta las últimas gargantas de la cordillera.

En cuanto al origen de esta inmensa cantidad de agua, es difícil atribuirle a otra causa que no sea a la fusión casi repentina de las nieves que debían cubrir entonces las regiones elevadas de la cordillera, la cual indica, en la acción volcánica, una intensidad extraordinaria. Es, en efecto, lo que parece resultar del estudio de las primeras rocas formadas durante este período, las cuales son retinitas y obsidias y llenan el espacio de inmensas grietas por donde salía, al mismo tiempo, una enorme cantidad de materias que, proyectadas a grandes distancias, formaban con su amontonamiento cerros de bastante altura.

Estos cerros constan, las más de las veces, de una tierra movediza donde se hallan desparramadas muchas piedras pómez y fragmentos de las rocas que formaban los bordes de las grietas. Otras veces presentan la forma de anchas mesetas casi enteramente compuestas de ceniza volcánica que envuelve varios fragmentos de pómez. Estas cenizas se han endurecido y forman la roca conocida con el nombre de Domita.

No es únicamente en las altas regiones de los Andes donde se hallan estos conglomerados volcánicos, pues se ven también en varios puntos de la planicie longitudinal, cerca de Santiago, donde forman las lomas de los Cerrillos y de Pudahuel, en las haciendas de Puangue, de la Junta y de Puro. Mas donde ocupan mayor extensión es en el sur del grado 35, donde forman una gran parte del llano incluido entre el río Claro de Talca y el Biobío. Así es que la gran extensión de estas materias proyectadas, puede dar una idea de la intensidad de las fuerzas volcánicas durante esta época.

Los conglomerados volcánicos no están siempre relacionadas con las rocas volcánicas actuales; muchas veces son el producto de erupciones traquíticas que se han manifestado en la planicie longitudinal, hallándose particularmente en este caso los de Pudahuel, los de Puangue y los que rodean el cerro del Guanaco y se extienden hasta el salto del Laja. Se ven, en muchas partes, sobrepuestos al terreno de acarreo y otras veces mezclados con este mismo terreno; de modo que mientras las poderosas avenidas que se precipitaban de los Andes cubrían el llano con sus destrozos, el suelo estaba además trastornado por erupciones volcánicas: éstas, sin embargo, no eran más que fenómenos aislados, y toda la intensidad de las fuerzas interiores parecía estar concentrada en las altas regiones de los Andes.

La altiplanicie que sostiene los conos volcánicos del Descabezado está cortada, de norte a sur, por un poderoso dique de retinita que principia en la laguna de Mondaca y se extiende más allá del cerro Azul. Esta retinita ocupa el hueco de la inmensa grieta por donde han salido las materias que forman el conglomerado pomizo que ocupa toda la parte superior de esta planicie: tal era entonces la dimensión de los respiraderos volcánicos. Pero al enfriarse las materias que forman la retinita se han obstruido dichas grietas, quedando sólo algunas pequeñas aberturas en comunicación con el foco interior, que son las que han producido los volcanes actuales, y como las materias han sido proyectadas verticalmente por una abertura de poca extensión, se ha amontonado alrededor y formado los conos volcánicos. Las materias fluidas que han producido los torrentes de lava han salido, sea por la parte superior de los conos, sea por sus flancos, según el grado de resistencia que ofrecían a la presión de estas materias. El Descabezado Grande parece haber sido el primero de estos volcanes: no presenta ningún indicio de lava reciente y todo indica que fue obstruido muy pronto. La acción volcánica hallando entonces un punto de menor resistencia hacia el sur de este primer volcán, se abrió otro camino, siempre por la misma grieta ocupada por las retinitas; este nuevo respiradero es el que ha formado el cerro Azul, menos corpulento, pero casi tan alto como el Descabezado y en el cual se manifiesta aún la acción volcánica. La última erupción se verificó en 1847; entonces la parte noroeste de este cono fue arrebatada por la lava que se precipitó enseguida a una garganta muy estrecha que se dirige al sur y llega así hasta la laguna de la Invernada, después de haber recorrido un espacio de más de diez kilómetros. Se ven aún en la misma planicie otros dos conos más pequeños y modernos: el uno es el Descabezado Chico, del cual ha salido una larga corriente de lava que llena el fondo de otra garganta cuya dirección es de norte a sur y va también a rematar en la laguna de la Invernada, a la que se le debe tal vez su origen, pues parece que esta lava es la que ha obstruido el curso del río. La época de esta erupción es desconocida, pero por el estado de conservación de la lava se ve que no puede referirse a una época muy remota. Finalmente, el último cono conocido con el nombre del cerro del Medio no ha producido corrientes de lava, sino escorias. La historia del grupo volcánico del Descabezado resume, con poca diferencia, la de todos los volcanes de los Andes. Todos provienen de una de esas grandes grietas que se abrieron al fin del período terciario; la acción volcánica se manifiesta desde el principio por ingentes proyecciones de piedra pómez y corrientes de retinita o de obsidiana; luego estas grietas se tapan con las mismas materias que han vomitado, formándose los conos volcánicos sobre las aberturas que quedan.

Los volcanes están repartidos con mucha desigualdad en la cordillera de los Andes. Hay largos trechos donde no se encuentra ningún vestigio de ellos, mientras que en otros forman exclusivamente las cimas más elevadas de esta cordillera. Todo el espacio comprendido entre los grados 27 y 33 está absolutamente desprovisto de conos volcánicos. Los volcanes de Coquimbo, de Limarí, de Choapa y de Aconcagua, que menciona el *Cosmos* del señor de Humboldt, no son más que cerros muy altos formados de traquita o de rocas estratificadas, pero sin ningún vestigio de lava ni de escorias: el único punto donde se han hallado estas últimas es

el lugar llamado la Punilla, un poco al oeste del cerro de Doña Ana, en un pequeñísimo respiradero que ha producido escorias piroxénicas, pero sin formar conos ni corrientes de lava.

Al norte y sur de este trecho es donde están situadas las dos regiones volcánicas de Chile. La del norte principia por el Lullaillaco, volcán de gran elevación, pues llega a 6.173 metros, situado bajo los grados 24,42' y, por consiguiente, muy cerca del límite norte de Chile. Viene enseguida el volcán de Doña Inés, no menos notable, aunque más bajo que el Lullaillaco. Estos dos volcanes son el principio de una gran región volcánica que se extiende muy al norte y comprende los volcanes de Bolivia y de Perú.

La región del sur comienza cerca del grado 33 y el primer cono volcánico que se encuentra está cerca de Santiago en la cordillera de los Andes. Más hacia el sur y en la línea de vertientes de los Andes, se eleva el grupo de los volcanes de Maipo que ocupa todo el espacio comprendido entre el portillo de Piuquenes y la laguna del Diamante. Este grupo consta de cuatro conos y, aunque hace ya mucho tiempo que no ha tenido erupciones, da aún hoy día algunas señales de actividad por la presencia de solfataras.

Entre los grados 34 y 35 se halla el volcán de Tinguiririca, en cuyas cercanías existe también una solfatara. Algo más al sur empieza el grupo del Descabezado, el cual, además de los cuatro volcanes de que hemos hablado ya, comprende otros dos que ocupan la parte norte, el cerro Colorado y el volcán de Peteroa. Este último se distingue por las grandes dimensiones de su cráter, cuyo diámetro tiene cerca de tres kilómetros y despidе humo muy a menudo, aunque parece que hace mucho tiempo que no ha producido lava. La gran corriente que se ha esparcido por la parte del oeste, llevando delante de sí una parte del cono y se ha extendido en la quebrada del río Claro, parece referirse a un tiempo muy remoto; la lava está descompuesta en su parte superficial y cubierta por una capa de tierra sobre la cual se ven árboles más que seculares.

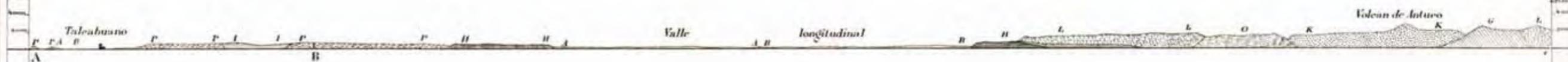
Otro grupo más importante aún que el del Descabezado, se ve cerca de la laguna del Maule, donde forman los volcanes una especie de semicírculo que rodea la depresión ocupada por esta laguna. Esta misma depresión parece haber sido un gran respiradero, pues por todas partes está rodeada de piedra pómez, y por el lado oeste se ve un gran dique de obsidiana que se extiende al norte a cinco kilómetros. En el extremo de este dique, al oeste y al sur, se elevan los seis principales volcanes que forman este grupo. El más notable es el de las Yeguas, cuya poderosa mole ocupa todo el espacio entre la laguna y el río de la Puente; su cráter, muy grande y bien conservado, contiene otro cono más pequeño, que se levanta en el medio y está igualmente provisto de un cráter.

Ninguno de los volcanes de este grupo presenta por ahora el menor indicio de actividad, por más que la corriente de lava que ha salido de uno de los conos situados al sur esté en un perfecto estado de conservación y no parezca más antigua que la del cerro Azul o del Descabezado Chico. Finalmente, al poniente de este semicírculo volcánico, se levanta el nevado de Longaví, otro volcán que parece muy antiguo y cuyo cráter se halla en gran parte destruido.

Cerca del grado 37 y algo al oeste de la línea anticlinal se levanta el pequeño grupo de los volcanes de Chillán, compuesto de dos grandes conos conocidos con los nombres de Nevado y Volcán Viejo y de otro pequeño cono situado al este de estos últimos. Se notan allí pocas pómez y conglomerados, pero los dos grandes conos se apoyan sobre una ancha capa de retinita que se extiende principalmente hacia el oeste, donde se halla cortada en diferentes mesetas por los valles que se han formado después. El cono llamado Volcán Viejo, situado al sur del Nevado, está rodeado, en su base, por numerosas fuentes termales, varias de las cuales son intermitentes y despiden chorros de vapor y agua hirviendo, que recuerdan, en pequeño, los Géiser de Islandia. En la vertiente oriental existe una gran solfatara, siendo esto todo lo que manifestaba la acción volcánica; y hacía más de dos siglos que no se conservaba ninguna tradición sobre la erupción de estos volcanes, cuando a principios de 1861 se vio levantarse una columnita de humo al pie del Nevado por la parte del oeste. Esta columna, cuyo color blanco indicaba que estaba principalmente formada de vapor de agua, fue poco a poco aumentando en altura y por el mes de junio llegó esta nueva abertura a vomitar tal cantidad de materias, que los árboles de las espaciosas selvas que se extienden hasta los bordes del Ñuble se cubrieron de un polvo fino que provenía de las materias proyectadas, y las escorias caían al mismo tiempo alrededor del orificio. El ancho ventisquero que rodea al sur y al oeste la base del gran cono, llegaba muy cerca de esta boca; las escorias se amontonaron allí y acabó por soportar una parte del nuevo cono, hasta que el calor, habiéndole desagregado, por fin, cedió bajo el peso de esta masa y se precipitó con ella al valle de Santa Gertrudis: esta avalancha de nieves, escorias y pedruscos de lava, barrió la espesa selva que ocupaba el fondo del valle y llegó hasta orillas del Ñuble, después de haber recorrido un espacio de doce kilómetros. El fondo del valle fue cegado por un terreno de transporte enteramente semejante a aquél que a fines de la época terciaria fue a desparramarse por el valle longitudinal de Chile, y todo hace creer que entonces, como hoy, la fundición y desmoronamiento de los ventisqueros fue lo que produjo aquellos grandes cataclismos. Después de este desmoronamiento, presentaba el cráter casi la forma de un embudo al que hubiesen cortado la mitad; de este modo estaba descubierto el fondo y desde las alturas que dominan el valle de Santa Gertrudis se podían seguir todas las fases de la erupción.

Durante los meses de noviembre y diciembre estaba la erupción en su período de mayor actividad, sucediéndose las explosiones con tal rapidez, que no se oía más que un continuo redoble. A pesar del viento suroeste que soplaba entonces con violencia, la columna de materias proyectadas se elevaba verticalmente a más de 500 metros y se transformaba luego en un largo rastro horizontal que se extendía a más de 50 kilómetros. Durante los meses siguientes la erupción disminuyó gradualmente de intensidad y en el mes de febrero se sucedían las explosiones a intervalos regulares de 15 a 20 minutos, componiéndose de una serie de detonaciones casi seguidas que, excepto la intensidad, parecían al ruido que hacen las burbujas de gas que van a reventar a la superficie de un líquido. La primera explosión se efectuaba siempre en la parte inferior del cráter: se vislumbraba, en dicha parte, una especie de relám-

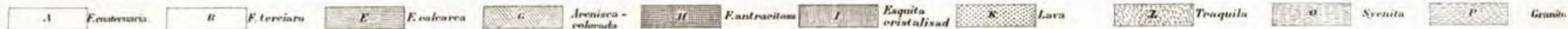
## SECCION GEOLOGICA A 500.000 DESDE EL VOLCAN DE ANTUCO HASTA TALCAHUANO



## SECCION GEOLOGICA A 100.000 DES A HASTA B

SECCION GEOLOGICA A 500.000 DESDE EL PUERTO DE COQUIMBO HASTA EL CERRO DE D<sup>na</sup> ANNA

## SECCION GEOLOGICA A 100.000 DESDE C HASTA D



Sección geológica del suelo de Chile según un plano vertical pasando por Talcahuano y el volcán de Antuco. Esta sección da a conocer la mayor parte de las formaciones geológicas que constituyen el suelo de Chile. Se ha tomado para las alturas una escala doble de la de las distancias; esta diferencia era necesaria para poder indicar algunas formaciones de poco espesor; pero se ha figurado más abajo el perfil exacto del terreno.



pago seguido de una espesa humareda roja, sucediéndole luego otro relámpago en otro punto colocado más al sur, y así sucesivamente en la misma línea y subiendo hasta cierta altura. Sólo después de estas explosiones llegaban a su mayor altura las materias proyectadas y al cabo de algunos minutos se desplomaba encima de sí misma la columna y sólo se veía el color rojo de la lava que formaba una cascada algo delante del cráter. Era evidente que las materias volcánicas llegaban a la superficie, no por una abertura circular, sino por una rasgadura dirigida de norte a sur. El chorro de lava era también intermitente y correspondía a las explosiones, viéndose, después de éstas, aumentar de volumen la lava de la cascadita y brillar con un rojo más vivo. Estos fenómenos eran más difíciles de observar durante el día, porque en la parte inferior del cráter había un vaporcito constantemente que no permitía ver lo que pasaba en el interior. Los fenómenos volcánicos continuaron disminuyendo así gradualmente de intensidad hasta 1863, quedando todo quieto después; pero hacia fines de 1864 hubo una nueva erupción que duró algunos meses, durante los cuales proyectó el volcán gran cantidad de cenizas y escorias. La lava producida por la erupción de 1861 y 1862 no llegó hasta el fondo del valle de Santa Gertrudis. Detenida por el ventisquero contra el cual fue a tropezar, ha formado como una alta muralla reuniéndose en una gran masa detrás de él. Si se comparan estas corrientes de lava de las erupciones modernas, tales como las de Chillán, de cerro Azul y del Descabezado Chico, no se puede menos que quedar sorprendido al ver su débil volumen comparado con las de las antiguas erupciones; la pequeñez relativa de los nuevos conos, la poca extensión de las corrientes de lava, todo indica una marcha decreciente en el poder de las acciones volcánicas.

Al sur del grupo de Chillán los volcanes son aún numerosos, pero ya no aparecen reunidos en tan gran cantidad. El primero que se encuentra es el volcán de Antuco situado bajo el grado 37,25' y al oeste de la línea anticlinal; se presenta como un magnífico cono que se levanta al extremo del valle del Laja, hacia el cual se han dirigido todas las corrientes de lava que dimanan de él. Al este se halla en parte rodeado por el lago del Laja, y luego por colinas de conglomerados de pómez que indican suficientemente que ha debido establecerse sobre algún antiguo dique de obsidiana. La última erupción tuvo lugar en 1861, un poco antes de la del volcán de Chillán, y la lava que produjo fue en tan pequeña cantidad que no pudo llegar a la base del cono. El cráter actual ocupa la cima de un pequeño cono situado él mismo en el interior de otro cráter mucho más vasto, cuyos restos se ven al este y al sur. La acción volcánica se halla hoy día concentrada en el pequeño cráter, en cuyo fondo se ve una abertura circular, que no tiene más allá de dos metros de diámetro, y de allí es de donde se escapa constantemente una gran cantidad de vapor de agua y de ácido clorhídrico. Las escorias que rodean esta abertura están descoloridas por la acción del ácido y penetradas de cloruro de hierro (PL. XVIII). Estas escorias descoloridas forman, desde la abertura, un rastro que se extiende hacia el sur, y manifiesta así el paso de los vapores por una rasgadura semejante a la del volcán de Chillán.

Siguiendo siempre al sur la cordillera de los Andes, se encuentra primeramente el volcán de Callaqué y luego el de Copahue. Cerca del grado 30 se elevan los

dos conos del Lonquimay, y hacia el grado 39 levanta el Llaima su cima nevada a una altura de más de 3.000 metros. Este volcán tuvo una gran erupción en 1864, y la columna de humo que brotaba tenía una altura casi el doble de la del cono, es decir, de 5.000 a 6.000 metros; este cono, uno de los más hermosos de la cordillera de los Andes, tiene encima de su base una altura de más de 2.000 metros. Al sur del Llaima se ven el Villarrica, el Quetropillán, el volcán de Lajara, el Osorno y el Calbuco. Estos dos últimos están situados enteramente al oeste de la cordillera de los Andes y se elevan inmediatamente por encima del lago Llanquihue, cuya altitud no excede de 40 metros.

Los volcanes, comprendidos entre los grados 24 y 42, son en número de treinta y cuatro. En el intervalo comprendido entre los grados 33 y 42 se hallan aún treinta y dos, lo que da, como término medio, un volcán por cada distancia de 31 kilómetros. Verdad es que muchos de ellos están reunidos en espacios poco extensos, como los del Descabezado y del Maule, lo cual aumenta la distancia de los conos aislados; pero en ningún caso excede esta distancia de 100 kilómetros.

Los volcanes que pueden existir en la parte de los Andes que se extiende al sur del grado 42, no se han explorado aún. Se han designado, como habiendo estado en erupción, en diferentes épocas, al Minchimahuida, al Corcovado y al Yánteles, así como al volcán de San Clemente, situado en frente de la península de Tres Montes. Es probable que cuando se conozca bien esta parte de los Andes se descubrirá en ella mayor número de conos volcánicos.

Las lavas de los volcanes de Chile se refieren todas a un mismo tipo; este tipo es el traquíítico. Las más modernas, las que provienen de las erupciones del cerro Azul, del Descabezado Chico y del volcán de Chillán, están compuestas de retinita escorácea en la que se hallan diseminados numerosos cristales de oligoclasa; todas contienen cierta cantidad de hierro titanado, y las del Antuco encierran, además, olivina. Otras lavas más antiguas, como las del volcán de Peteroa y del Osorno, presentan, aun, la misma composición; sólo la retinita ha perdido su brillo y se ha convertido en una materia semejante a la que forma la pasta de las traquitas. Finalmente, las lavas más antiguas, las que parecen ser producto de las primeras erupciones, son retinitas o fonolitas, porque estas dos rocas pasan a menudo de una a otra por modificaciones graduadas.

Si se consideran ahora, en su conjunto, las rocas plutónicas de Chile, se puede ver que resultan de su estudio dos hechos principales: primeramente la uniformidad de la composición elemental de todas estas masas, que sólo difieren unas de otras por el modo en que se han agrupado en ellas los elementos químicos: mezclando, con la fusión, los elementos que constituyen el granito, se obtendría una materia vítrea cuya composición no diferiría de las lavas más modernas, más que por una proporción mayor de sílice, hallándose en ella las mismas bases y los mismos metales, como el hierro y el titanio. El segundo hecho se refiere al modo de inyección de estas masas fluidas, impelidas del interior hacia la superficie por fuerzas desconocidas, pero obrando todas en direcciones determinadas: estas fuerzas han roto y levantado las partes sólidas, produciendo así grandes rasgaduras, cuyos bordes han formado el primer trazado de las cordilleras de montañas. Las más

antiguas de estas rasgadas han sido formadas después del depósito de terreno siluriano, y se refieren a la inyección de las masas que han producido los granitos; su orientación es casi del nor-noreste al sur-suroeste, que es la misma que la de los estratos del terreno siluriano: entonces fue cuando se formó el primer trazado de la cordillera Marítima de Chile. En los períodos que siguen se producen aún, según la misma orientación, las rasgadas por donde se escapan las sienitas y cuyos bordes dibujan los primeros trazos de la cordillera de los Andes.

Desde esta época aparece el suelo de Chile como uno de esos anchos respiraderos que ponen en relación del interior el globo con su superficie. Luego, más tarde, hacia el fin del depósito de las capas permianas, viene un nuevo sistema de rasgadas a agregarse a las que llenaban los granitos y las sienitas, siendo por ellas por donde se escapan las hiperstenitas: orientadas casi de oeste a este, forman los primeros eslabones que ligan los Andes a la cordillera Marítima; luego, hacia principios de los depósitos cretáceos, está el suelo rasgado aun en otro sentido y los pórfidos cuarcíferos aparecen por estas nuevas rasgadas orientados de nor-noroeste al sur-sureste. Las huellas de esta dislocación se hallan a cada paso en la cordillera de los Andes, donde crestas de gran altura y profundos valles se orientan en la misma dirección. Cuando las rocas volcánicas aparecieron en la superficie, presentaba el suelo de Chile tres sistemas de dislocaciones, que fueron las vías que siguieron para derramarse por el suelo; pero, sobre todo, por estos puntos de entrecruzamiento de las rasgadas pertenecientes a estos diferentes sistemas y que ofrecían, por lo mismo, menos resistencia, es por donde se derramaban en masas más considerables y formaron esas regiones volcánicas escalonadas, de distancia en distancia sobre la línea sienítica que ocupa el eje de los Andes. Entonces es cuando se manifiesta por primera vez un orden de fenómenos que caracteriza aún en nuestros días la erupción de las masas volcánicas: fluidos elásticos se escapan de ellas con violencia y proyectan a grandes distancias las partes más o menos fluidas que se desprenden, siendo siempre el agua, en estado de vapor, la que forma la casi totalidad de estos fluidos. Ora llegue a ponerse en contacto de las masas ardientes por medio de las numerosas grietas que resultan de la dislocación del suelo, ora se halle allí desde el origen en estado de combinación, el hecho es que a medida que se acerca la lava a la superficie y disminuye la presión, la mayor parte de esta agua se desprende bajo la forma de vapor y produce las explosiones que proyectan las escorias. Las masas que han producido las rocas volcánicas empezaron a llegar a la superficie del mismo modo que las demás masas plutónicas, es decir, por medio de largas y anchas rasgadas de donde se extendían por el suelo, formando vastas capas de materia abrasada. La cantidad de materias proyectadas, entonces, estaba relacionada con la extensión de esos focos volcánicos; después se han estrechado gradualmente esas aberturas por la consolidación de las materias esparcidas, quedando sólo un pequeño orificio, a cuyo alrededor se han amontonado las escorias que forman los conos volcánicos.

Al comparar las circunstancias que han acompañado la inyección de las masas volcánicas con las que se refieren a las demás rocas plutónicas, se puede ver que las primeras han debido ser arrojadas del interior por la acción de una intensidad

mucho mayor, y que han llegado a la superficie con una temperatura más elevada; por consiguiente, si fuerzas más débiles han podido romper y levantar las capas sólidas, con mayor razón las materias volcánicas habrán producido efectos semejantes, siendo éstas a las que deben referirse los mayores levantamientos que han contribuido a formar la cordillera de los Andes.

#### SISTEMAS ESTRATIGRÁFICOS

Las investigaciones de los geólogos sobre el origen de las montañas datan apenas de medio siglo a esta parte. Después de un profundo estudio sobre la estructura de los Alpes, fue cuando el señor Elie de Beaumont sentó las bases de esa ciencia que ha tomado después el nombre de *estratigrafía*.

Ya se ha visto, por lo que precede, el importante papel que han desempeñado las masas plutónicas en la estructura geológica de Chile; así, pues, sean cuales fueran las causas que han impelido esas poderosas masas desde el interior de la Tierra hacia la superficie, el caso es que no han podido llegar allá sino rompiendo la capa superficial. Los estratos, horizontales en un principio, han debido ser enderezados por ambos lados de las grandes rasgaduras que esas rocas han cegado y estos estratos, así enderezados son los que han formado el primer trazado de las cordilleras de montañas. Resulta de estos hechos, que el eje de las grandes masas plutónicas, la línea de estratos enderezados y finalmente el eje de la cordillera de montañas que constituyen, deber estar orientados en una misma dirección y a este conjunto de líneas orientadas del mismo modo se da el nombre de sistema estratigráfico.

#### SISTEMA COLOMBIANO

El sistema estratigráfico más antiguo que ha dejado huellas en Chile se refiere a la inyección de las rocas graníticas; la gran masa de granito que se extiende desde la cordillera de Nahuelbuta hasta la provincia de Curicó, sigue poco más o menos una orientación noreste; el arco del gran círculo que pasa por los dos extremos de esta masa, forma con el meridiano un ángulo al noreste de  $26^{\circ}30'$ . Esta orientación es también la que siguen los estratos, la de la costa de Chile, desde la bahía de Arauco hasta Valparaíso, y por fin la de la cordillera marítima, desde los pantanos de Lumaco hasta el Tinguiririca. Si se prolonga hacia el norte el arco del gran círculo que pasa por Arauco y Valparaíso, siguiendo así esa parte de la costa de Chile, se observa que va a juntarse con la cordillera de los Andes, cerca del cerro del Azufre y que desde este punto la cordillera sigue exactamente la dirección de este arco. Por último, el eje de la cordillera de los Andes, desde el volcán de Chillán hasta el Tupungato, sigue aún la misma dirección. Tales son las tres grandes líneas que trazan, sobre la superficie de Chile, la dirección del sistema Colombiano; pero estas líneas no son únicas, pues se nota aún un gran número de rasgaduras más pequeñas que tienen la misma orientación. Tal es la línea de

montañas que se extiende desde la hacienda de San Diego, en la provincia de Santiago, hasta el cerro de la Chapa, que cierra, hacia el sur, el valle de Limache y pasa por las montañas de la Palmilla, la cuesta Zapata, Tapihue y Marga-Marga; otra menos extensa que va desde la costa de Prado hacia Chiñihue y finalmente la de las montañas que se extienden entre el Maipo y el Rapel, desde el Horcón de Piedra hasta San Pedro, así como gran número de ramas de los Andes, que se han indicado ya en la parte que trata de la orografía.

Ya se ha visto que los granitos fueron inyectados hacia fines de la época siluriana, siendo, por consiguiente, a esta época a que debe referirse la formación de una parte de la cordillera de los Andes así como la cadena marítima. El levantamiento que tuvo lugar en aquella época ha desempeñado un gran papel en la configuración de América del Sur. Si después de haber trazado en un globo el círculo que sigue la cordillera de Atacama y la costa de Chile hasta Arauco, se traza un segundo círculo tangente a la costa de Brasil, desde Pernambuco hasta el cabo de Santo Tome, este círculo vendrá a cortar al primero a los  $69^{\circ}4'$  de latitud Sur y  $148^{\circ}18'$  de longitud occidental, y este sitio parece, pues, ser el punto de convergencia de todas las grandes líneas que trazan el relieve de este continente. En efecto, hacia este punto viene a pasar el círculo que sigue el eje de la cordillera de Colombia, el que sigue el curso de Paraguay, entre Rosario y Corrientes, el de la cordillera marítima de Brasil, desde el lago de los Patos hasta Santos y, por tanto, el de la cadena de montañas que se extiende entre la costa y el valle del río de San Francisco. Hay que notar también que las dos grandes regiones volcánicas de Chile, la del desierto de Atacama y la que empieza con los volcanes del Maipo, se hallan colocadas sobre este sistema.

#### SISTEMA CHILENO

Siguiendo en el mapa geológico de Chile la distribución de las rocas sieníticas, se observa que, en varias localidades, continúan la misma orientación que los granitos; pero en el mayor número de casos están dispuestas paralelamente al eje principal de los Andes chilenos, es decir, al de la parte que se extiende desde el volcán de Chillán hasta el estrecho de Magallanes y cuya dirección se reproduce entre el Tupungato y el cerro del Azufre. Así, pues, ya se ha visto que las sienitas habían sido inyectadas después del granito y durante el depósito de las capas de arenisca roja. Los estratos de esta formación, siempre fuertemente enderezados, siguen la misma orientación que las sienitas y forman una gran parte de las crestas más elevadas de los Andes chilenos. A esta época debe referirse el primer trazado de esa alta cordillera de montañas.

Si, como se ha hecho en el sistema Colombiano, se traza en un globo el gran círculo que sigue el eje de esta cordillera, desde su extremo sur hasta el volcán de Chillán, se ve que se aleja de él en el intervalo comprendido entre este volcán y el Tupungato, pero que, desde este punto, sigue de nuevo hasta la entrada del desierto de Atacama, donde se aleja de nuevo; pero en la parte occidental del desierto

se nota una pequeña cadena de montañas que se halla sobre su prolongación, y es la que comienza en el cerro Negro extendiéndose desde allí hasta Limón Verde; más hacia el norte pasa este círculo entre el nevado de Sorata y el monte Illimani, donde se ve aparecer aún las rocas sieníticas.

Otro círculo que pasa por Arica y el cabo Pílares, sigue la costa de Chile con notable regularidad hasta Chiloé y enseguida esa larga hilera de islas que se extiende hasta el estrecho de Magallanes y no es más que la continuación de la cordillera Marítima. El espacio comprendido entre estos dos círculos abraza toda la parte occidental de Chile, pudiéndose notar que la cadena marítima, el valle longitudinal y las principales crestas de los Andes les son paralelas; sobre estas líneas se hallan situadas también las principales minas de Chile.

Los dos círculos que acabamos de describir van a cortarse cerca del estrecho de Belle-Ile, siendo de notar que otros dos círculos que pasan por este punto, el primero sigue el curso superior de Paraguay y el otro la cordillera occidental de Colombia. En este huso esférico es donde se halla comprendido uno de los círculos de la trama pentagonal del señor Elie de Beaumont, el que forma con el meridiano de Valdivia un ángulo de  $8^{\circ}43'27''$  al noreste.

Así es como se debe hacer coincidir la época de la arenisca colorada, no sólo el origen de los Andes chilenos sino, también, la de la parte norte de la cordillera Marítima, así como los principales rasgos que caracterizan el relieve de Chile.

#### SISTEMA PERUVIANO

Independientemente de las direcciones que acaban de indicarse, se nota aún en Chile, tanto en los estratos como en las masas plutónicas, gran número de crestas de montañas donde tienen los estratos una orientación enteramente diferente de las dos que preceden. Esta dirección se distingue sobre todo en la cordillera que va del morro de Chañarillo al cerro Blanco y se la vuelve a encontrar aun en la parte superior del valle de Maipo, donde las capas de las montañas de San Pedro Nolasco y de San Lorenzo presentan la misma dirección, es decir, la del N  $30^{\circ}$ . El enderezamiento de estos estratos parece referirse a la inyección de los pórfidos cuarcíferos. En efecto, se ve a esta roca formar un poderoso dique que sigue la misma dirección desde el antiguo camino de Copiapó a Chañarillo hasta la base del morro, volviendo a aparecer después la misma roca en los Frailes y cerro Blanco y al final en toda la cordillera a que pertenecen esas montañas. Se ha visto, por otra parte, que los estratos enderezados por estos pórfidos comprendían a la vez el terreno jurásico y la parte inferior del terreno cretáceo. Hacia esta última época se debe, pues, hacer referir la formación de las montañas que siguen esta dirección. Muchos valles de Chile se remiten a este sistema, cuya orientación se vuelve a hallar, ya sea en las profundas cortaduras de la cordillera de los Andes, ya en los valles que desembocan en el mar; tales son el valle de Maipo desde su desagüe hasta Cuncumén, el de Rapel desde el mar hasta Llallauquén y el del Tinguiririca que forma su continuación; finalmente, más hacia el sur, el valle de Biobío desde Concepción hasta Nacimiento.

Las aristas producidas por este levantamiento han ido a cortar en varios puntos las que se refieren al sistema Chileno. Ambas acciones se han sobrepuesto y resultando de ello, tanto en la cordillera de los Andes como en la de la Costa, cerros de mayor altura que los de las partes que no han sido sometidas a este doble levantamiento. En efecto, en estos puntos de entrecruzamiento de estos dos sistemas es donde se hallan los macizos más elevados de los Andes, tales como los de Doña Ana, los del Mercedario, del Aconcagua y del Tupungato.

La orientación de este sistema estratigráfico es la misma que la de las cordilleras de Perú, correspondiendo también al gran eje de la meseta boliviana, donde se ve a los pórfidos cuarcíferos despuntar por muchos puntos y formar montañas alineadas en esta dirección. Las líneas estratigráficas de Chile que se refieren a este sistema no deben ser, pues, más que la prolongación de una acción mucho más intensa que se ha manifestado en Perú y en Bolivia.

El círculo que sigue el eje de los Andes de Perú, desde la paralela de Pisco hasta Payta, va a pasar muy cerca de la ciudad de Guatemala; así pues, si desde este punto se trazan otros dos círculos de los cuales uno vaya a parar al cabo San Roque y el otro a Concepción, se ve que este último sigue exactamente el curso del Biobío, mientras que el otro forma la costa noreste de América del Sur, y los demás círculos trazados en este huso, cuya cima estaría en Guatemala, corresponden a líneas notables del continente sudamericano y de América central, sobre todo el círculo que pasa por Panamá y que da la orientación de las costas de América Central.

Chile ofrece aún huellas de un cuarto sistema estratigráfico, cuya orientación no ha podido ser determinada con toda la exactitud necesaria a causa de la poca extensión que presentan las localidades donde ha podido observarse. Este sistema cuya orientación es casi de oeste a este, corresponde a la inyección de las hiperstenitas y se refiere, por consiguiente, al intervalo comprendido entre el depósito de la arenisca colorada y la del terreno jurásico. Varias de las cordilleras transversales de Chile siguen esta dirección; tal es particularmente aquélla sobre la cual se halla la Campana de Quillota y se extiende desde el cuello de San Pedro hasta las montañas de Chacabuco. El valle por donde corre el río del Volcán, en la provincia de Santiago y el de Laja, siguen igualmente la misma dirección.

Tales son los cuatro sistemas estratigráficos cuya existencia ha sido reconocida, pero los levantamientos son en mayor número: las grandes rasgaduras producidas por la llegada de estas primeras masas plutónicas han formado las primeras comunicaciones establecidas entre la superficie y el interior de la tierra, siendo por allí por donde han salido a luz las rocas que les han sucedido. Cuando se estudia la disposición de las masas traquíticas en las cordilleras de Chile, se ve que estas rocas acompañan casi siempre las sienitas y forman grandes líneas que les son paralelas, siguiendo así el eje de los Andes en toda su longitud; pero no es sólo cerca del eje donde se las halla, pues en ambas vertientes de esta gran cordillera forman largos rastros que les son paralelos. Por último, se las ve despuntar, de trecho en trecho, en el valle longitudinal o en su prolongación, desde la Araucanía hasta el desierto de Atacama, de tal modo que dichas rocas han penetrado casi en todas partes la

poderosa masa de los terrenos estratificados. Si se considera que las capas del terreno jurásico que han debido formarse en el fondo del mar, se manifiestan hoy día a una altura de más de 5.000 metros, se tendrá una idea del levantamiento que se ha efectuado durante la inyección de estas rocas, levantamiento acaso el mayor que ha habido en el globo.

Los estratos de los terrenos levantados se dirigen casi constantemente hacia el este, lo que induce a considerar al valle longitudinal como el eje de esa inmensa rasgadura del cual serían sólo los bordes la cresta de los Andes; acaso ha habido también un hundimiento del suelo en la parte situada al oeste, o a lo menos es lo que parece resultar de la dirección de la costa que, como ya se sabe, es paralela al eje de los Andes y de la posición de los estratos de la cordillera Marítima que se dirigen igualmente hacia el este.

La época en que se han efectuado estos acontecimientos parece corresponder al fin del período cretácico. En efecto, no se encuentra en los Andes ninguna huella del terreno cretáceo superior, ni tampoco del terreno terciario, mientras que los terrenos jurásicos y cretáceo inferior se dejan ver en numerosos puntos; las traquitas, sin embargo, no han salido todas al mismo tiempo, pues las del valle longitudinal son las más antiguas, mientras que las más recientes se hallan cerca de la cima de los Andes; todo parece indicar que los movimientos del suelo que han contribuido a la formación de la cordillera de los Andes, han continuado durante un largo período. A fines de la época terciaria ha habido como un recrudescimiento de la acción volcánica; la enorme cantidad de materias que ha sido proyectada y forma los conglomerados de pómez y traquita y el suelo socavado y trastornado en largos espacios, indican en las fuerzas volcánicas una intensidad desconocida hasta entonces. Ejerciendo su acción principal sobre las rasgaduras que corresponden al sistema Chileno, las de los demás sistemas han sido ensanchadas al mismo tiempo y penetradas también por las materias volcánicas, pues siempre en el punto donde se encuentran estas diferentes clases de rasgaduras es donde se hallan huellas de mayor actividad. Todo induce, pues, a creer que por este tiempo es cuando la cordillera de los Andes llegó a su último desarrollo y al que hay que hacer referir el gran rompimiento de los hielos que arrastró consigo, por todo el valle longitudinal, los restos arrancados a las montañas de los Andes, así como los movimientos que han elevado encima de las aguas las capas terciarias que se ven escalonadas todas a lo largo de la costa. Esta gran crisis, como ya dejamos dicho anteriormente, ha terminado con la formación de los conos volcánicos y parece que desde dicha época el suelo de Chile no ha experimentado otros movimientos de gran intensidad.

Si se echa una mirada retrospectiva sobre los fenómenos que se acaban de indicar, se ve, desde luego, a las rocas graníticas producir, en las épocas más remotas, los primeros levantamientos del suelo y formar en el actual solar de Chile, una primera cordillera de montañas dirigida poco más o menos del noroeste al suroeste; luego llegan las sienitas, y el suelo, levantado en la dirección del sur al norte, delinea las primeras formas de la cordillera de los Andes: enseguida, a mediados de la época en que se depositaban los terrenos cretáceos, tiene lugar el tercer levantamiento, que enderezando los estratos en la dirección del nor-noroeste al sur-

sureste, forma las principales ramificaciones de esta cordillera, así como los altos macizos de que se desprenden. Finalmente, a principios de la época terciaria se efectúa el gran levantamiento que corresponde al derrame de las rocas traquíticas y que continúa durante todo este período; entonces es cuando adquiere el relieve de Chile toda su forma definitiva, la cima de los Andes llega a su mayor altura y se trazan definitivamente la cordillera Marítima y los contornos de la costa.

Como se ve, la gran cordillera de Chile resulta de varios levantamientos que han tenido lugar en épocas muy lejanas unas de otras y cuyos efectos, sobreponiéndose, han llevado las grandes masas que la forman a la altura que tiene hoy día. Uno de estos levantamientos que parece haber obrado más particularmente sobre Chile y al cual hemos dado el nombre de sistema Chileno, es el que imprime su principal carácter al relieve de esta región. Los demás han obrado especialmente sobre otras partes de América del Sur y los efectos que han producido sobre Chile no son más que las últimas manifestaciones de un movimiento que se operaba en otra parte con una gran intensidad; así, el levantamiento de los estratos en la dirección del sistema Colombiano no es más que la continuación del que ha producido las cordilleras de Colombia y una parte de las cadenas de montañas de Brasil; las que siguen la dirección nor-noroeste deben sólo esta posición a la prolongación, hacia Chile, del gran levantamiento que ha producido las cordilleras de Perú y la cordillera oriental de Bolivia: a esta circunstancia debe la altiplanicie boliviana su gran elevación, pues ocupa precisamente el espacio donde van a encontrarse las tres zonas que contienen estos sistemas estratigráficos.

Después del gran desarrollo de fuerzas volcánicas que han producido los conglomerados de pómez y las masas de retinita y de obsidiana, el suelo de Chile no ha experimentado más que movimientos parciales y de poca extensión con relación a las erupciones volcánicas, movimientos que se manifiestan por los temblores de tierra cuya intensidad parece que va disminuyendo. Sin embargo, las grandes masas dislocadas no han recobrado todavía su posición de equilibrio, manifestándose en toda la costa de Chile un movimiento muy lento, pero continuo: los puertos disminuyen de profundidad poco a poco y se ven a descubierto bancos de conchas de origen muy reciente, así como rocas agujereadas por moluscos litodomas que hoy día se elevan a seis u ocho metros sobre el nivel de las más altas mareas. En la parte de la costa, sobre todo, que se extiende entre Concepción y el desagüe del Maule, es donde puede observarse la marcha de este levantamiento; las rocas horadadas por estos pequeños moluscos forman los escollos que bordean la costa y se ven las cavidades que han cavado, desde la cima de estas rocas hasta el nivel del mar, donde trabajan aún los mismos animales; hay huellas de un levantamiento lento y continuo. La acción de éste parece estar mucho más pronunciada en el norte que en el sur de Chile: bajo la paralelo de Lebu no se halla ya ningún vestigio de ella y yendo más al sur parece, al contrario, que una parte del suelo baja su nivel; en la costa del golfo de Reloncaví se encuentran raíces de árboles que están bañadas por las aguas en alta marea. Muchas islas del archipiélago de Chiloé están cubiertas de un conglomerado enteramente semejante al terreno de transporte que forma la meseta de Llanquihue, lo cual prueba que, en otra época, estas islas debieron estar unidas al continente.

## EMANACIONES VOLCÁNICAS

Las materias que constituyen las rocas plutónicas no son las únicas que proceden del interior del globo; al llegar a la superficie estaban acompañadas de otras sustancias mucho más fluidas, líquidas o gaseosas, que han producido en las rocas vecinas los cambios conocidos con el nombre de metamorfismo. A pesar de su alta temperatura, las lavas contienen siempre una cantidad bastante grande de agua que está mantenida allí, en el estado líquido, por la alta presión que experimenta; al acercarse a la superficie, recobra esta agua su estado elástico, la lava se cambia en un líquido espumoso y cuando la fuerza elástica del vapor ha llegado a ser bastante grande, arroja con violencia una parte de esas materias que vuelven a caer bajo la forma de escorias, mientras que otra se escapa por las aberturas del cráter o por los lados del cono, cuando éste no presenta bastante resistencia. Al principio de las erupciones volcánicas, son casi continuas estas expulsiones de materias, siendo entonces imposible acercarse al cráter y reconocer la naturaleza de los fluidos que salen de él, pero las explosiones se vuelven pronto intermitentes y en el intervalo que media tienden a desprenderse las materias gaseosas. Tal era el estado del volcán Antuco en 1863; una espesa columna de humo se escapaba de una abertura situada cerca del fondo del cráter, formada en su mayor parte por vapor de agua, pero se reconocía aún, en ella, la presencia de una gran cantidad de ácido clorhídrico, aunque carecía de ácido sulfuroso y de hidrógeno sulfurado. Las escorias que formaban los bordes del orificio así como las que ocupaban el fondo del cráter, habían sido fuertemente descompuestas allí por los vapores ácidos; su color era amarillo claro y estaban penetradas de cloruro de hierro (PI. XVIII); en otras partes estaban fuertemente coloreadas de rojo, por el peróxido de hierro procedente de la descomposición de este cloruro. Por otra parte, no se nota en el cono del Antuco ni en sus cercanías, ningún indicio de emanaciones sulfurosas, pero éstas, al contrario, dominan en el grupo volcánico de Chillán. Al este y al sur del cono austral se observan numerosos desprendimientos de vapores y gases: en el costado oriental de este cono se nota una gran solfatara conocida con el nombre de Cerrito de Azufre. Los gases y el vapor de agua se escapan silbando de las numerosas grietas tapizadas de azufre cristalizado; una parte del agua se condensa mezclada con el ácido sulfúrico, siendo este líquido ácido el que obra fuertemente sobre las rocas de retinita que forman el suelo de la solfatara y han sido transformadas en una especie de lodo cuya parte sólida está constituida por la sílice y el peróxido de hierro, mientras que las bases alcalinas, la alúmina y el protóxido de hierro, se hallan disueltas en estado de sulfato. En las partes más directamente expuestas a la acción de los vapores, todos los cuerpos susceptibles de combinarse con el ácido sulfúrico son arrebatados y la sílice se queda sola en estado pulverulento y enteramente incolora. Así es como se manifiestan los fragmentos de retinita envueltos por el azufre que tapiza las grietas. Las materias que acompañan al vapor de agua que se escapa de esta solfatara son el azufre, ácido sulfúrico y nitrógeno; y, si bien ennegrecen el papel de acetato de plomo, no por eso contienen ácido sulfídrico, su olor es el del azufre en fusión y no recuerda en nada el de este ácido.



Eug. Cicero lith.

Imp. Barousse Paris

## VALLE DE LOS PIUQUENES .

e Formación calcárea , f Arcillas y yeso , g Arenisca colorada , o sienita

Vista de la parte occidental de la quebrada de los Piuquenes.

Esta quebrada en la cual corre el río del Yeso afluente del Maipo presenta las relaciones de la formación de la arenisca colorada con las arcillas que contienen el yeso y con la formación calcárea; se notan también algunos grandes diques de sienita que han reventado los estratos de la arenisca colorada. Cada formación está indicada por una letra, y sus límites por líneas punteadas.



El agua que se escapa del lodo de la solfatara, penetra en las grietas de las rocas vecinas y depone allí sílice en estado de ópalo o sulfato doble de alúmina y hierro. Tales son los fenómenos que presenta la solfatara del volcán Viejo. En la base de este mismo cono se notan numerosos chorros de vapor conocidos con el nombre de volcancitos, chorros intermitentes que recuerdan, en escala menor, los géiseres de Islandia; los más notables se hallan cerca del establecimiento de los baños y ocupan el fondo de una cavidad cónica que parece haber sido producida por una explosión (PI. XVI). El vapor que sale de ella casi continuamente experimenta, por momentos, un movimiento de parada, dejando oír después un ruido sordo y proyectando con fuerza a algunos metros de altura, una columnita de agua hirviendo; el vapor y los gases se escapan, entonces, silbando; sobreviene luego un nuevo lapso de reposo, repitiéndose así el fenómeno por intervalos de algunos minutos. Las materias que salen de estos volcancitos no son las mismas que las de la solfatara, pues el ácido sulfídrico se desprende de ellas en gran cantidad y su presencia se reconoce por el olor característico que exhala. Los demás gases que acompañan al ácido sulfídrico son el ácido carbónico y el nitrógeno; finalmente, entre las materias contenidas en disolución domina el carbonato de cal asociado con sulfato de sosa y magnesio, así como con cloruro de calcio, de sodio y magnesio y hasta hierro, manganeso, alúmina y una pequeña cantidad de sílice. Estas mismas sustancias, mezcladas a una pequeña cantidad de azufre pulverulento, vuelven a hallarse en los lodos que deponen las aguas que salen de estos orificios. El carbonato de cal se presenta allí en cristallitos prismáticos que recuerdan los de la aragonita; el hierro está en estado de sulfuro y el manganeso en el de óxido hidratado. Estas aguas, si bien no tienen ninguna reacción ácida, ejercen una acción muy poderosa sobre las traquitas a través de las cuales se abren paso; éstas rocas son descoloridas y despojadas de sus bases alcalinas, presentando una masa caolínica sembrada de cristallitos de pirita ferruginosa; a veces esta sustancia forma allí también venas; en una palabra, estas traquitas presentan todos los caracteres de una roca de filón.

Al lado de los volcancitos se ven algunas fuentes termales cuya temperatura varía entre los 60° y 80°. Su composición difiere apenas de la del agua de los volcancitos, desprendiéndose los mismos gases, y las rocas sometidas a su acción presentan la misma alteración. El volcán de Chillán ofrece así, en un espacio muy reducido, tres fases diferentes de fenómenos volcánicos; en uno de los lados del cono los gases y vapores tienen una temperatura bastante elevada para vaporizar al azufre; en la base los volcancitos comparables al géiser de Islandia y, finalmente, fuentes termales sulfurosas. Hechos semejantes a los que acabamos de referir se observan en muchos otros volcanes de Chile; las solfataras de Trapa Trapa, de Tinguiririca, de los volcanes de Peteroa y del Maipo, no difieren en nada de las de Chillán y si no se encuentra el géiser en las cercanías, hay a lo menos las fuentes termales sulfurosas. El volcán de Antuco es una excepción notable por la naturaleza de sus emanaciones, pues, aunque situado entre el Trapa Trapa y el Chillán y a corta distancia de estos dos volcanes, no se ve en él ningún indicio de emanaciones sulfurosas, mientras que el ácido clorhídrico que forma aquí el producto principal de las emanaciones falta en las de los demás volcanes; esta notable diferencia no

puede atribuirse más que a dos causas, a saber: o hay que admitir que la masa candente de donde salen las emanaciones volcánicas no presenta en todas partes la misma composición o bien las emanaciones se modifican al atravesar las partes sólidas a las cuales dejan o quitan una parte de sus elementos constitutivos. La composición, casi igual en todas las lavas, hace poco probable la primera hipótesis; al contrario, se comprende que cuerpos enérgicos, como el cloro, pueden obrar sobre las materias situadas a su paso, combinarse con las bases alcalinas y a los óxidos; si se encuentran sulfuros, se eliminará el azufre y aparecerá a la superficie, sea en estado elemental o en combinación con el hidrógeno y el oxígeno. De este modo se tendrán todos los productos de las solfataras y de las aguas termales sulfuradas. Cuando la acción volcánica llega a su máximo de intensidad durante las erupciones y el período decreciente que precede a la suspensión de los fenómenos volcánicos, es tan considerable el desprendimiento del cloro, que sólo una parte se combina con las rocas subyacentes, mientras que la otra se escapa con el vapor de agua por los respiraderos volcánicos; luego, más tarde, cuando disminuye este desprendimiento, todo el cloro puede ser absorbido, volviendo a aparecer entonces en las aguas termales bajo forma de cloruros solubles, tales como los de sodio, calcio, entre otros.

#### AGUAS TERMALES

Todo lo que precede nos induce a considerar las aguas termales como la última forma bajo la cual se manifiestan los fenómenos volcánicos. Todas las de Chile, en efecto, se abren paso, sea en medio de las rocas volcánicas, sea en las cercanías de estas mismas rocas; estas aguas presentan en su temperatura y su composición una transición graduada desde los respiraderos volcánicos hasta las simples fuentes de agua fría. Las que más se acercan, por su temperatura y composición, a los productos de los volcanes activos, son las de los manantiales del valle del Toro en las cordilleras de Coquimbo. En el fondo de este valle, que no es más que una profunda rasgadura de las rocas traquíticas que forman el macizo de Doña Ana, se ve brotar un número considerable de fuentes termales, cuya temperatura se eleva, en algunas, hasta 63°. Estas fuentes, esparcidas en un espacio de más de dos kilómetros, están alineadas en la dirección de sur a norte; la más cálida deja desprender una pequeña cantidad de gas formado por una mezcla de ácido carbónico y nitrógeno que deja, al enfriarse, un barro en el que se halla sílice, sulfato y carbonato de cal, óxidos de hierro y manganeso y un doble borato de cal y de magnesia; esta última sustancia forma, sobre todo, eflorescencias en la superficie de los lodos ya secos. Las materias que quedan en disolución son cloruro de sodio en bastante cantidad, cloruros de calcio y de magnesio y sulfatos de sosa y cal. Como se ve, la composición de estas aguas es bastante compleja y notable, principalmente por la presencia del ácido bórico. Aunque este cuerpo se halle allí en muy escasa cantidad y se sustraiga a los reactivos químicos, las eflorescencias que se forman en la superficie de los lodos no dejan la más mínima duda acerca

de su existencia. Si bien estas aguas no tienen, en verdad ninguna reacción ácida, no han dejado de alterar las rocas sometidas a su acción; la masa traquítica se ha transformado en una roca silíceo, con numerosas cavidades que ocupan el puesto de los cristales de feldespato. Preciso es que su acción haya recaído principalmente sobre las bases que han sido disueltas y separadas de la sílice, con la cual se habían combinado. En ciertas partes se encuentra una pequeña cantidad de sulfuro de hierro, por fin, las numerosas grietas que atraviesan esta masa alterada están llenas con el doble sulfato de alúmina y hierro, con sulfato de cal o hidrato de hierro. Independientemente de estas fuentes, se encuentra, en el fondo y en los costados del valle del Toro, un gran número de filones de sulfato de cal y de hidrato de hierro, que parece que ocupan el lugar de antiguos manantiales cuyos conductos habían sido probablemente obstruidos por esas mismas materias. También se encuentra pirita, lo que parece indicar que dichas fuentes fueron, en un principio, sulfuradas y después variaron gradualmente de composición.

Las demás fuentes termales de Chile que merecen alguna atención son las de Cauquenes, de Colina, de Apoquindo, de Mondaca, de Panimávida, de Catillo y de Villocura. Las fuentes de Cauquenes, situadas en el valle de Cachapoal, a una altura de 769 metros, se abren paso a través de una capa de conglomerado antiguo que se apoya en una roca traquítica. La que tiene la temperatura más elevada, conocida con el nombre de Pelambres, llega a 47° y de cuando en cuando se desprenden de ella algunas burbujas de gas formado por una mezcla de aire y de ácido carbónico. El agua de estas fuentes no forma ningún depósito; contienen en disolución una cantidad bastante grande de cloruro de calcio, 0,23%, de cloruro de sodio en la proporción de 0,13, una pequeña cantidad de sulfato de cal y vestigios de yodo y litio. Parece, por otra parte, que la composición de estas aguas, ha debido variar con el tiempo, porque el conglomerado de transporte a través del cual se infiltran forma, en ciertos puntos, una roca dura cementada por caliza que no puede provenir más que de un depósito formado por estas aguas.

Las aguas de Colina se abren paso en el fondo de una rambla abierta al sur y situada en la base de masa traquítica que forma la alta montaña de Colocalán; brotan de una roca sienítica que ha sido levantada por esta traquita y están situadas a una altura de 900 metros. Su temperatura es muy inferior a la de las aguas de Cauquenes, llegando apenas a 32° la de la fuente más cálida: no tienen en disolución más que una corta cantidad de materias salinas. Estas sustancias son las mismas que las de las aguas de Cauquenes, es decir, cloruros de calcio y de sodio y algunos sulfatos, sólo que aquí el cloruro de sodio domina sobre el de calcio. La cantidad de las materias salinas contenidas en estas aguas es tan débil, por otra parte, que no ha sido posible hacer constar la presencia de yodo ni de litio, como se ha encontrado en las de Cauquenes.

Las aguas de Apoquindo están situadas al este de Santiago, en la base de los últimos contrafuertes de los Andes y a 800 metros de altura. Brotan a orillas de una rambla abierta en el terreno de transporte reciente y de las rocas traquíticas; su temperatura es poco elevada, pues la fuente más caliente llega sólo a 23°. Estas aguas son aquéllas cuya composición química se acerca más a las de Cauquenes,

siendo aun el cloruro de calcio la sustancia que domina en ellas, pero menos abundante que en las de Cauquenes, es decir, 0,10% en vez de 0,21, y lo mismo sucede con el cloruro de sodio, que entra en proporción mucho menor. A una pequeña distancia del punto donde brotan las aguas de Apoquindo se nota una capa arenosa cubierta de numerosas eflorescencias amarillas, formadas casi en su totalidad por cloruro de hierro y aluminio; la misma capa contiene una cantidad bastante considerable de este compuesto, que no puede provenir más que de las aguas termales, ya sea que haya sido depositado allí directamente, lo cual indicaría un cambio en su composición, ya sea que provenga de una reacción del cloruro de calcio sobre las materias feldespáticas y ferruginosas que forman esta capa.

Las demás aguas termales de Chile tienen poco interés para el geólogo y casi no contienen más sustancias que las que se encuentran en las aguas superficiales. Hay, sin embargo, dos géneros de fuentes que merecen todavía llamar la atención; unas están situadas en la parte superior del valle del Maipo, un poco más abajo de la confluencia del río Blanco, y conocidas con el nombre de lagunitas. Salen de entre las capas del Lías y ocupan el centro de pequeños conos calcáreos cuyo interior llenan, y su temperatura, poco elevada, varía entre 12° y 14°. Desde el centro de la especie de copa que ocupan, en la cima del cono, se escapan numerosas burbujas de gas formado casi enteramente de ácido carbónico. Las materias que tienen en disolución dichas aguas son, además de bastante ácido carbónico, cloruro de sodio, sulfatos de cal y sosa y una cantidad algo considerable de carbonato de cal; a este último cuerpo se ha de atribuir la formación de los pequeños conos calcáreos, de los cuales esta agua, al desparramarse por el suelo, abandonan, una parte de ellos que forma una corteza sólida, cuyo espesor aumenta gradualmente, con nuevos depósitos, y forma alrededor de la fuente una especie de copa; los bordes de esta copa se van elevando sin cesar y acaban por formar los pequeños conos que se ven hoy día. Algo más al este, cerca de la confluencia del río de la Cruz de Piedra, un manantial semejante ha formado el puente natural del Maipo. Las capas calcáreas que ha depositado han formado, desde un principio, en la parte superior del río, una escabrosidad en la cual el curso continuo de las aguas ha depositado nuevas capas. Adelantando así continuamente por la parte superior del río hasta llegar a la orilla opuesta, han formado otro depósito que se ha pegado al primero y formado, de este modo, el arco bajo el cual pasa hoy día el Maipo. La caliza que constituye este arco es de consistencia porosa, contiene gran cantidad de vegetales incrustados y como la fuente continúa corriendo por encima, se infiltra en esta masa porosa formando, en la parte inferior, estalactitas de caliza y sal.

La última fuente de la que hablaremos es la que se llama “Fuente de Agua de la Vida” situada a orillas del río de los Cipreses, a unas dos leguas, hacia el norte del ventisquero donde tiene su origen este río. Forma un laguito circular; su agua es cristalina, pero cuando se la ve en gran masa, como en la parte donde el lago es profundo, parece opalina y de un hermoso verde esmeralda. Contiene esta agua una pequeña cantidad de sulfato de sosa y sulfato de cal y sobre 0,05% de sulfato de hierro. Por mínima que sea esta cantidad de hierro, basta, sin embargo, para que estas aguas dejen encima de los cuerpos por donde pasa un depósito de hidra-

to de hierro que acaba por incrustar los vegetales que crecen alrededor del lago y formar una capa de muchos decímetros de espesor.

Dos hechos resaltan de este estudio de las aguas termales de Chile; en primer lugar, su conexión con las rocas volcánicas y después su composición en relación con la de las rocas que atraviesan. Las que se abren paso por medio de las rocas traquíticas, como las aguas del Toro, de Cauquenes, de Apoquindo, contienen sales de cal, de sosa y de litina, es decir, las mismas bases que se hallan en los feldespatos que constituyen las traquitas. Las aguas del valle de Maipo que atraviesan capas calcáreas contienen gran cantidad de carbonato de cal. Si se considera, por otra parte, que el ácido clorhídrico forma parte esencial de las emanaciones volcánicas y que este cuerpo descompone las rocas feldespáticas combinándose a las bases que las constituyen, resulta que la presencia de los cloruros de calcio y de sodio en las aguas termales es una consecuencia de estos hechos. Si las aguas o los vapores cargados de este ácido llegan a encontrar capas calcáreas en su trayecto, se formará entonces cloruro de calcio, se desprenderá el ácido carbónico y servirá para disolver una nueva parte de caliza. Se tendrán, así, aguas de las que se desprenderá el ácido carbónico y formarán depósitos calcáreos como las del Maipo. Las aguas termales de Chile aparecen así como la última forma bajo la cual se manifiesta la acción volcánica.

#### DEPÓSITOS METALÍFEROS

Los yacimientos metálicos, por su estructura y composición, tienen la mayor semejanza con los depósitos que se forman en las fuentes termales: éstas, en el largo trayecto que recorren antes de llegar a la superficie, depositan a su paso una parte de las sustancias que tienen en disolución. Consolidándose estas materias en las paredes de las rasgaduras que les sirven de paso, acaban por obstruirlas y dejan, en medio de las rocas, venas más o menos espesas formadas de materias diferentes de las que constituyen las rocas vecinas. Tal es también la estructura del mayor número de los depósitos metalíferos: su composición no es menos semejante: la sílice bajo la forma de cuarzo o de calcedonia, los carbonatos de cal, de hierro o de manganeso, la pirita ferruginosa, forman la mayor parte de los depósitos metalíferos, y ya se ha visto que estas materias eran también las mismas que abandonaban las aguas termales. En los parajes cuyo suelo no ha sido despojado, los depósitos metalíferos se presentan muchas veces bajo la forma de mantos más o menos extensos, que recuerdan enteramente los depósitos formados, en el exterior, por las aguas termales; en ciertas partes, donde han sido explotados, se ha reconocido que correspondían casi siempre a filones situados debajo. Estos depósitos conocidos en Chile con el nombre de *mantos*, son muy comunes, sobre todo en las provincias del norte, donde la rareza de las lluvias se opone a que experimente el suelo grandes despojos. Los depósitos metalíferos de Chile se refieren a épocas muy diferentes; algunos parecen formarse aún en nuestros días y otros ascienden hasta finales del período paleozoico; están relacionados con los diferentes tipos de rocas plutónicas y en este orden es como vamos a estudiarlos.

Si el observador se coloca sobre una de las cimas que dominan la cordillera de los Andes y examina la estructura de esta vasta aglomeración de montañas, lo primero que hiere su vista es la existencia de cierto número de zonas paralelas cuyo tinte claro resalta extraordinariamente sobre el de las demás rocas. Estas zonas siguen la dirección del eje de los Andes y se prolongan a grandes distancias cortando las crestas y los valles; están formadas por terrenos profundamente trastornados y presentan un montón de pedruscos de diferentes rocas mezcladas con materias pulverulentas; las rocas que forman estos pedruscos están alteradas y recuerdan enteramente las que han sido sometidas a la acción de las solfataras o de las aguas termales. En estas zonas, cuya edad se refiere a la formación de los primeros conos volcánicos, es donde se encuentran los depósitos metalíferos más recientes; en ellas se hallan solfataras enteramente semejantes a las de los volcanes actuales y depósitos que recuerdan con exactitud los de las aguas termales. Una de las solfataras, situada un poco hacia el sur de la quebrada de Calderón, presenta la forma de un ancho filón compuesto de yeso y de cuarzo, en un estado intermedio entre la calcedonia y el cuarzo lácteo. Las cavidades que presenta están tapizadas por cristales de azufre, de turmalina y algunas veces de galena. La rasgadura que llena este filón se prolonga hacia el norte hasta una distancia de unos seis kilómetros y atraviesa sucesivamente el terreno siluriano, el granito y las capas Lías. Las materias depositadas allí varían de naturaleza con la roca donde están encajadas: en el granito que está situado a un nivel muy inferior al de la solfatara, se ven salir muchas puntas de cuarzo con piritita y hierro magnético. Volviendo a subir después para alcanzar la caliza situada al extremo norte, la rasgadura se estrecha y acaba por no tener más que algunos decímetros de anchura; pero esta parte es acaso la que ofrece más interés para el estudio de la acción ejercida por las emanaciones volcánicas. Por su acción sobre las masas calcáreas, las han mudado en una roca feldespática y en las partes en que el azufre era más abundante se ha producido el lapislázuli por una reacción casi semejante a la que sirve hoy día para fabricar este cuerpo. El lapislázuli ocupa la parte media de esta rasgadura donde forma un pequeño filón de dos a tres decímetros de espesor, siendo en su parte mediana donde tiene más intensidad el tinte azul; desde allí se esparce por ambos lados, como hubiera hecho un líquido al penetrar en una roca porosa.

Hemos indicado ya los filones de yeso, de hierro hidratado y de piritita del valle del Toro, como pertenecientes a depósitos de origen muy reciente; otro filón, situado a poca distancia de éstos, parece referirse a la misma época; es un filón de cuarzo y de yeso que encierra, como sustancia metálica, una combinación de azufre, de hierro, de arsénico y de cobre. Este compuesto conocido con el nombre de Enargita, se presenta allí en masas más o menos voluminosas, envueltas en sulfato de cobre, yeso y carbonato de cal; el modo con que llena este compuesto las más mínimas hendiduras de la roca caja, indica que no ha podido ser depositado allí sino en estado de disolución. Este filón, explotado en muchos puntos como mineral de cobre, empieza un poco al oeste del pico de las Tórtolas, baja enseguida a un valle profundo y reaparece al otro lado donde sigue el eje de la cresta de montañas que cierra, al este, al valle del Toro.

DEPÓSITOS ARGENTÍFEROS  
(PI. XXI)

Los depósitos argentíferos de Chile están siempre relacionados con las rocas volcánicas antiguas; se hallan situados, sea en el costado de las fallas, sea en la prolongación de rasgaduras por las cuales han salido estas rocas. Han sucedido a la inyección de las traquitas y de los pórfidos augíticos, del mismo modo que las solfataras y las fuentes termales han seguido el derrame de las lavas de los volcanes actuales. Las materias que constituyen estos depósitos son el carbonato de cal más o menos manganífero, el cuarzo y el sulfato de barita; en estas materias es donde se hallan diseminadas, sea en venas, sea en montones aislados, las combinaciones metálicas a las que está asociada la plata. Los demás metales son numerosos, hallándose en ellos el hierro, el níquel, el cobalto, el cobre, el plomo, el bismuto, el mercurio y el antimonio, es decir, la mayor parte de los metales usuales; lejos de hallarse distribuidos al azar, se presentan siempre con cierto orden, de lo cual hablaremos después de haber estudiado los depósitos de esta clase, que tienen más importancia.

Uno de los más interesantes de estudiar, porque se pueden seguir en él las diferentes fases de la formación de los filones, es el depósito de Rodaíto, situado en la provincia de Coquimbo, en el camino que conduce de La Serena a Arquero. Este depósito está colocado encima de una poderosa masa de pórfido augítico que ocupa todo el fondo del valle de la Marquesa. Cerca de la línea de contacto con las rocas estratificadas, se cambia este pórfido en amigdaloides y los esferoides que constituyen a ésta aumentan de volumen a medida que se acercan a la superficie de contacto, lo mismo absolutamente que las burbujas del gas que ha sido sometido a una fuerte presión. Las materias que constituyen estos esferoides son enteramente diferentes de las que entran en la composición del pórfido augítico: unas están formadas por prehnita, otras por calcedonia, carbonato de cal manganífera, epidoto o piroxeno. Las más voluminosas presentan hermosas geodas en las que se ven con frecuencia estos diferentes cuerpos reunidos y algunas veces plata nativa bajo forma capilar. Hacia la parte alta del valle de la Marquesa desaparecen estos pórfidos debajo de rocas estratificadas y éstas han sido fuertemente dislocadas y divididas en grandes pedruscos que forman una especie de brecha cuyas partes están unidas por las mismas materias que se hallan en los esferoides de la amigdaloides. A medida que nos vamos alejando de la masa porfírica están menos rotas las rocas y las numerosas venas de prehnita y carbonato de cal se reúnen en hendiduras más anchas, adquiriendo todo el aspecto de verdaderos filones, algunos de los cuales han sido explotados. La plata existe, en ellos, en estado nativo bajo la forma de pequeños cristales o filamentos diseminados en las grietas o cavidades de la prehnita.

Las materias argentíferas parecen haberse escapado así de la masa porfírica, mientras que ésta se hallaba aún en fusión, como materias menos densas que suben a la superficie de un líquido; una parte ha quedado aprisionada cerca de la superficie, bajo la forma de gotas líquidas que se han solidificado por el enfriamiento y las demás han penetrado en las hendiduras producidas por la ruptura de las capas superiores, formando allí venas o filones según la anchura de dichas capas.

Un caso muy semejante al precedente se manifiesta en la mina de San Antonio en el valle de Copiapó. En este paraje, una masa de traquita cuarcífera ha levantado y roto las capas de arenisca roja; éstas se han mudado en pórfidos, por la penetración de la sílice y todas las hendiduras están llenas de una materia jaspoide que envuelve unas venas metalíferas, compuestas de arseniuros de cobre, de plata nativa y de plata bismutada.

Estos dos yacimientos presentan el punto de partida de los depósitos metalíferos: sólo nos queda, ahora, estudiarlos en sus desarrollos más extensos y desde este punto de vista, las minas de Chañarcillo van a presentarnos los depósitos argentíferos en todas las fases de sus diferentes desarrollos. Estos depósitos están situados en el extremo de una meseta calcárea que se desprende del morro de Chañarcillo y se extiende desde allí hacia el sur (XXI). La roca plutónica que los ha producido aparece en varios puntos, en la base del cerro de Bandurrias y a una pequeña distancia del pueblecillo de Juan Godoy, donde forma un montecillo conocido con el nombre de Cerro de los Carros; es un pórfido augítico muy compacto y formado, en gran parte, por labradorita. En las partes en que no aparece esta roca en la superficie del suelo, está indicada su presencia por los grandes cambios que han experimentado las rocas calcáreas que la cubren: éstas se han mudado en granates y las arcillas con que alternan han pasado al estado de jaspe. Esta zona de rocas metamórficas se extiende, por la parte del sur, hasta una distancia de cinco a seis kilómetros, desde el Cerro de los Carros hasta la mina del Volcán. Los pórfidos augíticos del cerro de Bandurrias, están colocados en una línea paralela a esta última y situada un poco más al este, de modo que la meseta que contiene las minas de Chañarcillo se halla situada entre las dos rasgaduras por donde han salido estas rocas plutónicas. Los depósitos argentíferos se presentan allí en el estado de filones y mantos irregulares. Estos últimos ocupan la parte superior de la meseta y no son más que capas calcáreas fuertemente dislocadas y cuyas hendiduras fueron llenadas por hidrato de hierro y manganeso en el cual se halla plata nativa y cloruro de plata. Cuando estas hendiduras son muy delgadas y reducidas a simples junturas, están llenas de unas laminitas delgadas de plata o cloruro. Los depósitos más notables de esta clase son conocidos con los nombres de Manto de Osa y Manto de Mandiola. Debajo de estos mantos es donde empiezan a aparecer los filones que se prolongan desde la cima hasta la base de la meseta, en una extensión de más de diez kilómetros. El más importante de estos filones es aquél sobre el cual se hallan situadas las minas conocidas con los nombres de Guías de Carvallo, Colorada, Dolores, San Francisco y Delirio. Su dirección es N 26° a 30° E y su inclinación es hacia el oeste, es decir, hacia la línea de los pórfidos de los Carros. Otro filón menos extenso, que aparece un poco al este, es el que corresponde a las minas Descubridora y Candelaria. Finalmente, hacia la parte del oeste se hallan aún otros filoncitos. Desde la mina Colorada hasta la de Delirio, donde los trabajos de explotación llegan, en profundidad, a cerca de 300 metros, se tiene una diferencia de nivel de 810 metros. Tal es la distancia vertical sobre la que se puede estudiar la estructura del filón sobre el cual se hallan situadas estas dos minas. En la parte que corresponde a la mina Colorada, la ganga del filón está formada por el doble carbonato de cal y manga-

neso mezclado a hidratos de manganeso y de hierro, presentándose la plata en ella así al estado nativo, como en combinación con el cloro, el bromo y el yodo. En la mina San Francisco cuyos trabajos llegan a un nivel inferior a los de la Colorada, se encuentran aún la plata nativa y las combinaciones de este metal con los cuerpos de la familia del cloro; pero se ve aparecer, al mismo tiempo, el sulfo-arseniuro de plata, así como sulfo-arseniuro de hierro, de níquel y de cobalto. Por tanto, en la mina Delirio, que corresponde a la parte más profunda del filón, no se encuentra ya ni plata nativa ni cloruros, sino arsenio-sulfuros y sulfuros, predominando estos últimos a medida que llegan los trabajos a mayor profundidad; el sulfuro de plata reemplaza el arsenio-sulfuro; y a los metales ya indicados viene a agregarse el plomo en combinación con el azufre. Al propio tiempo que se manifiestan estas mudanzas en las combinaciones metálicas, las materias que la contienen cambian también de naturaleza; los óxidos de hierro y de manganeso son mucho más raros en la mina de San Francisco; la caliza espática reemplaza allí en gran parte el doble carbonato de cal y de manganeso, y el cuarzo va a mezclarse con la caliza; en fin, este último cuerpo domina en la parte inferior de la mina Delirio. Las combinaciones metálicas se suceden, pues, de este modo, subiendo desde la mayor profundidad alcanzada por los trabajos, hasta la superficie del suelo; primeramente los sulfuros, luego los arsenio-sulfuros y finalmente los cloruros y plata nativa. Al mismo tiempo que se sustituyen unas a otras estas combinaciones, hay ciertos metales que desaparecen; el primero es el plomo que no pasa más allá de la región de los sulfuros, luego el níquel y el cobalto, de tal modo que, excepto el hierro y el manganeso, aparece la plata casi sola en la parte superior del filón. El orden en que se suceden las combinaciones argentíferas no es un hecho particular a los filones de Chañarcillo, pues se reproduce en todos los depósitos argentíferos de Chile. Puede suceder que la serie no sea completa, que el depósito no contenga más que sulfuros o solamente cloruros y plata nativa, es decir, que se tenga la parte inferior o superior de un filón, pero nunca se han hallado los cloruros debajo de los sulfuros. Conviene notar que los cuerpos que se hallan combinados con la plata, es decir, el azufre, el arsénico y el cloro o sus análogos, son precisamente los que forman parte de las emanaciones volcánicas. Por otra parte, la penetración de las combinaciones metálicas en las hendiduras más pequeñas de las rocas caja, la presencia de los hidratos y la del carbonato de cal que se ha introducido así entre las hendiduras de las rocas calcáreas, sin que la estructura de éstas haya sido modificada, todo indica que estas materias estaban mantenidas en disolución en el agua y que los filones argentíferos son depósitos análogos a los que forman las aguas termales. La presencia del cloruro de plata y su situación hacia la parte superior de los filones se explica entonces fácilmente, si se considera que estas aguas, lo mismo que las del valle del Toro y de Cauquenes, debían contener cantidades bastante grandes de cloruro de calcio y sodio y que estos cuerpos disuelven cantidades de cloruro de plata, tanto más grandes cuanto que la temperatura es más elevada; acercándose a la superficie del suelo, esta temperatura disminuirá y una parte del cloruro se habrá depositado. En cuanto a la plata nativa que domina igualmente en las partes superiores de los depósitos, es muy probable que provenga de una reducción del cloruro.

Lo mismo que las rocas volcánicas de que dependen, los depósitos argentíferos de Chile se hallan distribuidos en muchas zonas paralelas, cuya orientación es la de los Andes chilenos. La primera de estas zonas que corresponde al valle longitudinal es la que contiene las minas más ricas. Los minerales argentíferos empiezan a aparecer desde el grado 33, pero sólo en las provincias del norte es donde existen en grandes masas. El primero de estos depósitos está situado cerca de la ciudad de San Felipe, en la base norte de las montañas de Culunquén. Ya se ha visto que el eje de esta pequeña cordillera estaba formado por un poderoso dique de rocas traquíticas y precisamente en el extremo de este dique es donde la masa traquítica está atravesada por numerosas venas formadas de jaspe y de zeolitas, en la cual se encuentra una pequeña cantidad de plata nativa. Este yacimiento, de poca importancia en cuanto a su riqueza, ofrece, por su estructura y situación, mucha semejanza con el de San Antonio de que hemos hablado ya. Aunque aparecen aún, de cuando en cuando, algunos indicios de plata en varios puntos de la provincia de Aconcagua, hay que transportarse a una gran distancia hacia el norte para volver a hallar depósitos de alguna importancia. Los primeros que se encuentran son los llamados Minas de Algodones, situados en la cordillera transversal que separa el valle de Coquimbo del río Hurtado. Casi en frente de este depósito y al otro lado del valle de Coquimbo se hallan las minas de Rodaíto y de Arqueros. Estas últimas establecidas sobre varios filones que cortan las capas del Lías, debajo de las cuales se meten los pórfidos augíticos del valle de la Marquesa. Estos filones son de edades diferentes: los más antiguos están formados de caliza espática algo manganífera, siendo ellos los que contienen la plata que se halla casi siempre en estado de amalgama o combinada con el cloro. En muchos puntos están cortados por otros filones compuestos de sulfato de barita y de cuarzo; estos últimos son siempre estériles, pero han debido ejercer cierta acción sobre los filones calcáreos, pues con su contacto es cuando la plata aparece en mayor cantidad. Al norte de Arqueros se halla también un gran espacio desprovisto de depósitos argentíferos y sólo después de haber pasado el valle del Huasco es cuando se encuentran primeramente las minas de Bandurrias y luego las de Chañarcillo. Al norte de este último paraje están las minas de Algarrobito, las de Ladrillos y finalmente las de Tres Puntas que ocupan el extremo norte de esta zona. Los filones de Tres Puntas, tienen la mayor semejanza con los de Chañarcillo; así como estos últimos, están situados en la formación del Lías y se hallan en ellos los mismos cuerpos que están en combinación con la plata; sólo la región de los cloruros es menos extensa y contienen, a una corta profundidad, los arsenio-sulfuros que están representados aquí por la polibasita y el sulfo-antimoniuro de plata. Los depósitos de esta zona, sin que se pueda aún vislumbrar la causa, se hallan ligados a la formación del Lías y su riqueza parece estar relacionada con el desarrollo de esta formación. En las capas calcáreas, sobre todo, llega a su máximo esta riqueza: en cualquier parte que falte la caliza, como en San Felipe, en Rodaíto, en los Algodones, la cantidad de plata que se ha retirado ha sido insignificante, mientras que Arqueros, Chañarcillo y Tres Puntas han producido masas considerables. Las minas más ricas han sido las de Chañarcillo, siendo en esta misma localidad donde las formaciones calcáreas llegan a su mayor desarrollo.



Ed. Cicero Ith.

Imp. Barrois a Paris.

VALLE DE LOS PIUQUENES  
 e Oolite f Trias g Lias. h Terrain Permien.

Vista de la parte oriental de la quebrada de los Piuquenes.  
 Esta parte de la quebrada es paralela a la cumbre de la cordillera mientras la anterior le era perpendicular; presenta así otra sección natural de las formaciones de esta parte de los Andes; en ella se hallan la arenisca colorada, las arcillas con yeso y la formación calcárea muy desenvuelta.



La segunda zona está situada un poco al este de la anterior y tiene poca extensión, aunque encierra gran número de depósitos. A esta zona pertenecen los depósitos de Agua Amarga y de Tunas y luego los de la Jarilla y de la Rocilla; este último, situado al sureste de Chañarcillo, contiene principalmente amalgamas y sulfuro de plata. Subiendo más hacia el norte se hallan las minas de Algarrobito, las de Altar, de Cachiyuyo y de Sacramento, situadas todas en el Trías o en la parte inferior del Lías. En frente de Sacramento y al otro lado del valle de Copiapó se halla el depósito de los Bordes, que no es más que un manto superficial, una penetración de las capas inferiores del Lías por las materias argentíferas: pero lo que hace la riqueza de este depósito es principalmente la amalgama de plata que aparece en dendritas o en plaquitas, tapizando las hendiduras de la roca. Partiendo del valle de Copiapó, se divide esta zona en dos ramas que envuelven el pequeño macizo de montañas formado por el Checo y el cerro de Buenos Aires. En la rama occidental se hallan las minas de Pampa Larga, del cerro de la Plata y del Checo. La rama oriental, mucho más extensa, contiene el depósito de San Antonio, los de Lomas Bayas, donde se hallan mantos y filones; uno de estos últimos, notable por su extensión, está intercalado entre las capas inferiores del Lías y se compone de pedruscos voluminosos de estas rocas, ligadas entre sí por un depósito de carbonato de cal mangánifera y materias jaspeadas: en este depósito es donde se halla la plata diseminada en el estado de cloruro, casi siempre acompañada de oxiclورو de cobre. Este manto está situado en la cima de la quebrada que separa la montaña de Buenos Aires de la de Lomas Bayas y, por consiguiente, un poco al oeste del dique de traquita que pasa por esta última montaña. Bajando de esta quebrada hacia el valle de Carrizalillo se encuentra un gran número de filones en los cuales se hallan las minas de Cabeza de Vaca y de Romero. Estos filones, situados a menudo en los costados de diques de pórfido augítico, tienen, las más de las veces, por ganga, el carbonato de cal, algo mangánífero y el cuarzo; están como en Arqueros, cortados por otros filones de sulfato de barita, siendo en los puntos de encuentro donde es más abundante el mineral. Los cloruros son muy raros, pero se halla plata en el estado nativo y en las obras profundas, sulfuro de plata mezclado con sulfo-arseniuros de hierro, níquel, cobalto y galena. En el valle de Carrizalillo desaparecen los depósitos argentíferos, pero se les halla al otro lado, en las minas de Zapallar, donde están caracterizados por la abundancia de manganeso, por la de dobles sulfatos de cobre y plomo y por la ausencia de cloruros. Al norte de Zapallar se hallan aun depósitos en los cuales se encuentran las minas de Pérez, de los Cóndores y de Garín. Todos estos depósitos están situados en una gran rasgadura dirigida hacia el norte, un poco al este, y que se extiende desde la base del cerro Blanco hasta el valle de Paipote. Se distinguen de los de la primera zona por la presencia de ciertos metales; el cobre, en extremo raro en estos últimos, aparece aquí con bastante abundancia, ora en el estado de arseniuro, como en San Antonio, ora en el de oxiclورو: el bismuto es característico de los minerales de San Antonio, donde existe en estado nativo o aliado con la plata; en fin, esta zona se caracteriza también por la presencia del mercurio, que aparece unido a la plata en las minas de la Rocilla, en los Bordes y en algunos filones de Cabeza de Vaca, existiendo

también al estado de cinabrio en la montaña de los Frailes que forma igualmente parte de esta zona. Aunque parece que ésta acaba en el valle de Paipote, se encuentran aún en su prolongación muchos depósitos argentíferos situados en el desierto de Atacama cerca de los últimos estribos de los Andes; los más notables son los de Osandón y del Cerro de la Mina y por fin los nuevamente descubiertos de Caracoles, situados entre los grados 23 y 24.

La tercera zona corresponde a la región de los Andes; los depósitos que encierra no contienen casi nunca cloruro ni plata nativa; son, en general, compuestos muy complejos conocidos con el nombre de cobre gris argentífero, en los cuales se halla, las más de las veces, cobre, hierro, plomo y antimonio combinados con el azufre y el arsénico. El contenido de plata de estos compuestos es, en general, bastante débil; las partes más ricas aparecen cerca de la superficie y su ley disminuye a medida que se alcanza más profundidad. Estos depósitos son los que más se extienden al sur; se empieza a encontrarlos cerca del valle del Ñuble en el cerro del Cobre, donde son explotados como mineral de cobre luego en las cordilleras de Linares y en la de Rancagua; las minas de San Pedro Nolasco, de San Lorenzo y de La Dehesa pertenecen también a esta zona. Las partes ricas en plata no se hallan más que en mantos superficiales o en hendiduras de capas dislocadas; los filones regulares no contienen casi más que minerales pobres. Estos mismos depósitos reaparecen después en la provincia de Coquimbo cerca de Illapel y de Combarbalá, así como en el valle del río Rapel, cerca de la aldea de Valdivia; por tanto, aparecen aún algunos depósitos en las cordilleras del Huasco y de Copiapó.

Se ve, en resumen, que los depósitos argentíferos de Chile se hallan distribuidos en tres zonas paralelas y que en cada una de estas zonas se presentan con caracteres diferentes. La que encierra los depósitos más ricos corresponde a la gran rasgadura que ha formado el valle longitudinal de Chile; la plata se presenta allí muchas veces pura o en combinaciones poco complicadas. En la segunda zona, situada al este de la anterior, el cobre, el bismuto, el mercurio van a asociarse con la plata; el cobre, sobre todo, parece dominar más y más. Finalmente, la tercera zona, colocada aún más al este y en el interior mismo de la cordillera de los Andes, no contiene casi más que cobres grises argentíferos.

#### DEPÓSITOS CUPRÍFEROS

Los depósitos cupríferos de Chile pertenecen a dos épocas diferentes: unos provienen del pórfido augítico y los otros están relacionados con las rocas de labradorita y de hiperstena. Se distinguen unos de otros, no sólo por una orientación diferente sino, también, por la naturaleza de las combinaciones en que entra el cobre. Los depósitos de la última época están muy esparcidos en Chile, pues se encuentran vestigios de cobre en todos los puntos donde aparecen los pórfidos augíticos, pero, sobre todo, desde el grado 35, es decir, desde el punto en que la cordillera Marítima toma la orientación del sistema de los Andes chilenos, hasta el extremo norte del desierto de Atacama, es cuando aparecen estos depósitos en mayor número. Están

distribuidos en una zona que se extiende desde la cumbre de los Andes, hasta la cordillera Marítima, abrazando de este modo casi toda la latitud de Chile. Sin embargo, estos depósitos no están distribuidos al azar, pues los más importantes se hallan siempre situados en las cercanías de las cordilleras transversales que siguen la orientación E.O.

Las materias que forman los mantos superficiales, así como la parte superior de los filones, son casi siempre de jaspe, coloreados por los óxidos de hierro y cobre, o hidrosilicatos de alúmina que contienen los mismos óxidos. Algunas veces es el mismo pórfido augítico o los amigdaloides los que sirven de ganga al mineral de cobre.

Gran número de metales se halla asociado al cobre de estos depósitos; en efecto, se encuentran en él oro, plata, plomo, mercurio, bismuto, antimonio, zinc, hierro, manganeso, y molibdeno; los cuerpos con que se presenta combinado con más frecuencia son el azufre, el arsénico, el cloro y el oxígeno, hallándose también, aunque rara vez, antimoniatos y vanadatos. El oro y la plata no aparecen sino en la parte superior de los filones y allí es donde también se presentan los óxidos, los oxiclururos y las sales de cobre; a cierta profundidad, mudan de naturaleza las gangas; los cuarzos y la caliza espática reemplazan a los jaspes, apareciendo al mismo tiempo los sulfuros y los sulfo-arseniuros.

Las minas de cobre que se explotan en Chile son tan numerosas que no puede entrar en el plan de esta obra el indicarlas todas; así, pues, sólo nos detendremos en las que ofrecen más interés ya sea por su riqueza, ya por las particularidades que presentan. Las primeras explotaciones que se hallan en el sur son las del cerro de Cobre, situadas al norte del valle del Ñuble y cerca del pueblo de Alico. Son minerales de cobre gris algo argentífero que están en relación con las amigdaloides. Subiendo hacia el norte se hallan las minas del valle de Teno situadas en la región de los Andes; estas minas suministran cobres grises y piritas cobrizas; pero donde se presentan en gran abundancia los minerales de cobre es en la provincia de Santiago. Allí, en efecto, se hallan a la vez en los Andes y en la cordillera Marítima. Muchos de los que aparecen en el sur de esta provincia han sido explotados como minerales auríferos; tales son los de Alhué y los de la Mina de la Leona, cerca de Rancagua. Estos últimos no tienen más que una pequeña ley de cobre, pues este metal, en el estado de pirita, está allí asociado a la blenda y a la galena. Siguiendo la cordillera Marítima, se encuentran, al este de Santiago, las minas de Peralillo, que han dado cantidades bastante grandes de sulfuro de molibdeno, luego las de Polpaico y de Caleu. Un pequeño grupo de montañas, separado de la cordillera Marítima por el valle de Lampa, contiene también muchos filones de cobre gris, algunos de los cuales, que son argentíferos, fueron explotados en otro tiempo. En la región de los Andes se hallan las minas de Cachapoal, las de la Compañía, las de San José y finalmente las de La Dehesa, explotadas hace poco tiempo. La provincia de Aconcagua es aún más rica en depósitos cupríferos que la de Santiago, pues se encuentran numerosas minas explotadas desde hace mucho tiempo. Cerca de San Felipe se hallan las minas de las Coimas, algunas de las cuales producen una combinación muy notable de óxido y de sulfuro de cobre. Un poco al noroeste, en la base

de las montañas de Putaendo, se nota una capa de pórfido metamórfico en la que hay diseminados sulfuro de cobre y cobre abigarrado. Siguiendo aún hacia el oeste, se hallan las minas de Catemu del Cobre, de Cauichilonco y de San Lorenzo, observándose en esta última un filón que atraviesa la sienita y suministra óxido negro de cobre, protóxido y doble sulfato de cobre y plomo. Se encuentra después, más hacia el norte, la cordillera transversal que separa los valles de La Ligua y de Petorca, donde hay numerosas minas; enseguida el gran macizo de montañas, comprendido entre el valle del Sobrante y los ríos de Petorca y de Choapa, donde se hallan minerales semejantes a los de Catemu y filones de pirita de una corta ley en cobre, pero que han sido explotados como minerales auríferos: tales son los de Petorca y de las Vacas. La provincia de Coquimbo es aún más rica en depósitos de cobre que la de Aconcagua. Se encuentran ya en gran cantidad en la cordillera transversal que se eleva al sur de Illapel, conocida con el nombre de Cerros de Curimávida, de la Alcaparrosa y de Pama, pero en el departamento de Ovalle, sobre todo, es donde se hallan las minas más importantes; las de Tamaya han producido y producen aún grandes cantidades de cobre. La montaña de Tamaya es un pequeño macizo completamente aislado y cuyo gran eje está orientado de sur a norte. Siguiendo este eje es como se dirige el filón principal que ocupa la parte superior de la montaña y se halla en relación con diques de pórfido augítico que siguen la misma dirección. Los minerales que se han hallado en la parte superior son hidro-silicatos, óxidos y oxicluros; en la profundidad han sido reemplazados por piritas violáceas de gran riqueza algunas de las cuales contenían hasta 70% de cobre y luego pirita amarilla de una ley de 20%. En las partes en que llegaba el mineral a su mayor riqueza, la ganga estaba en gran parte formada por espato calcáreo, pero éste se ha hecho más y más raro en la profundidad en que ha sido reemplazado por el cuarzo.

Otro depósito muy notable, no por su riqueza sino por el estado en que se presenta el cobre, es el de Andacollo, que ofrece todos los caracteres de una emanación volcánica. Situado en el origen de un pequeño valle, se dirige de sur a norte, paralelamente a un dique de traquita; las capas de arenisca colorada que contiene este depósito han sido fuertemente dislocadas y como reducidas en fragmentos. En los intervalos que dejan entre sí es donde se han depositado las emanaciones cobrizas, presentándose éstas bajo forma de pequeñas placas o de dentritas que tapizan la superficie de los fragmentos. Independientemente del cobre nativo que se presenta allí muchas veces en hermosos cristales dendríticos, se hallan también el protóxido y el oxicluro. Otros metales se presentan asociados al cobre, como el oro nativo y el molibdeno, que se halla en estado de sulfuro y tapiza con el oxidulo la superficie de los fragmentos.

Algo más al norte, en el camino que conduce de Coquimbo a Arqueros, se halla la Mina Grande que ha producido cantidades bastante grandes de cobre gris argentífero; por último debemos citar aún la mina de Enargita, de las cordilleras de Doña Ana y las de los Chingoles que se refieren igualmente a los depósitos que deben su origen a las rocas volcánicas antiguas.

Los depósitos cupríferos de esta edad continúan presentándose con la misma profusión en la provincia de Atacama; cerca de su límite con la de Coquimbo, en

la base de la masa traquítica que forma el cerro de Pajonal, existe un filón notable por su estructura y por la riqueza de los minerales que encierra: el cuarzo forma su ganga presentando numerosas cavidades llenas de hidrosilicatos de cobre y de hidrato de manganeso; otros depósitos están vacíos y tienen grandes dimensiones; su superficie está formada de calcedonia apezonada y coloreada con vivísimos matices por los óxidos de cobre. A través de esta calcedonia pasa muchas veces un cuarzo hialino donde se hallan los minerales más ricos, el sulfuro de cobre, casi puro, y el oxiclورو; este último se presenta allí algunas veces en cristales bastante voluminosos. Un poco hacia al noroeste se hallan las minas de San Juan y más al norte, hacia los últimos estribos de la cordillera de los Andes, están los depósitos importantes del cerro Blanco, notables por la presencia del sulfuro de bismuto. En la misma línea y avanzando más al norte, se hallan los del Checo y de Zapallar; estos últimos están frecuentemente acompañados de minerales plomizos que se presentan bajo la forma de sulfato de plomo, de sulfato doble de plomo y de cobre o de sulfuro, según pertenezcan a las partes superficiales de los filones o que provengan de una profundidad mayor. Al oeste de esta zona y paralelamente a su dirección, se hallan las minas de Ojanco, de Alcaparrosa, del Carmen y de Punta de Cobre; finalmente yendo más al norte se encuentran las minas de Castillo y de la Restauradora. En esta última se encuentra una cantidad bastante grande de sulfuro de molibdeno, diseminado en cuarzo con piritita abigarrada.

En la parte de Chile que corresponde al desierto de Atacama los depósitos cobrizos se acercan más y más a la costa y casi todos están situados en la cordillera Marítima. Los más notables son los de Chañaral, de Taltal y del Cobre, que se distinguen por la abundancia de oxicluros; los mineralogistas han dado a esta combinación el nombre de atacamita. Las minas de Taltal han producido igualmente una notable variedad de óxido de cobre, que es un óxido negro de cobre cuyos cristales aciculares convergen en un mismo punto. Este cuerpo parece ser el resultado de una epigenia en la cual el óxido de cobre ha sustituido probablemente al anfíbol.

#### DEPÓSITOS COBRIZOS EN RELACIÓN CON LA HIPERSTENITA

Los depósitos de esta época, mucho más antiguos que los que acaban de describirse, pues son anteriores al terreno triásico, se reconocen desde luego por su orientación, que es casi de este a oeste, por su proximidad a las rocas de hiperstenita y por la naturaleza de las materias que los forman. No se halla nunca en ellos amigdaloides; la caliza es sumamente rara, así como el óxido de manganeso; el cuarzo, el feldespato y la hiperstena o el anfíbol, son las materias que contienen las combinaciones metálicas. El hierro oxidulado representa aquí un papel notable, pues acompaña siempre a estos depósitos, donde se presenta muchas veces en grandes masas, bajo la forma de espesos filones o de mantos irregulares. Las combinaciones de cobre son siempre la piritita amarilla o matizada, no se halla nunca ni sulfuro ni cobre nativo, ni oxidulo, sino gran cantidad de hierro piritoso, que sustituye muchas veces al mineral de cobre; finalmente, entre los demás metales que con frecuencia se pre-

sentan en los depósitos más modernos, el oro es el único que aparece algunas veces en la parte superior de los filones. La pirita cobriza no sólo aparece en los filones o mantos que se adhieren a las hiperstenitas sino que se la encuentra frecuentemente en esta roca, donde se presenta en pequeños granos acompañados de sulfuro de hierro y de hierro magnético.

Estos depósitos pertenecen exclusivamente a la cordillera Marítima y no se encuentran casi más que al norte del grado 34. Las minas más importantes son las de Caleu, en el límite de las provincias de Santiago y de Aconcagua, la de Panulcillo, de Tambillo, del Brillador, de la Higuera y de Salapora, en la provincia de Coquimbo; finalmente las de Carrizal en la provincia de Atacama. Las principales explotaciones de Caleu están situadas en un filón pegado a un dique de hiperstenita; éste atraviesa sienitas y el filón ocupa el intervalo que queda entre ambas rocas; está compuesto de cuarzo y de pirita cobriza.

El depósito sobre el cual se encuentran las explotaciones de Tambillo, en la provincia de Coquimbo, presenta casi la misma disposición y está igualmente situado en el costado de un dique de hiperstenita, paralelamente a la cordillera transversal que forma el boquete de Las Cardas. Las materias que constituyen este depósito son el cuarzo, la hiperstenita, la apatita, el hierro oxidulado y la pirita, hallándose diseminada, en esta última, una pequeña cantidad de pirita cobriza; el mineral es aquí muy abundante, pero de corta ley, como sucede en el mayor número de los depósitos que se refieren a esta época.

Las minas de la Higuera situadas al norte de Coquimbo, en la rama transversal que separa la quebrada Honda del valle de los Choros, están dispuestas en ambos lados de un poderoso dique de hiperstenita, que partiendo del valle de la Higuera se adelanta hacia al este hasta las montañas del Barco. Los filones más contiguos al dique contienen una gran cantidad de hierro oxidulado, mezclado con pirita e hiperstenita, son muy escasos de cobre, y sólo avanzando hacia el sur es cuando se encuentran filones de mayor riqueza; su composición es casi la misma, sólo que se encuentra mucho menos hierro oxidulado; el cuarzo y la hiperstenita constituyen casi solos la ganga que encierra la pirita amarilla o matizada.

Los demás depósitos de esta época, es decir, los de Panulcillo, Brillador, de Salapora, de Zapallar y de Carrizal se presentan casi en las mismas condiciones; pero lo que les caracteriza principalmente, es la gran abundancia de mineral y su corta ley; los parajes más ricos se hallan cerca de la superficie y a medida que se gana en profundidad, dominan más y más la pirita cúbica y el hierro oxidado.

Los depósitos cobrizos de Chile, aunque pertenezcan a épocas muy diferentes, parecen tener todos el mismo origen. Su concentración en las cordilleras transversales, como ya se ha visto, es el resultado del levantamiento producido por las masas de hiperstenita y la presencia del cobre en esta roca, demostrando que están directamente ligados con ella. Si se comparan ahora los minerales que se encuentran con el cobre, en los depósitos más antiguos, con los que se encuentran en las emanaciones de las traquitas o de los pórfidos augíticos, se ve que el hierro es casi el único metal que les sea común, así como una pequeña cantidad de oro. La plata, el plomo, el mercurio, el bismuto, el antimonio, el níquel y el cobalto pertenecen ex-

clusivamente a los depósitos de la época de las traquitas. El azufre y el oxígeno son los únicos cuerpos que se hallan combinados con los metales de la edad de las hiperstenitas, mientras que los que se refieren a las traquitas forman combinaciones con el cloro, el yodo, el bromo y el arsénico.

Por otra parte, las hendiduras producidas por las rocas volcánicas antiguas, siguiendo muy de cerca la dirección de sur a norte, han debido cortar casi perpendicularmente las que corresponden a las hiperstenitas; las emanaciones que se escapaban han debido obrar sobre los antiguos depósitos cobrizos; una parte de las piritas habrá sido atacada por el cloro, de donde habrán resultado los cloruros y oxiclорuros de cobre, mientras que los sulfuros y arseniuros metálicos se habrán unido allí para formar las diferentes especies de cobre gris. Los depósitos cobrizos de la edad de las traquitas no son probablemente más que el resultado de la reacción de las emanaciones volcánicas sobre depósitos más antiguos; esta hipótesis adquiere aún más verosimilitud si se considera que los depósitos argentíferos, que están situados lejos de las cordilleras transversales, es decir, lejos de las masas de hiperstenitas, como en los de Arqueros, Chañarcillo y Tres Puntas, contienen apenas vestigios de cobre.

Las rocas plutónicas más antiguas que la hiperstenita, es decir, las sienitas y los granitos, no parecen haber producido emanaciones metálicas, pues los depósitos que llenan las hendiduras formadas por estas rocas no contienen más que cuarzo y silicatos; el oro y la piritas se encuentran allí algunas veces, pero siempre en pequeña cantidad el hierro en estado de oxidulo o combinado con el titanio, es el único cuerpo que se presenta en que cantidad digna de notarse. Los pórfidos cuarcíferos ocupan un lugar demasiado pequeño en Chile para suministrar algunos datos sobre la naturaleza de las materias metálicas que les acompañan; pero en la altiplanicie boliviana, donde estas rocas se hallan mucho más esparcidas, se las ve muchas veces con los minerales de estaño. Las minas de Oruro, las de Huanuni y de Antequera están situadas en las cercanías de estas rocas.

En resumen, se ve que los metales esparcidos con tanta abundancia en la superficie de Chile han llegado allí con cierto orden y que los depósitos que los contienen son tanto más ricos en especies, cuanto se refieren a una época más reciente. El hierro y el titanio aparecen desde luego, lo mismo que el oro, como los metales más antiguos; luego el cobre viene al mismo tiempo que las hiperstenitas; finalmente en la época de los grandes trastornos del suelo, cuando las rocas volcánicas antiguas forman la gran cordillera de los Andes, el mayor número de metales es llevado entonces desde el interior a la superficie y su cantidad parece estar relacionada con la intensidad de la acción volcánica para seguir después su marcha decreciente. Los filones de baritina, que parecen ser los más recientes, no contienen más combinaciones metálicas que el sulfuro de plomo.

#### DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLES

Los combustibles minerales de Chile se refieren a dos épocas diferentes; los más antiguos se hallan en el terreno de la arenisca colorada, son escasos y de mala ca-

lidad: el único punto donde se han explotado es en la quebrada de la Ternera, en la provincia de Atacama y hasta ahora sólo se ha hallado en ellos una antracita que contiene una gran cantidad de sílice. En algunos otros puntos se encuentran aún varios vestigios de depósitos carboníferos: son en general restos de vegetales leñosos o de tallos de calamita que han pasado al estado de antracita; así es como se les encuentra en la parte superior del valle Mapocho y en la del río Colorado, pero no forman nunca capas continuas y no pueden ser de ninguna utilidad como combustible. Donde se encuentran depósitos de combustible susceptible de ser explotado es en formaciones de origen mucho más reciente, en la parte inferior del terreno terciario, empezando a aparecer desde el grado 37 y reapareciendo de trecho en trecho, hasta la Tierra del Fuego.

El primero de estos depósitos en el cual se hallan establecidas las minas de Puchoco, Coronel y Lota, empieza un poco hacia el sur de Concepción, ocupa el fondo de la pequeña bahía comprendida entre la punta de Puchoco y la montaña de Villagrán y contiene muchas capas de una lignita de muy buena calidad. Estas capas están situadas en la parte inferior del terreno terciario, donde alternan con arcillas grises o areniscas muy quebradizas. Su espesor es muy irregular, presentándose más bien bajo la forma de mantos lenticulares que de capas continuas, circunstancia que debe ser atribuida a la proximidad de los terrenos antiguos, pues estos depósitos se extienden muy poco hacia el este. Las partes que se presentan a descubierto, no son más que el borde de una cuenca más extensa que se mete en el mar y cuya huella se encuentra en la isla de Santa María; así es que se advierte que el combustible se vuelve más abundante y de mejor calidad a medida que se acerca más a la costa. La explotación de Puchoco es la que avanza más hacia el oeste y también la que suministra el mejor combustible.

A algunas leguas al sur de Lota el terreno terciario toma un desarrollo mucho más grande; desde la bahía de Arauco hasta el río Quinahue, ocupa todo el espacio comprendido entre el mar y la base de la cordillera Marítima. Las capas de lignita despuntan por varias partes, principalmente en Lebu, donde son objeto de importantes explotaciones y todo indica que deben prolongarse al norte en la llanura de Arauco; esta cuenca, por su gran extensión, sería así la más importante de Chile. Las lignitas son allí de calidad superior; presentan muchas de ellas las propiedades de la hulla y son susceptibles de suministrar un coque de buena calidad. Las explotaciones son aún muy recientes para poder formarse una idea exacta de la riqueza de esta cuenca.

Se hallan aún vestigios de lignito en la gran llanura terciaria que se extiende desde el río de Valdivia hasta el golfo de Reloncaví, lo mismo que en la isla de Chiloé; al final, en la parte sur de la Patagonia y al este de las montañas que forman la prolongación de la cordillera de los Andes, se hallan las explotaciones de Punta Arenas, donde las capas de lignita ocupan la misma posición que en Lebu y Coronel, es decir, la parte inferior del terreno terciario. Aunque explotado aún muy superficialmente, este combustible es de muy buena calidad y todo induce a creer que mejorará en profundidad. Como la misma formación se extiende más al norte sobre una gran parte de la Patagonia, es muy probable que se deben encontrar allí las mismas capas de lignito y de este modo se tendría un vasto campo de explotación.

MINERALES DE CHILE

Las especies minerales tienen, con respecto a las rocas plutónicas, la misma importancia que los fósiles en los terrenos estratificados; así como éstos están en relación con la edad de las capas y las condiciones de temperatura de la superficie del globo, son los minerales la consecuencia de reacciones que se operaban en lo interior o al contacto de las masas plutónicas. Dependen, así, no sólo de la composición elemental de estas masas sino, también, de las condiciones físicas bajo las cuales han llegado hasta la superficie. Así, en la enumeración siguiente no seguiremos la clasificación mineralógica, pero indicaremos esas especies en el orden en que han llegado a la superficie y mencionaremos tan sólo los minerales que no forman parte constituyente de las rocas plutónicas, porque estos últimos ya han sido indicados.

MINERALES DEL GRANITO

*Albita*

En algunos granitos de granos gruesos, cerca de la punta de Algarrobo, en Concepción y en la cordillera de Nahuelbuta.

*Oligoclasa*

En los mismos granitos.

*Labradorita*

El mismo yacimiento.

*Mica de dos ejes*

En grandes láminas en las pegmatitas, en los alrededores de Rere y de Nacimiento.

*Turmalina*

En las pegmatitas, en los alrededores de Rere, de Nacimiento y en los valles de Mapocho.

*Andalucita*

En los esquistos, en el río Cruces cerca de Arauco, Angol, Pichi-Nahuelbuta. Esta especie ha sido colocada aquí porque parece provenir de una reacción de las masas graníticas sobre las rocas esquistosas.

*Hierro titanado*

En granos muy pequeños, en casi todos los granitos.

*Hierro pisolítico*

En la superficie de los granitos descompuestos, en la Florida, en los alrededores de Rere, en el sur de Quirihue. Esta especie proviene de la oxidación del hierro titanado.

*Titanio rutila*

En cristales en las pegmatitas, valle del Maule más abajo de Perales y en Castillos cerca de Copiapó.

MINERALES DE LAS SIENITAS

*Hornblenda*

En vetas o en montones en los esquistos, en contacto con la sienita, Punta negra, en el valle de Huasco.

*Epidoto*

En contacto con las sienitas y las rocas estratificadas; en el valle de Polcura al este de Antuco, al este de Elqui, cerca de Apacheta en el valle de Copiapó.

*Hierro oligisto*

Este cuerpo acompaña al epidoto en los yacimientos indicados más arriba.

*Hierro titanado*

En cristalitos pequeños en todas las sienitas, donde está diseminado del mismo modo que en el granito, pero en mayor cantidad.

*Hierro sulfurado*

Diseminado en las sienitas, cerca de Puerto Varas, en las márgenes del lago Llanquihue, cuesta de Melado, en las cordilleras de Linares. En filón al contacto de las rocas estratificadas, en Caleu cerca de Santiago, Petorca, Las Vacas.



Eug. Cicari del. et lith.

lith. Barousse Paris

### CERRO DE ACONCAGUA

f Trias. g Arenisca colorado y Conglomerado.

Vista del cerro de Aconcagua tomada desde el valle de los Patos.  
Corresponde esta vista a la quebrada en la cual nace el río de San Juan; en la parte inferior se ve la arenisca colorada y sus conglomerados muy desenvueltos; y más arriba la formación del triás o arcillas con yeso; son también estas mismas rocas las que componen el cerro de Aconcagua.



*Oro*

En los filones de cuarzo con sulfuro de hierro, en Chivato cerca de Talca, Caleu, Petorca, Las Vacas, Jesús María cerca de Copiapó.

MINERALES DE LAS HIPERSTENITAS

*Hiperstena*

En montones más o menos voluminosos, cerca de Caldera.

*Asbesto*

En vetas cerca de las hiperstenitas, en Panulcillo, La Higuera, en la provincia de Coquimbo, cerro de Ojanco cerca de Copiapó.

*Apatita*

Minas de Tambillo cerca de Coquimbo.

*Hierro oxidulado*

En filones o mantos considerables en Piedra Imán cerca de Caleu, Potrero Alto cerca de Longotoma, Panulcillo, Tambillo, La Higuera, en la provincia de Coquimbo, Carmen y Punta del Cobre, en la provincia de Atacama.

*Hierro sulfurado*

Diseminado en la hiperstenita y en filones en las cercanías de esta roca, en Caleu cerca de Santiago, San Lorenzo, Potrero Alto en la provincia de Aconcagua, Panulcillo, Tambillo, Brillador, La Higuera, el Barco, Zapallar en la provincia de Coquimbo, Carrizal, cerro Blanco, el Alcaparrosa en la provincia de Atacama.

*Pirita cobriza-amarilla*

Asociada al hierro sulfuroso, en las localidades indicadas más atrás.

*Silicato de cobre*

En la parte superior de un gran número de filones, en el Cobre y Potrero Alto en la provincia de Aconcagua, mina Restauradora, Ojanco, cerro Blanco cerca de Copiapó.

*Fosfato de cobre y de alúmina*

En vetas en el caolín cerca de San Lorenzo departamento de La Ligua.

*Deutóxido de cobre*

En la parte superior de los filones de pirita, mezclado con cantidades más o menos grandes de peróxido de hierro, minas de Alicahue y de San Lorenzo, Carrizal, cerro Blanco.

MINERALES DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS

*Cuarzo cristalizado*

En cristales bipiramidales diseminados en la traquita, en la Cortadera, en el valle de Hurtado, en la base del cerro de las Tórtolas, en las cordilleras de Doña Ana, en la cima del cerro Blanco, cerca de Copiapó. En cristales prismáticos formando vetas o mantos en la traquita, cerro de los Cristales, cerca de San Carlos de Purén, mina Restauradora, cerro de Lomas Bayas.

*Ágata*

En las amigdaloides, baños de Cauquenes, valle del río Colorado, Chacabuco, valle de los Tambillos, Doña Ana, cerro de Lomas Bayas.

SILICATOS

*Halloisita*

En pequeñas masas o en vetas en un pórfido metamórfico; Montenegro y Tavón, en la provincia de Santiago; en el camino de Combarbalá a Illapel.

*Prehnita*

En las amigdaloides, en vetas o en geodas; Chacabuco en la provincia de Santiago; las Coimas cerca de San Felipe, Rodaño cerca de Arqueros, Taltal en el desierto de Atacama.

*Axinita*

Con la prehnita, cerca de Taltal.

*Escolesita*

En las mismas rocas que la precedente, hacienda de Semita, Chacabuco, las Coimas cerca de San Felipe, cerro de Lomas Bayas.

*Estilbita*

En las amigdaloides, montaña de Renca, cerca de Santiago, Chacabuco y Rodaíto.

*Laumontita*

En las mismas rocas, montaña de Renca, San Felipe, las Coimas, Rodaíto.

*Chabasia*

Rodaíto.

*Granates*

En algunos filones cupríferos, montañas de Aculeo, hacienda de San Lorenzo, departamento de La Ligua; Panulcillo cerca de Coquimbo. En grandes masas en la base de las montañas de Chañarcillo, Granate y cerca de Copiapó.

*Epidota*

En las amigdaloides, montañas del Horcón de Piedra, cerca de Santiago, valle de Tambillo, Arqueros; en grandes masas cerca de Elqui, mina de Pajonal, Pabellón cerca de Copiapó.

*Lazulita*

En la cima de los Andes, un poco al norte del boquete de Calderón en la provincia de Coquimbo.

## CALIZA Y BARITA

*Caliza espática*

En cristales, en las amigdaloides, Chacabuco, las Coimas, Arqueros, Lomas Bayas. En un gran número de filones, Rungue, los Maitenes cerca de Tavón, minas de Tamaya, Arqueros, Chañarcillo, Romero y Cabeza de Vaca cerca de Copiapó, minas de Paposo en el desierto de Atacama.

*Baritina*

En filones, Rungue, los Maitenes, Arqueros, Chañarcillo, Romero y Cabeza de Vaca, Zapallos, Tres Puntas.

MANGANESO

*Manganita*

En las amigdaloides, valle de los Tambillos, Arqueros, en la parte superior de un gran número de filones, Rungue cerca de Santiago, Arqueros, Pajonal en la provincia de Coquimbo, Chañarcillo, Zapallos en la de Atacama.

*Carbonato de manganeso*

En gran número de filones mezclado con la caliza y con hierro espático, Rungue, Arqueros, Pajonal, Lomas Bayas, Cabeza de Vaca, Zapallos.

HIERRO

*Oligisto micáceo*

En la parte superior de varios filones cobrizos, donde está acompañado de carbonato de hierro, de epidota y de granate. Montañas de Alhué en la provincia de Santiago, San Lorenzo, en la de Aconcagua, Tamaya en la provincia de Coquimbo, Ojanco cerca de Copiapó.

*Sulfuro de hierro*

En casi todos los filones que pertenecen a esa época.

*Pirita arsenical*

Cerro del Volcán y San Lorenzo en el valle del Maipo, Campana de Quillota, cordillera de Las Condes cerca de Santiago, minas de Chañarcillo, Pampalarga, Cabeza de Vaca en la provincia de Atacama.

*Sulfato de hierro (Copiapita)*

Mina de la Alcaparrosa, cerca de Copiapó.

*Carbonato de hierro*

Puro o combinado al carbonato de cal y de manganeso, en un gran número de filones argentíferos. Arqueros, Chañarcillo, Sacramento, Romero.

COBALTO

*Arseniuro de cobalto*

En los filones argentíferos, Bandurrias, Chañarcillo, Pampa Larga, Cabeza de Vaca, Tres Puntas, en la provincia de Atacama.

*Cobalto gris*

En algunos filones de piritita arsenical, Cerro del Volcán en el valle de Maipo, Campana de Quillota, mina del Buitre en la provincia de Coquimbo.

*Arseniato de Cobalto*

En las mismas localidades que el cobalto gris.

NÍQUEL

*Arseniuro de níquel*

Mina de San Pedro cerca del puerto de Flamenco en la provincia de Atacama.

*Níquel gris*

En el mismo yacimiento.

*Sulfo-arseniuro de cobalto y de níquel*

Mina Emilia, Subdelegación de Romero provincia de Atacama.

COBRE

*Cobre nativo*

En la parte superior de los filones o mantos cobrizos, minas de los Puquios y del Teniente en las cordilleras de Rancagua, cerro del Volcán en el valle de Maipo, An-

dacollo en la provincia de Coquimbo, minas de San Juan departamento del Huasco, mina de las Amolanas departamento de Copiapó; minas del valle de Carrizalillo en el mismo departamento.

*Cobre oxidulado*

Mina de San Lorenzo departamento de La Ligua y en todas las demás localidades donde se halla el cobre nativo.

*Deutóxido de cobre*

En la parte superior de la mayor parte de los filones de cobre piritoso.

*Protocloruro de cobre*

En vetas en una roca arcillosa de Nantoco cerca de Copiapó.

*Oxícloruro de cobre (Atacamita)*

En la parte superior de los filones, la mayoría de las veces está acompañado de oxidulo de cobre. Minas de San Juan y de Carrizal en el departamento de Freirina, minas del Carmen Alto, de las Amolanas y de Zapallos en el departamento de Copiapó, Chañaral de las Ánimas, Taltal, Paposo, el Cobre en el desierto de Atacama.

*Sulfuro de cobre*

Mina de pajonal departamento de Vallenar, minas de Los Puquios departamento de Copiapó.

*Pirita amarilla*

Minas de Catemu y de San Lorenzo, minas de Tamaya, Carrizal, cerro Blanco y Checo en el departamento de Copiapó.

*Cobre abigarrado*

Minas de Curichilonco en el departamento de La Ligua. Minas de Tamaya en la provincia de Coquimbo. Montañas de Aculeo cerca de Santiago, Chañaral, Carrizal, el Cobre en la provincia de Atacama.

*Arseniuro de cobre*

En las cordilleras de Rancagua, minas de Calabozo en las cordilleras de Illapel, mina de los Algodones cerca de Coquimbo, mina de San Antonio en el valle de Copiapó.

*Enargita*

Mina de las Hediondas en las cordilleras de Doña Ana cerca del Cerro de las Tórtolas, minas de San Pedro Nolasco en el valle de Maipo.

*Cobre gris antimonial*

En un gran número de filones argentíferos, minas de San Pedro Nolasco y de La Dehesa, cerca de Santiago, Chingoles, Machitillo, Porrotes en la provincia de Coquimbo, cerro Blanco, San Antonio y Tres Puntas en el departamento de Copiapó.

*Cobre gris mercurial*

Minas de San Lorenzo departamento de La Ligua, Punitaqui y Lajarilla en la provincia de Coquimbo, Zapallos en el departamento de Copiapó.

*Sulfato de cobre*

Minas de las Hediondas en las cordilleras de Doña Ana, mina Alcaparrosa cerca de Copiapó.

*Silicato de cobre*

Los Maitenes cerca de Montenegro, departamento de Santa Rosa, mina de Pajonal departamento de Vallenar, mina Restauradora, Castillos, Ojanco, departamento de Copiapó, así como en la parte superior del mayor número de filones cupríferos.

*Fosfato de cobre*

Con fosfato de alúmina en veta en las sienitas descompuestas de San Lorenzo, departamento de La Ligua.

*Carbonato de cobre*

En la parte superior de los filones, Jahuel en la provincia de Aconcagua, Chorros Altos provincia de Coquimbo, Taltal, el Cobre en la provincia de Atacama.

## VANADIO

*Vanadato de plomo*

Mina grande cerca de Arqueros provincia de Coquimbo.

*Vanadato de cobre*

En el mismo yacimiento.

MOLIBDENO

*Bulfuro de molibdeno*

Mina de la Punta creca de Santiago, Tambillo y Andacollo, en la provincia de Coquimbo, mina Restauradora cerca de Copiapó.

ZINC

*Sulfuro de zinc*

Mina de Leona en el departamento de Rancagua, montaña de San Pedro Nolasco en el valle del Maipo, minas de Chañarcillo y de Romero.

*Silicato de zinc*

Cerro Viejo cerca de Carén en el departamento de Melipilla.

*Carbonato de zinc*

En el mismo yacimiento.

ANTIMONIO

*Antimonio nativo*

En algunas minas de Huasco Alto.

*Sulfuro de antimonio*

Minas de Pampa Larga.

BISMUTO

*Bismuto nativo*

Mina de San Antonio en el valle de Copiapó.

*Sulfuro de bismuto*

Minas de Cerro Blanco cerca de Copiapó.

PLOMO

*Sulfuro de Plomo*

Mina de la Leona departamento de Rancagua, montaña de Aculeo, cerro de San Pedro Nolasco, mina de Valdivia departamento de Ovalle, minas de Chañarcillo, de Cabeza de Vaca en el departamento de Copiapó.

*Sulfato de plomo*

Minas de Chapilca departamento de Elqui, minas de Zapallos y de Garín, departamento de Copiapó.

*Carbonato de plomo*

Minas de las Arañas y de Cocalán en la provincia de Santiago, mina de Paiguano departamento de Elqui, minas de Zapallos y de Garín departamento de Copiapó.

*Molibdato de plomo*

Minas de Chapilca departamento de Elqui, minas de Lomas Bayas departamento de Copiapó.

MERCURIO

*Sulfuro de mercurio (cinabrio)*

Cerca de Petorca, minas de Punitaqui en la provincia de Coquimbo, los Frailes en el departamento de Copiapó.

PLATA

*Plata nativa*

Mina de La Dehesa cerca de Santiago, mina de San Felipe provincia de Aconcagua; mina de Rodaíto y de Arqueros en la provincia de Coquimbo y en casi todos los filones argentíferos de la provincia de Atacama.

*Plata bismutal*

Mina de San Antonio en el valle de Copiapó.

*Amalgama de plata*

Minas de Arqueros en la provincia de Coquimbo, minas de la Rocilla, de los Bordes y de Cabeza de Vaca en el departamento de Copiapó.

*Plata antimonial*

Minas de Chañarcillo.

*Cloruro de plata*

Mina Descubridora de Chañarcillo, mina Buena Esperanza de Tres Puntas, minas de Sacramento y Cabeza de Vaca en el departamento de Copiapó.

*Bromuro de plata*

Mina colorada de Chañarcillo.

*Yoduro de plata*

Minas colorada y Delirio de Chañarcillo.

*Clorobromuro de plata*

Mina de La Dehesa cerca de Santiago, mina del Comandante cerca de Quillota, minas de Agua Amarga, del Algarrobito, de Chañarcillo, de Sacramento, de Lomas Bayas y de Tres Puntas en la provincia de Atacama.

*Sulfuro de plata*

Mina de la Rocilla, mina Emilia, minas de Tres Puntas en la provincia de Atacama.

*Sulfo-arseniuro de plata*

Minas de Chañarcillo y de Tres Puntas, departamento de Copiapó.

*Sulfo-antimoniuro de plata*

Minas de Bandurrias, de Chañarcillo y de Tres Puntas.

*Polibasita*

Minas de Arqueros y de Tres Puntas.

## ORO

*Oro nativo*

En los filones piritosos, así como en la parte superior de un gran número de depósitos cupríferos. Minas del Chivato cerca de Talca, de Alhué y de la Leona departamento de Rancagua, de Cerro Viejo y Calco en la provincia de Santiago, de las Vacas y de Petorca en la de Aconcagua, Tamaya, el Toro, Andacollo, en la de Coquimbo, el Inca, Cachiyuyo, Chancoquín, Jesús María en la provincia de Atacama.

Hemos pensado que sería de alguna utilidad completar este cuadro de las especies minerales propias al suelo de Chile con una indicación de los lugares en los cuales se hallan en más abundancia los materiales que pueden tener un empleo inmediato en la industria o en las artes; en las páginas que siguen indicamos la situación de los materiales empleados en la arquitectura y después los que pueden ser utilizados en varias industrias.

## PIEDRAS DE CANTERA

Las rocas que se pueden emplear como piedras de cantera son los granitos, el asperón y las traquitas; las calizas de Chile son demasiado compactas para someterlas a esa clase de trabajo. Entre las rocas graníticas, las que deben preferirse son las sienitas, por alterarse menos al aire y ser más fáciles de labrar. Se las halla en casi toda la extensión de Chile, principalmente al este del valle longitudinal: indicaremos solamente las que se hallan cerca de los grandes centros de población, porque son de una aplicación más inmediata. En el sur de Chile las sienitas que aparecen a orillas del lago Llanquihue; son de excelente calidad; también se encuentran otras muy buenas cerca de Santiago en el dominio de Perales; las de las provincias intermedias están situadas a demasiada distancia de las principales ciudades y en localidades de un acceso muy difícil, para que puedan ser empleadas en las construcciones; y lo mismo sucede en las provincias del norte, donde las poblaciones están situadas demasiado distantes de estas rocas. Hay, sin embargo, que exceptuar a Copiapó que podría fácilmente utilizar las sienitas de la quebrada de Cerrillos y las que forman las montañas situadas al oeste de Ojanco.

Los únicos asperones que pueden suministrar buenas piedras para labrar son los del terreno siluriano y el asperón rojo. Los asperones terciarios son en general demasiado tiernos o muy poco homogéneos para dar piedras de buena calidad. Los asperones silurianos abundan en el sur de Chile, donde se les halla cerca de la costa entre Lota y Arauco; más hacia el norte, las colinas que bordean, al oeste, el

valle longitudinal entre el Biobío y el Maule, suministran igualmente asperones de buena calidad. Estos asperones son más raros al norte del Maule y los reemplazan rocas porfíricas o jaspoides impropias para labrarlas. El asperón rojo, aunque muy abundante, sobre todo en las provincias del norte, presenta en pocos puntos rocas de buena calidad; pasa muchas veces a la estructura porfírica, lo que le hace a la vez de una dureza demasiado grande y difícil de obtener en pedruscos homogéneos y sin hendiduras. Sólo casi en la provincia de Coquimbo, cerca de Samo Alto, de Andacollo y de Elqui, es donde reúne esta roca las condiciones necesarias para ser empleada ventajosamente en la construcción.

Las traquitas son las rocas que suministran las mejores piedras de cantera: se trabajan con facilidad y reúnen la ligereza a una gran tenacidad; son, además, bastante abundantes en el valle longitudinal, es decir, cerca de las principales ciudades de Chile. En la provincia de Arauco se las encuentra cerca de Mulchén, donde forman el cerro de Cochenta: en el norte de los Ángeles constituyen el cerrillo de Curamávida, el cerro Negro y la montaña del Guanaco. No se las encuentra en el llano comprendido entre chimbarongo y Linares, pero están reemplazadas por conglomerados del mismo origen, conocidos con el nombre de tosca. En algunas partes adquieren estos conglomerados suficiente dureza para suministrar excelentes materiales. Al norte de Linares se encuentra la montaña de Quillipín, igualmente formada de traquita, de la cual hay una variedad porosa muy propia para la cantería. La provincia de Talca está menos favorecida desde este punto de vista, aunque encierra, sin embargo, algunos conglomerados que pudieran ser utilizados. Al norte de Curicó se hallan las rocas que forman los Cerrillos de Teno, que son una corriente de lava traquítica porosa, ligera y sumamente tenue.

Las provincias de Colchagua y Santiago poseen igualmente traquitas de buena calidad; las que forman las colinas, al oeste, de la cuesta de Regulemo, cerca de Rengo, suministran excelentes materiales; esta traquita pertenece a la variedad de las domitas, es muy homogénea, ligera, fácil de labrar cuando sale de la cantera, pero después adquiere mucha dureza y tenacidad. Esta piedra puede emplearse no sólo para las construcciones sino para muchos otros usos a causa de la gran facilidad con que se la trabaja, pues se pueden labrar con ellas vasijas y excelentes piedras de filtro.

Otras traquitas semejantes a las precedentes se encuentran también yendo más hacia el norte, en la hacienda de Apalta, donde forman pequeñas colinas al oeste de la llanura. Las que están explotadas cerca de Santiago, en el cerro San Cristóbal, no son de tan buena calidad, pues su estructura es menos homogénea y se deshojan por la acción prolongada del aire y la humedad. Los pedruscos extraídos de cierta profundidad no tienen este defecto y, por lo tanto, son los únicos que se deberían emplear en las construcciones.

Se encuentran aun las traquitas cerca de San Felipe en la base de las montañas de Culunquén. En las provincias del norte no aparecen sino a grandes distancias de los centros poblados.

## PIEDRA DE CAL

La caliza falta en el sur de Chile y sólo se la encuentra desde la provincia de Santiago, donde se la explota en muchos puntos: en La Calera, Batuco, Polpaico y en la cordillera. Las calizas de La Calera, Batuco y Polpaico contienen mucho pedernal, dan cales muy medianas y dejan muchos desperdicios. Las de la cordillera, explotadas en la hacienda de La Dehesa y en los alrededores de San José, son más puras y dan cales grasas de excelente calidad.

La provincia de Aconcagua encierra también poderosas capas calcáreas; se las halla un poco al sur de San Felipe donde forman las pequeñas mesetas situadas entre esta ciudad y Tierra Blanca. Las capas superiores contienen pedernales y presentan los mismos inconvenientes que las de Batuco; pero en la parte inferior de estas mismas mesetas se hallan capas de caliza compacta que pueden suministrar excelente cal hidráulica. Las mismas capas calcáreas se encuentran aún al bajar al valle, en frente de Llay Llay, en la base de las montañas de Catemu.

La provincia de Valparaíso contiene también dos yacimientos de caliza, el de La Calera, cerca de Quillota, y el de El Melón. Las calizas explotadas actualmente en La Calera contienen muchas partes silíceas y la cal que suministran es muy mediana; pero en la parte superior de la montaña se hallan otras capas de una caliza más pura, que darían productos de muy buena calidad. Las calizas de El Melón no han sido utilizadas todavía, aunque son bastante puras y suministran buena cal.

La provincia de Coquimbo encierra calizas que pertenecen, unas al terreno terciario y otras a la formación jurásica: las primeras son las únicas que se pueden transportar a las ciudades y forman una capa de algunos decímetros de espesor ocupando la parte superior del terreno terciario. Estas mismas calizas se hallan cerca de Chañaral así como en la llanura que se extiende entre Caldera y el antiguo puerto de Copiapó. Las calizas jurásicas abundan, además, en los alrededores de Copiapó; se las encuentra en Nantoco, Totalillo, en Pabellón, donde pueden dar cales de todas las variedades, desde la cal hidráulica, conocida con el nombre de cemento romano, hasta las cales grasas.

## YESO

Los grandes depósitos de yeso están situados en la cordillera de los Andes y cerca de la línea de vertientes. Comienza a hallárseles cerca del grado 34 y desde allí se extienden hacia el norte. El más notable de estos depósitos es el que existe hacia la parte superior del valle de los Piuquenes: el yeso forma allí montañas enteras y de allí es de donde se extrae todo el que se emplea en Santiago. Se hallan aún poderosas capas cerca del río Barroso, en el valle del Maipo y en Portezuelo del yeso, cerca de las fuentes del río de las Leñas. Desde el grado 33 los depósitos de Yeso no aparecen más que al este de la cordillera, pero siempre a corta distancia de la línea de vertientes: tales son los de Los Patos, en el camino de San Juan a San Felipe, y los que se hallan en la base del cerro de la Ramada.

Todavía se halla un pequeño depósito de yeso cerca del boquete de Calderón en la provincia de Coquimbo; finalmente, aparece aún este cuerpo en la provincia de Pectorca, bajo forma de cristales bastante voluminosos diseminados en una capa de arcilla.

El desierto de Atacama encierra igualmente poderosos depósitos de yeso, pero de poca utilidad a causa de su alejamiento de los puntos habitados. Hay que exceptuar, sin embargo, el que se halla en el fondo de la bahía de Antofagasta que, a causa de su situación en la orilla del mar, podría ser objeto de una explotación lucrativa.

#### MÁRMOL

Chile posee pocas calizas que reúnan las calidades necesarias para que puedan emplearse como mármol. Las mesetas calcáreas de Tierra Blanca, cerca de San Felipe, contienen, sin embargo, algunas capas que podrían suministrar mármoles bastantes hermosos; eso es una brecha calcárea de color lila, muy compacta y, por consiguiente, susceptible de un lindo pulimento, que ocupa la parte superior de dichas mesetas. Podrían igualmente emplearse las calizas de Melón, que son blancas y veteadas de matices anaranjados. Las calizas de los alrededores de Copiapó, sobre todo las que están situadas entre Pabellón y la costa de Chañarillo, contienen capas muy homogéneas de un negro muy hermoso susceptible de un vistoso pulimento. Como estas capas son de gran espesor, podrían sacarse de ellas pedruscos de todas dimensiones. Finalmente, debemos indicar aún las calizas estalagmíticas que suministran el alabastro antiguo y que se hallan en muchos puntos de la montaña de San Lorenzo en el valle del Maipo.

#### PIZARRA

El terreno esquistoso que forma la vertiente occidental de la cordillera Marítima desde el desembocadero del Maule hasta Valdivia, encierra varias capas que pueden suministrar pizarras de buena calidad. En la parte comprendida entre Curanipe y Cobquecura es principalmente donde se hallan estas capas de pizarras. Se encuentra también un asperón de forma esquistosa, de grano muy fino, que puede abastecer de excelentes losas. El esquisto pizarroso aparece igualmente cerca de la costa en el norte de Chile, principalmente en el cerro de Santa Inés, cerca de Pichidanguí y Chañaral de las Ánimas.

#### ARCILLAS

Chile contiene caolín, arcillas finas para la alfarería y arcillas para ladrillos. El caolín se encuentra en dos formaciones, en las cercanías de los granitos y en las sienitas que han sido sometidas a emanaciones volcánicas. Las mejores se encuentran en la formación granítica y provienen de la descomposición de las pegmatitas o de

algunas variedades de granito con mica blanca. Las localidades donde más abundan son las cercanías de la Florida y de Rere, así como en el valle del río Andalién. Se encuentra también hermoso caolín en la hacienda de las Tablas, cerca de Valparaíso, pero en pequeña cantidad. El caolín que proviene de la descomposición de las sienitas, conocido en el país con el nombre de tofo, es mucho más abundante. Los sitios que suministran las mejores calidades son la hacienda de San Lorenzo en la provincia de Aconcagua, y las montañas de Zapallos en la de Coquimbo.

Las arcillas para alfarería se encuentran en dos formaciones: unas provienen de la descomposición de los esquistos cristalizados; son siempre algo ferruginosas y se las encuentra en todos los puntos en que está formación ocupa cierta extensión, tales como en las montañas de Curanipe y de Cobquecura, en las de Nahuelbuta y en los alrededores de Valdivia. Las demás forman capas que acompañan los lignitos de la formación terciaria, y se las halla así en los alrededores de Concepción, en Coronel, en Lota, en Valdivia y en la base de las mesetas que rodean el lago Llanquihue. Algunas de estas arcillas contienen muy poco hierro y pueden servir para la fabricación de ladrillos refractarios; tales son las de Lota y de Valdivia.

Las arcillas más o menos rojas que provienen de la descomposición de las rocas graníticas, son en general demasiado fusibles para suministrar ladrillos de buena calidad; éstos siempre salen mal cocidos y no resisten a la acción de los hielos y de la humedad; lo mismo sucede con las arcillas del terreno cuaternario que se encuentran en el valle longitudinal.

#### CUARZO

El cuarzo es muy abundante en Chile: se le encuentra, sobre todo, en la formación de los esquistos cristalizados, donde forma mantos o filones de gran espesor, hallándose así repartido sobre toda la vertiente occidental de la cordillera Marítima y, algunas veces, también al este de dicha cordillera.

#### SÍLEX

Aunque menos abundante que el cuarzo, se encuentra, sin embargo, el sílex en muchos sitios, donde ocupa la parte superior de la formación calcárea. Se le halla cerca de Santiago, en Colina, Bатуco, en las mesetas de Tierra Blanca cerca de San Felipe, así como en la costa del Pedernal. Las calizas de los alrededores de Copiapó contienen capas de algunos decímetros de espesor.

#### JASPES

Los jaspes se encuentran en las cercanías de las rocas volcánicas antiguas y algunos tienen matices muy hermosos: entre los más notables citaremos los bellos jaspes rojos de los Maitenes, cerca de la hacienda de Tavón.

### ÁGATAS

Los amigdaloides de Chile encierran bellas ágatas, siendo los sitios más notables los baños de Cauquenes, la hacienda de Chacabuco cerca del antiguo camino de Santa Rosa, el cajón de Tambillo, en el valle del río de Putaendo, montaña de Sacramento al sur de Copiapó y, finalmente, el cerro de Lomas Bayas, donde se hallan hermosas ágatas lácteas.

### LAZULITA

Hasta ahora no se ha hallado lazulita más que en una sola localidad, en la provincia de Coquimbo, cerca de las fuentes del río Tascadero y a corta distancia de la línea anticlinal de los Andes. Forma un filón de 10 a 15 centímetros de espesor, que podría suministrar hermosas piedras para objetos de lujo.

### PIEDRAS DE AFILAR

Las esquistos cristalizados y el terreno antracitoso contienen excelentes piedras de afilar. Se hallan allí cuarcitas que pueden reemplazar la piedra del Levante, esquitas cotículas o piedra para las navajas de afeitar y excelentes asperones. Las mejores cuarcitas se hallan en los alrededores de Valdivia, cerca de Constitución: las esquitas cotículas, en las montañas de Cobquecura y de Curanipe; los asperones entre Colcura y la Bahía de Arauco y en los alrededores de Rere.

El trípoli se encuentra en dos sitios: primeramente, en la subdelegación de Puchuncaví, algo al este del lago de Campeche, donde forma una capa de algunos centímetros de espesor y después en las márgenes del lago del Maule hacia la parte oriental; este trípoli es muy blanco, ligero y formado enteramente de sílice.

Finalmente, indicaremos aun las pómez, que se encuentra en gran cantidad cerca del lago de Mondaca y en las cercanías del lago de Maule.



Exp. Cisneros 1878

IND. BANDURRAS PATA

### CERROS DE BANDURIAS

ε Calcaire avec silex. e Calcaire compacte. e' Calcaire et grès. i Porphyre augitique.

Vista de los cerros de Bandurrias.

Estos cerros situados al sur de Chañarcillo presentan una gran línea de levantamiento, cuya dirección es la del sistema chileno se ven de ambos lados los estratos inclinados en sentido opuesto; y en el centro un dique de pórfido augítico que ocupa el eje de levantamiento; es a esta línea que se refieren las vetas de plata de Chañarcillo y de los alrededores; es también en esta parte que la formación jurásica de Chile toma su mayor extensión.



## METEOROLOGÍA

Situado Chile entre los grados 24 y 55 de latitud sur, no puede menos de ofrecer gran variedad de climas. Aunque el espacio que abraza, en el sentido de los meridianos, corresponde de un modo aproximativo al intervalo comprendido entre Moscú y la antigua ciudad de Tebas, está, sin embargo, muy distante de tener unos climas tan extremos como los de esta última zona. Los calores en Chile son moderados, aunque sea bajo el grado 24 y los inviernos de Tierra del Fuego son allí menos fríos que los de las regiones templadas de Europa. Esta benignidad del clima se debe principalmente a una causa general, que al paso que templó el frío en los inviernos de las regiones australes, refresca las que están cercanas a los trópicos; esta causa es la gran corriente marina que después de haber seguido las costas de Brasil, da la vuelta a la punta sur de América y sube desde allí hasta el norte, llevando hacia la Tierra del Fuego las aguas calientes de los mares ecuatoriales, donde deja una parte de su calor y conduce luego al norte sus aguas relativamente frías. La configuración del suelo contribuye aun a aumentar esta variedad de climas, pues a consecuencia de su elevación gradual del oeste al este, se puede pasar desde las regiones donde crecen las palmeras hasta las cimas glaciales de los Andes, sin dejar por eso de permanecer constantemente bajo el mismo paralelo. Chile presenta así tres regiones cuyo clima, modificándose gradualmente a medida que se va avanzando hacia el sur, conserva siempre un carácter que le es propio. Corresponden estas regiones a las costas de Chile, a su valle longitudinal y a la cordillera de los Andes. Vamos a estudiarlas en sus relaciones con la temperatura, los vientos, la lluvia y los fenómenos eléctricos.

### TEMPERATURA

En la región marítima la temperatura media varía con mucha lentitud: en Copiapó, cerca del grado 27, se halla comprendida entre 16° y 17° y, si bien no poseemos ninguna observación para las partes de la costa situadas más hacia el norte, varios resultados obtenidos sobre la temperatura de la capa invariable dan motivo para

creer que esta temperatura media no pasa de 17°. Cerca del grado 30, en la ciudad de La Serena, esta temperatura es de 15,8°; en Valparaíso, por los grados 33, difiere muy poco de 14°; en Melipelli o Puerto Montt por los 42, se eleva aún a 12,9°; finalmente, en Punta Arenas, situado por el 53, esta temperatura está comprendida entre 6° y 7°. La temperatura media disminuye así con mucha lentitud entre los grados 24 y 42. Está disminución no es uniforme: entre el 24 y el 30, es 0,16° para cada grado de latitud; de 0,32° entre el 30 y el 33 y sólo de 0,11° del 33 al 42. Al sur del 42 esta disminución es más rápida, pero la incertidumbre que reina todavía sobre la media de Punta Arenas no permite evaluarla exactamente. Las variaciones anuales se hallan comprendidas en límites bastante estrechos: entre los grados 24 y 36 rara vez desciende a cero el termómetro y no sube más allá de 30°. La temperatura media del invierno, en La Serena, es de 11,8° y la del verano 17,6°: en Valparaíso los resultados son casi iguales; 16,6° en el verano y 10,7° en el invierno, pero a medida que se adelanta hacia el sur, van siendo mayores estas diferencias; así en Concepción, la temperatura media del verano es de 18,7° y la del invierno 9,2°; pero en Valdivia y Melipulli, si bien están más al sur, la diferencia es menos grande, pues la temperatura media estival es de 15° y la del invierno de 8°. Esta circunstancia debe principalmente atribuirse a la abundancia de las lluvias que moderan los calores del verano y se oponen, en el invierno, a la radiación nocturna. La nieve no cae jamás al norte del grado 36; a veces cubre las alturas de 200 a 300 metros, pero no desciende nunca más abajo. En Valdivia y Melipulli, al contrario, se la ve algunas veces permanecer por espacio de muchos días y, finalmente, en Punta Arenas la tierra se queda cubierta de nieve durante los meses de junio y julio bajando entonces el termómetro hasta 12°, mientras que en verano sube rara vez más allá de 15°; éstas, sin embargo, son temperaturas accidentales, pues la mayoría de las veces el mínimo no pasa de 8° y el máximo de 10°.

En la parte situada entre la cordillera Marítima y la base de los Andes, la mayor elevación del suelo y el alejamiento del mar propenden a establecer oscilaciones más considerables en la temperatura anual: para una misma latitud, la temperatura media es allí algo más elevada que en la región marítima; pero importa mucho tener en cuenta que la configuración del terreno ejerce allí un gran influjo, conforme estén las localidades más o menos expuestas a la radiación nocturna y a las corrientes de aire frío que bajan de los valles de los Andes. Así es que la temperatura media de Santiago, tomada en el interior de la ciudad, es de 16, 2°, mientras que en el nuevo Observatorio, situado en un terreno bajo y descubierto, es solamente de 12,7°. Hay, pues, temperaturas medias muy diferentes en localidades situadas casi en el mismo nivel y distantes unas de otras sólo algunos kilómetros. Para evitar esas causas de error hemos establecido termómetros a diferentes profundidades a fin de obtener la temperatura de la capa invariable, que, como ya se sabe, difiere poco de la mediana. Observaciones repetidas durante muchos años cerca de Santiago, han dado 1,20 m para la profundidad de la capa invariable, en parejas al abrigo de las lluvias y de la acción directa del Sol, y 16,5° para la temperatura: la media, pues, del observatorio de Santiago, sería una anomalía dependiente de las circunstancias que acabamos de indicar. Las observaciones de las temperaturas del

suelo, a dos metros de profundidad, hechas en el desierto de Atacama, Chañarcillo, Coquimbo y en Chillán, han dado los siguientes resultados que pueden considerarse como muy aproximados a la media de estas localidades; en Calama, en el desierto de Atacama 17,6°; en Chañarcillo 17,6°, en Coquimbo (La Serena) 15,9°; en Chillán 16,3°. Estos números difieren muy poco de las temperaturas medias de la región marítima; pero lo que caracteriza particularmente el clima del valle longitudinal es la extensión de las variaciones diurnas y anuales. En el desierto de Atacama, en altitudes que no exceden de 1.000 metros, no es raro ver, durante el día, elevarse la temperatura del aire a 38° y durante la noche bajar a 2° o 3°. Se carece, por otra parte, enteramente de datos sobre las variaciones anuales en esta parte de Chile. En Santiago, cuya altitud es de 560 metros, el termómetro baja durante las noches de invierno a 2° y 3° bajo cero; en verano el máximo está comprendido entre 29° y 30°. Algunas veces nieva, pero la nieve no se conserva más allá de doce horas y desaparece casi siempre al despuntar los primeros rayos del Sol, aun los parajes donde la altura excede de 800 metros. El termómetro sube frecuentemente a 20° y 25° en los días claros de junio y julio, pero por la noche baja hasta cerca de cero y a veces más abajo. Durante el verano, que corresponde a los meses de enero y febrero, son menos extensas estas variaciones, pues la temperatura del día pasa rara vez de 28° y no baja más allá de 12° o 15°. Estas diferencias dependen, sobre todo, de la proximidad de la cordillera de los Andes; como ésta se halla cubierta de nieve durante el invierno hasta el nivel de 1.400 a 1.500 metros, el aire que se ha enfriado, durante al noche, con el contacto de estas nieves baja por los valles y se extiende por el llano, donde ordinariamente anuncia su presencia una ligera capa de niebla; así, pues, se observa que la temperatura es mucho más suave en la falda de las colinas que en las partes bajas del llano.

En el sur de Chile son mucho menos sensibles estas variaciones, porque el estado nebuloso de la atmósfera se opone, a la vez, a la acción del Sol y a la radiación nocturna en las provincias de Arauco, Valdivia y de Llanquihue.

En la región de los Andes desciende la temperatura a medida que se sube, pero ofrece grandes anomalías desde este punto de vista: en primer lugar, desciende muy lentamente hasta una altura de 1.500 a 2.000 metros, ofreciendo aun muy grandes diferencias según se consideren las partes salientes o las depresiones del suelo. En los valles de los Andes es donde se observan las mayores variaciones diurnas y anuales; en el valle de Copiapó cerca del grado 28 y a 1.300 metros de altitud, la temperatura del aire excede muchas veces 38° durante el día; durante la noche desciende a 20° o sólo 8° según sople el viento del oeste o del este. En Guanta, en el valle de Coquimbo, entre 29 y 30 grados de latitud y a 1.373 metros de altura, llega a tener el aire en los días de verano una temperatura casi igual. El melocotón, la higuera y la viña producen frutos notables por sus cualidades: el trigo prospera aun a 3.200 metros de altitud. El valle de Maipo da lugar a las mismas observaciones; es San Gabriel, cuya altitud es de 1.300 metros, el termómetro llega a 32° en los días de verano y baja a 12° durante la noche. La higuera y la viña crecen allí muy bien, aunque en invierno permanezca el suelo cubierto de nieve durante muchos días y baje el termómetro de 5° a 6° bajo cero.

En San Gabriel la temperatura del suelo, a dos metros de profundidad, es aun la de 14,8° y como la de Santiago es la de 16,5°, sólo hay 1,7°, para una diferencia de nivel de 740 metros, lo cual daría una disminución de 1 grado para 435 metros, en vez de 195 metros, que es la altura que corresponde a una disminución de un grado, cuando se sube verticalmente sobre el nivel de los llanos. Más arriba de 2.000 metros, en los valles como en las ramificaciones de los Andes, el enfriamiento se vuelve mucho más rápido: el viento del oeste que sopla constantemente durante el día, mantiene allí la temperatura entre 18° y 20° hacia mediodía, en el verano, pero durante la noche baja a 5° o 6°. Entre 3.000 y 4.000 metros de altura hiela constantemente durante la noche, siendo raro que en las horas del máximo suba el termómetro más allá de 12° aun en las regiones más cercanas al trópico; el límite de las nieves permanentes excede aun está altura en todo el espacio comprendido entre los grados 22 y 33. El cono volcánico del Llullaillaco, situado bajo los 24°41' y se levanta hasta 6.173 metros, conserva solamente en su cima y hacia la parte del sur, una pequeña mancha de nieve cuyo borde interior se eleva todavía a 5.986 metros. En el cerro del Potro, situado cerca del grado 28, las nieves permanentes se mantienen a 5.200 metros. Hacia los 29°34' en el portillo de Doña Ana y a una altura de 4.670 metros, no quedan, en verano más que algunas manchas de nieve en los parajes en que los peñascos impiden la acción directa del Sol. En las provincias de Santiago y de Aconcagua se mantiene aún este límite más allá de 4.000 metros y en el portillo de Piuquenes, bajo 33°31' llega a 4.170 metros; pero desde el grado 35, baja rápidamente este límite y no es más que de 3.080 en las faldas del volcán de Peteroa y sólo de 2.189 en el volcán de Antuco hacia los grados 37°23'. En fin, en el volcán de Osorno, hacia el grado 41, no es más que de 1.560 metros. Este límite continúa descendiendo aun a medida que se va adelantando hacia el sur, pero de un modo menos rápido. En el estrecho de Magallanes las nieves se mantienen aún la altura de 500 y 600 metros. Hemos indicado ya en la lámina XXI el nivel que alcanzan las nieves permanentes entre los 24° y 42° de latitud y para hacer más sensible la curva que describe este límite, las alturas están marcadas en una escala 80 de la de las distancias.

En el desierto de Atacama es donde alcanza la mayor altura el límite de las nieves permanentes, no solamente para América sino para toda la superficie del globo. En las montañas del Himalaya pasa apenas de 5.000 metros: bajo el ecuador, en los Andes de Quito no excede de 4.800 metros, y en las montañas de México el punto más elevado de este límite es de 4.500 metros. La razón es que el límite de las nieves permanentes no depende únicamente de la latitud, sino que está subordinado a la cantidad de lluvia que cae en cada localidad. Donde las lluvias faltan casi absolutamente, como en las cordilleras del desierto de Atacama, la nieve, aunque esté mucho más bajo que el punto de congelación del agua, se evapora lentamente y acabaría por desaparecer enteramente de las cumbres más elevadas si no la renovasen, a largos intervalos, algunos raros huracanes. En fin, en esas alturas en que la temperatura del aire se mantiene a varios grados bajo cero, la acción de los

rayos solares, que sólo han atravesado un aire rarificado y desprovisto de vapores, conserva toda su energía y la nieve derritiéndose durante todo el día alimenta los raras manantiales que van a perderse a poca distancia en las arenas del desierto. A medida que se avanza hacia el sur las lluvias se vuelven menos raras; hasta el grado 34 no llueve casi nunca en verano, es decir, desde noviembre hasta marzo y, el límite de las nieves se mantiene allí siempre sobre los 4.000 metros; pero entre los grados 34 y 35, empiezan a caer algunas lluvias estivales; las del invierno son también más abundantes, el cielo permanece nublado durante gran parte del año y la acción del Sol sobre las nieves es más limitada, en tanto que la cantidad de éstas es mucho mayor: así es que el límite de las nieves permanentes desciende bruscamente cerca de 1.000 metros. En la provincia de Llanquihue, donde no aparece el Sol más que a raros intervalos, desciende este límite a 1.500 metros, mientras que en los Pirineos, situados casi bajo la misma latitud, llega a 2.800 metros.

También es desde el grado 34 cuando se aparecen los primeros ventisqueros de los Andes: allí donde hay altas montañas que forman crestas dirigidas del este al oeste, la vertiente sur no recibe más que una débil parte de los rayos solares, el agua procedente de las nieves superiores se congela y transforma la que ocupa un nivel más bajo en una masa de hielo. El primer ventisquero que se encuentra es el del valle de los Cipreses, que ocupa una profunda cortadura situada en el lado sur de las montañas que forman el Alto de los Mineros y baja desde allí hasta 1.785 metros donde da origen al río de los Cipreses<sup>2</sup>. Cuando le visitamos a principios del año 1858 había habido un gran hundimiento cerca de su extremidad inferior y el hielo cortado a pico formaba en su base una magnífica gruta de donde brotaba el río; el canchal estaba separado por un intervalo de más de cien metros en el cual se hallaban dispersos enormes trozos de hielo que resistían todavía la acción del Sol. Encima del hielo se notaba una capa térrea de muchos metros de espesor, compuesta de peñascos desprendidos de las montañas vecinas y que habían rodado por la superficie del ventisquero; esta capa se extendía, al sur, sobre un espacio de más de un kilómetro; luego venían las agujas de hielo y, por último, la nieve que cubre siempre los ventisqueros a una cierta altura. Desde esta latitud se presentan los ventisqueros sobre casi todas las cumbres nevadas, rodeando al sur y al oeste el grupo de los volcanes de Chillán; se les halla otra vez sobre el volcán del Antuco a una altura de 2.184 metros y en Sierra Velluda, donde cubren casi toda la superficie expuesta al este y al sur. Hacia los 46°, en frente de la península de Tres Montes, los ventisqueros llegan casi al nivel del mar y lo mismo sucede en el estrecho de Magallanes, donde su extremidad inferior excede rara vez 50 metros.

## VIENTOS

Los vientos que reinan en Chile, lo mismo que en una gran parte de la región situada al oeste de los Andes, son unos vientos especiales dependientes de la con-

---

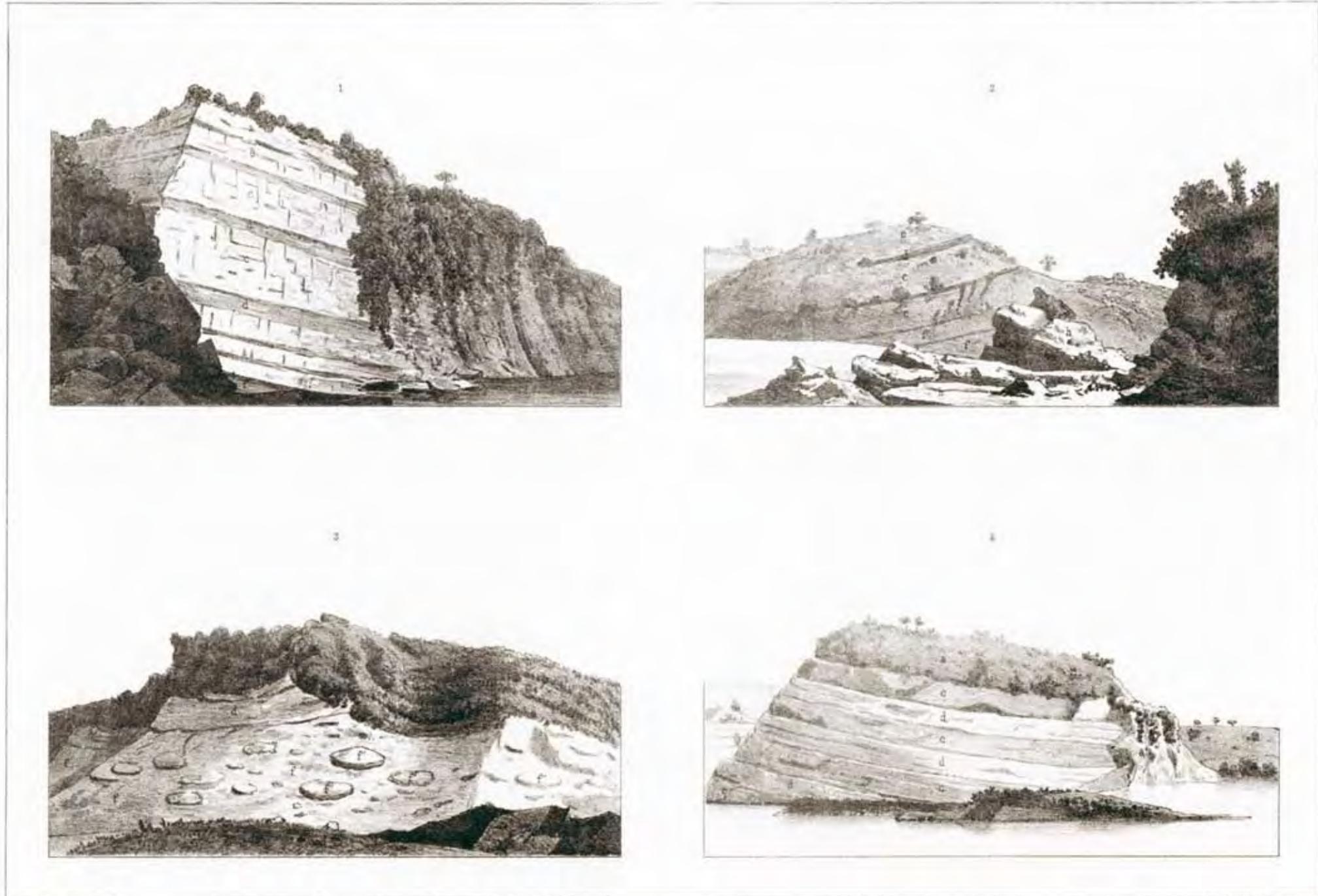
<sup>2</sup> Meteorología, PL. XXII.

figuración del suelo. Los vientos generales del este y del sureste, atajados por esta cordillera de montañas, se levantan en las regiones superiores de la atmósfera y no van al encuentro de la superficie del mar sino a una gran distancia de la costa<sup>3</sup>. Los que soplan con más frecuencia vienen de la región del oeste y oscilan entre el N.N.O. y el S.S.O., variando en cada localidad según las estaciones. Durante el verano, es decir, desde noviembre hasta marzo, dominan los vientos del noroeste entre 39° y 46°; estos vientos son cálidos y húmedos y casi siempre traen lluvias consigo; al norte del grado 39 los vientos que más se dejan sentir son los de oeste y suroeste. A medida que va adelantando la estación, la zona de los vientos de noroeste se corre imperceptiblemente hacia el norte y parece que sigue al Sol en su marcha hacia el hemisferio boreal. Para hacerse cargo de las causas que ocasionan estas varias corrientes de la atmósfera es necesario considerar a la vez los vientos generales y la configuración de las tierras de América del Sur. Ya se sabe que los dos alisios del noreste y del sureste, salen a su encuentro cerca del ecuador, donde empiezan por producir una corriente ascensional y enseguida dos corrientes contrarias que se dirigen hacia los polos. La corriente ascensional que forma el límite de estos dos vientos superiores no ocupa una posición fija sobre la tierra, sino que cambia de lugar siguiendo al Sol en su marcha de un hemisferio a otro. Establecido este punto, consideremos lo que pasa en el hemisferio Sur: la corriente superior que viene del norte baja gradualmente y va a buscar la superficie de la tierra a cierta distancia de su punto de partida. A fines de diciembre, cuando el Sol ha llegado bajo el trópico, está corriente va a tocar el suelo o la superficie de los mares bajo el grado 39 y entonces son los vientos del norte y del noroeste los que soplan en el sur de este paralelo, es decir, que empiezan poco más o menos a 16 grados de la zona en que el Sol pasa al cenit. Esta distancia, sin permanecer constantemente la misma, sólo varía en un corto número de grados, resultando de aquí que cuando el Sol vuelve al hemisferio Boreal, la zona de los vientos del norte debe avanzar en el mismo sentido y recorrer así un espacio de cerca de 47°, que es el que salva el Sol al ir de un trópico al otro. En el norte de esta zona reinan los vientos alisios, es decir, los vientos del sureste, para América del Sur. Antes de llegar a Chile pasan estos vientos por los llanos de la República Argentina, donde se elevan gradualmente, atraviesan la cordillera de los Andes, a una altura de más de 4.000 metros y, aunque después descienden, no pueden, sin embargo, alcanzar la superficie de los mares sino a una distancia bastante grande<sup>4</sup>. Chile, pues, se halla al abrigo de esos vientos por la cordillera de los Andes. Pero no es únicamente esta cordillera la que tiende a elevar la corriente del sureste: las capas de aire en sumo grado calentadas, durante el día, al contacto de las desnudas llanuras de la República Argentina, con lo cual se han vuelto más ligeras, producen una corriente ascensional que tiende aún más a elevar el nivel del alisio. Para reemplazar el aire que se llevó esta corriente es absolutamente necesario que lleguen del oeste nuevas capas de aire y esto es la causa de los vientos que reinan, en Chile, en la zona

---

<sup>3</sup> Meteorología, PL. XXI, fig. 2.

<sup>4</sup> Véase, PL. XXI, fig. 2.



Eug. Cicero lith.

Imp. Bataillon &amp; Paris.

a Terrain quaternaire, b c Grés, d Argile et lignite, ff Grés ferrugineux, h Schiste cristallisé.

Fig. 1. Tajo situado en la parte N-E., de la isla de la Quiriquina. Este tajo presenta toda la serie de los estratos de la formación terciaria, desde las areniscas que contienen las baculites hasta el terreno de acarreo. El banco *f* situado en la parte inferior está formado por una roca esteatitosa que descansa sobre la arenisca con baculites; entre *f* y *d* se hallan varios bancos compuestos de areniscas con caolín y que alternan con otros bancos más delgados de arenisca calcárea. Los bancos *d* son formados de una arcilla parda que contiene muchos restos de vegetales; *c* corresponde a una arenisca micácea; *b* es un banco de arcilla con lignita y *a* el terreno de acarreo. Fig. 2. Formación de lignita de Lota. Vista tomada desde la ensenada de Colcura. En esta parte la formación terciaria descansa sobre los esquistos cristalizados. *h*. Esquisto cristalizado. *d*. Bancos de lignita. *c*. Arenisca con caolín. *l*. Cuarzita. *f*. Conglomerado compuesto de trozos de cuarzita, de esquisto cristalizado y de granito. *f'*. Arenisca muy fina cambiándose en jaspe. Fig. 3. Tajo situado entre el puerto del Tomé y Bellavista. *d*. Arenisca con lignita y restos de vegetales. *f*. Arenisca ferruginosa. *f'*. Trozos redondeados de arenisca calcárea en los cuales se halla una gran cantidad de baculites y de *cardium acuticostatum*. Fig. 4. Cerro de Negrete sobre las orillas del Biobío. *a*. Terreno de acarreo compuesto de trozos de rocas volcánicas iguales a las que se hallan en la cordillera. *a'*. Banco de arena. *c*. Arenisca con bancos delgados de arcilla blanca. *d*. Arcilla parda con algunos restos de vegetales.



que corresponde al alisio. Estos vientos empiezan, por lo regular, hacia mediodía, pues en las mañanas son de ordinario serenos y sólo a las diez o las once horas es cuando empieza a dejarse sentir la brisa del suroeste. Débil en un principio, va creciendo en intensidad hasta las tres o las cuatro; disminuye luego, de nuevo, y cesa generalmente algunos instantes después de ponerse el Sol. Al chocar estos vientos contra la cordillera Marítima, son en parte rechazados y toman la dirección del norte. Otra parte penetra en los valles que cortan esta cordillera y rechazados también por los primeros contrafuertes de los Andes, producen los vientos del sur, que reinan en verano, en la llanura longitudinal. Estos vientos, comparativamente fríos, pues vienen de regiones más cercanas al polo, sueltan aun una parte de su humedad al pasar por las tierras: son vientos secos que llevan siempre el buen tiempo consigo. Durante la noche no existe ya la corriente de aspiración producida, al este de los Andes, por el calentamiento del suelo; el alisio baja y va a rozar la cresta de esta cordillera; las capas inferiores cuando pasan por encima de las nieves, considerablemente enfriadas por la radiación nocturna, pierden gran parte de su calor, se vuelven más densas, se deslizan por los valles y producen las brisas ligeras del este que se experimentan durante la noche<sup>5</sup>.

Este aire frío que se escurre como un líquido, va a ocupar las partes bajas del llano, levantando las capas más calientes que se apoyaban en el suelo y éstas enfriándose, a su vez, dejan condensar una parte del vapor de agua que contenían en disolución y producen esas nieblas que se extienden inmóviles por los valles durante las hermosas mañanas de la primavera y del otoño. En las partes donde la cordillera Marítima llega a una gran elevación, se produce en la costa un fenómeno análogo; las capas de aire que se han enfriado en las cumbres de las montañas descienden hasta el mar, hallan allí un aire más cálido y húmedo, produciendo así esas nieblas que se forman constantemente, por las mañanas, en una gran parte de las costas de Chile.

Los vientos del sur y las brisas del este contribuyen poderosamente a templar los calores del verano. En los parajes más cercanos al trópico, aun en el mismo desierto de Atacama, el viento del suroeste es siempre fresco, cuando no dista mucho de la cordillera Marítima y la temperatura se eleva rara vez sobre 20°: depende esto de que antes de llegar al llano del desierto ha tenido que pasar por montañas de una elevación de 1.400 a 1.600 metros, tomando la temperatura que corresponde a aquellas altas regiones; pero a medida que roza dichas llanuras, cubiertas de eflorescencias salinas a las cuales envía sin cesar sus rayos un sol no interceptado por nube alguna, se despoja allí de la mayor parte de su humedad y llega seco y abrasador a la base de los Andes. A esta circunstancia hay que atribuir algunas notables particularidades que ofrece el clima del desierto de Atacama. Los cadáveres de los animales no se corrompen sino que se secan y se conservan así por muchos años. Lo mismo sucede con los vegetales; algunas matas de plantas que hay de trecho en trecho están rodeadas, en su base, de un polvo blanco, parecido a la ceniza, producto de las hojas y ramas secas que se caen cada año; éstas no forman *humus*:

<sup>5</sup> PL. XXI, fig. 3.

pierden primero el agua, luego el carbono, que pasa al estado de ácido carbónico y no quedan más que las partes salinas; así es que los vegetales se consumen con lentitud y sólo dejan cenizas en su lugar. Lo mismo sucede con los animales, pues al cabo de cierto número de años desaparece la carne muscular, luego la piel y no queda más que el esqueleto rodeado de un polvo blanco, compuesto en su mayor parte de fosfato de cal.

Al sur de la zona que corresponde a los vientos del oeste y excede frecuentemente en el verano los 46 grados, reinan los vientos polares que son los que soplan, la mayoría de la veces, en la Tierra del Fuego y en la parte sur de la Patagonia; pero sucede a veces que los vientos del noroeste llegan hasta estas latitudes, ocasionando, entonces, esas tempestades tan temidas por los marinos que tienen que virar en el cabo de Hornos.

#### LLUVIAS

Consideradas las lluvias desde el punto de vista de su abundancia o rareza, presenta el clima de Chile contrastes no menos notables que los de la temperatura, pues se hallan, a la vez, una extremada sequía y una humedad excesiva; estos cambios, sin embargo, se producen gradualmente y a medida que se va del norte hacia el sur. Entre los grados 24 y 27 se pasan muchos años sin que caiga una sola gota de agua para humedecer el suelo y las únicas lluvias que ocurren son puramente locales sin extenderse más allá de espacios muy limitados, pues provienen de tempestades que se forman encima de alguno de los grupos de montañas que se elevan en medio del desierto. La lluvia cae entonces en abundancia durante algunas horas, barre la tierra movediza que cubre la superficie del suelo y produce torrentes de lodo que se precipitan en el fondo de los barrancos: enseguida recobra el cielo, por varios años su inalterable pureza. El clima del desierto de Atacama no ha sido siempre tan seco, pues numerosos indicios demuestran que había allí, en otro tiempo, grandes lagos e importantes corrientes de agua, si se ha de juzgar por la anchura de sus álveos y los pedruscos que arrastraban consigo. Esta mudanza de clima parece que corresponde hacia el principio de la época cuaternaria a consecuencia del levantamiento que hubo allí: los lagos debieron derramarse en el mar, el aire llegó seco a la cordillera de los Andes, que se despojó de sus nieves, y los manantiales de las corrientes de agua se agotaron. Entre los grados 27° y 29° son algo menos raras las lluvias, pues sucede a veces que pasa un año o dos sin que caiga una sola gota de agua en el llano; pero en la cordillera de los Andes sobrevienen algunas tempestades que renuevan las nieves que alimentan los manantiales, apareciendo también allí los primeros ríos que llevan sus aguas al mar. En el intervalo comprendido entre los grados 29 y 32 llueve a lo menos una vez al año; en La Serena, situada cerca del mar hacia los 30 grados de latitud, el término medio de la cantidad de agua que cae anualmente, es de 300 milímetros y es consecuencia de los fuertes aguaceros que duran sólo algunas horas, reproduciéndose dos o tres veces al año. En Santiago, hacia los 33°26' la cantidad de agua que cae anualmente es de 419

milímetros, aumenta enseguida a medida que se va adelantando hacia el sur y llega a su máximo en las provincias de Valdivia, Llanquihue y de Chiloé. En Valdivia se cuentan como término medio 134 días de lluvia y la cantidad de agua que cae asciende a 2.859 milímetros. En Melipulli el número anual de días de lluvia es de 162, pero la cantidad de agua es algo menor, pues el término medio es de 2.676 milímetros; hay, sin embargo, años en que esta cantidad excede de tres metros. La cantidad de agua suministrada por las lluvias disminuye luego después a medida que se adelanta hacia el sur. En la colonia de Punta Arenas, situada a los 53° Sur, el número de los días de lluvia es aún de 152, pero la cantidad de agua que producen no es más que de 529 milímetros, esto es un poco más de la que cae en Santiago, donde, por término medio, sólo se cuentan 22 días de lluvia. Estos números, sin embargo, no deben considerarse más que como datos puramente locales y no como elementos susceptibles de dar, de un modo exacto, la cantidad de agua que cae anualmente sobre la superficie de Chile. Durante la estación más seca la cordillera de los Andes es el teatro de numerosas tempestades que deponen allí espesas capas de nieve y las lluvias son también más frecuentes en el oeste de la cordillera Marítima que en el valle longitudinal. Estas diferencias ocurren sobre todo en la parte de Chile situada al norte del grado 37, pues a medida que se va hacia el sur tienen las lluvias un carácter más general y se extienden sobre todo el espacio comprendido entre el mar y la cima de los Andes.

En Chile las lluvias son producidas por el encuentro de los vientos polares con la corriente superior que se dirige desde el ecuador hacia el polo, pues siendo más cálida y cargada de los vapores emanados de los mares ecuatoriales, los abandona bajo forma de lluvia desde que se enfrían con el encuentro de los vientos polares. La posición de la zona en que se encuentran estos dos vientos, varía según las estaciones del año, pues, como se ha dicho ya, sigue poco más o menos la marcha del Sol; también las lluvias siguen esta misma marcha, pues arrinconadas hacia el sur del grado 38, durante los meses que le suceden desde noviembre a marzo, empiezan a adelantarse hacia el norte cuando el Sol pasa por el hemisferio Boreal.

Las primeras lluvias caen generalmente en el espacio comprendido entre los grados 38 y 35 y avanzan luego gradualmente deteniéndose de preferencia en los ramales transversales que cortan, de trecho en trecho, el valle longitudinal y así como las primeras lluvias que caen en la provincia de Curicó y de Cauquenes, rara vez pasan más allá de la rama de montañas que atraviesa la Angostura de Paine y reúne las montañas de la cordillera a las de Aculeo, asimismo, las primeras lluvias que caen en Santiago rara vez se extienden más allá del cordón de Chacabuco.

Cuando el Sol está cerca del solsticio, esto es, durante los meses de junio y julio, es cuando son más frecuentes las lluvias, cayendo entonces no sólo en la parte media de Chile sino, también, en la provincia de Coquimbo. Toman luego una marcha inversa, retirándose más y más hacia el sur, hasta el mes de diciembre, en que no pasan del grado 38. Esta marcha regular de las lluvias está, sin embargo, sujeta a numerosas excepciones: en efecto, sucede a veces que caen lluvias muy abundantes, durante muchos días, en los meses de enero y febrero, entre los grados 32 y 36 de latitud; pero estas lluvias tienen diferente causa, pues dimanar de

poderosas tormentas que se forman en los Andes y se extienden luego por la llanura.

Los grandes desmontes hechos en la parte media de Chile han disminuido notablemente la frecuencia de las lluvias y no estando retenida el agua que suministran por la tierra porosa de los bosques, se desliza casi toda hacia el mar con gran perjuicio de la agricultura, así es que los veranos se han vuelto más secos y los riegos más necesarios; las nieves de los Andes suministran aun agua para las necesidades de la agricultura, pero los riegos, además de los crecidos gastos que ocasionan, no tienen jamás el poder fertilizador de las aguas lluvias. Ya es tiempo de pensar en el arbolado si no se quiere ver reducirse más y más la superficie de las tierras de cultivo.

#### TEMPESTADES

Las tempestades, tan desastrosas en otras regiones, son apenas conocidas en las comarcas habitadas de Chile, pues se hallan confinadas en la cordillera de los Andes y sólo a largos intervalos se extienden por encima de los llanos. En los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero es cuando se reproducen con más frecuencia, siendo entonces raro que transcurra un solo día sin que estalle un huracán en una parte u otra de los Andes. Las cumbres más altas de esta cordillera, tales como el Mercedario, el Aconcagua, el Tupungato, los grupos volcánicos del Descabezado, del Maule y del Chillán, son siempre el punto de partida de las tempestades. Entonces se ve parada desde la mañana una nubecilla encima de la parte más elevada, que va aumentando rápidamente de volumen y se transforma en breve en un espeso cúmulo cuya base se extiende y baja poco a poco envolviendo sucesivamente las cumbres, los portezuelos y por último los altos valles; sin embargo, hasta la tarde no se desploman ni se deja oír el trueno. Estas tempestades de los Andes van siempre acompañadas de un formidable séquito de fenómenos eléctricos: los relámpagos se cruzan en todo sentido, cada peñasco es el sitio de una descarga eléctrica y, si bien llueve rara vez en aquellas alturas, la nieve y el granizo se remolinean arrastrados por violentas ráfagas que levantan del suelo o los precipitan contra los peñascos. El estrépito del trueno es menos intenso que en la llanura, pero las detonaciones son tan numerosas que forman un redoble continuo que sólo cesa con la tempestad. Cada grano de granizo, cada copo de nieve está cargado de electricidad, pues sólo a esta causa puede atribuirse la notable fosforescencia que ofrecen cuando estalla de noche la tempestad. En las regiones situadas encima de 3.000 metros nunca cae granizo, como no sea muy menudo, pero nieva; a veces llueve, pero es raro y sólo al comienzo de la tempestad. El viento que sopla del oeste durante la mayor parte del día se lleva a estas tempestades en una dirección opuesta; así es que estos huracanes de corta duración estallan en la vertiente oriental de los Andes o en las llanuras de las pampas.

Al contrario, cuando las nubes tempestuosas deben extenderse sobre una gran superficie, se ve que se adelantan lentamente hacia el oeste y mientras se forman los

cúmulos sobre las cumbres de los Andes, se ven algunas nubecillas detenidas sobre los puntos elevados de la cordillera de la Costa, nubes que en breve se convierten en cúmulos, que aumentando más y más acaban por reunirse en una sola masa. La parte inferior de esta masa nebulosa forma una capa horizontal que se mantiene a una altura de 1.500 a 2.000 metros, se corre más y más hacia el este y acaba por reunirse a la de los Andes que se adelanta en sentido contrario; entonces es cuando estalla la tempestad. Las grandes tormentas de Chile duran a veces tres o cuatro días, pero sólo durante las primeras horas es cuando se manifiestan las descargas eléctricas; éstas son de una intensidad muy notable, no siendo raro ver los relámpagos atravesar todo el espacio comprendido entre los últimos contrafuertes de los Andes y las cumbres de la cordillera de la Costa, lo cual representa una longitud de seis a ocho leguas. Entonces es también cuando caen las granizadas, pero este fenómeno es raro en Chile y no ha tenido lugar más que dos veces durante en período de 23 años, es decir, en 1853 durante una tormenta que estalló en el valle de Aconcagua, y en el mes de febrero de 1871, que granizó en muchos puntos de la provincia de Santiago. Lo que más abunda son lluvias a torrentes que caen durante algunos días, continuando la tempestad en los Andes y manteniéndose allí muchos días, después que ha cesado en los llanos. Finalmente, se ven surgir las montañas cubiertas de nieve y brillantes de blancura. Estas grandes tempestades que estallan durante el verano son muy peligrosas para los viajeros que atraviesan los Andes y causan grandes pérdidas a la agricultura. El ganado que se halla sorprendido por una tormenta en los pastos elevados de los montes, queda cercado por las nieves y perece muchas veces de hambre y frío. También en los llanos suelen causar estragos considerables, sobre todo si estallan después de la siega, porque la costumbre que se tiene allí de trillar los cercales en campo raso es causa de que baste una sola lluvia de algunos días para destruir gran parte de las cosechas.

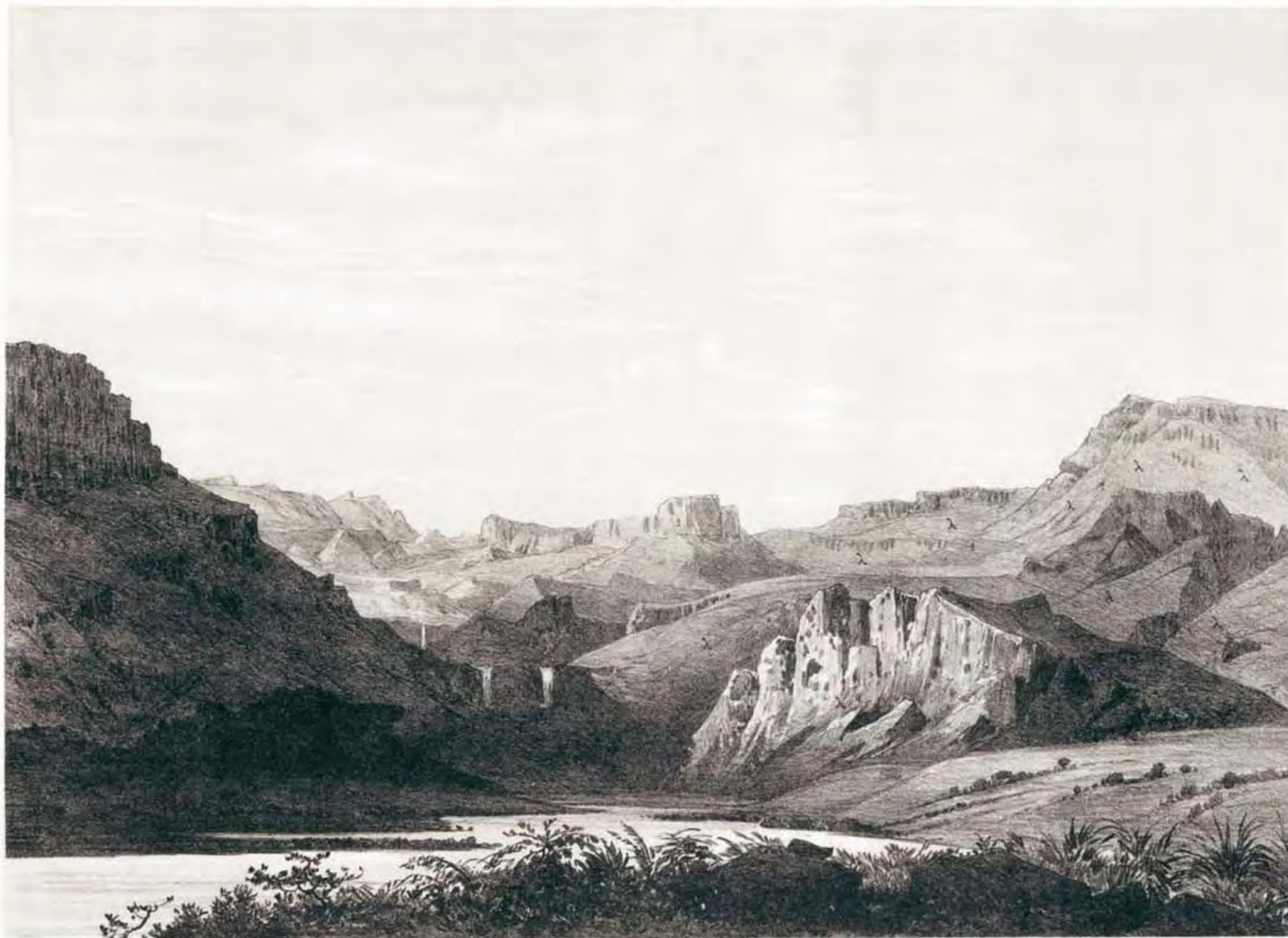
#### PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión atmosférica no experimenta, en Chile, variaciones considerables. En las provincias del sur es donde se observan las mayores diferencias y los cambios son allí frecuentes y adecuados a la variabilidad del clima. En la colonia de Punta Arena, situada a orillas del estrecho de Magallanes, la variación anual es de 40 milímetros; no es más que de 29 a 30 milímetros en Puerto Montt y Valdivia y sólo de 15 milímetros en la costa que se extiende al norte de Valparaíso. La presión media, en la orilla del mar, va aumentando hacia el sur hasta llegar bajo el grado 42 y disminuye luego hasta la extremidad del continente. Así, entre Coquimbo y Valparaíso la presión es de 759 milímetros; en Valdivia y en Puerto Montt de 762; y en Punta Arenas sólo de 750. La variación anual disminuye también rápidamente a medida que se aleja del mar, llegando a ser enteramente imperceptible a una altura de dos a tres mil metros. La variación horaria, al contrario, se observa con gran regularidad; su amplitud está comprendida entre dos o tres milímetros; el barómetro sube regularmente todas las mañanas hasta las nueve o las diez y baja

enseguida hasta las cuatro de la tarde, llegando de nuevo a su máximo después de un intervalo aproximado de seis horas. Las mayores variaciones irregulares se efectúan durante los meses de junio, julio y agosto en la parte de Chile situada al norte del grado 36; en el sur de este paralelo las variaciones más considerables se operan en enero, febrero y marzo. Los vientos de oeste y de noroeste producen siempre un descenso de la columna barométrica, que sube, al contrario, con los vientos del sur y del suroeste. Los del este, que son muy raros en Chile producen igualmente un aumento de altura en la columna barométrica.

Antes de terminar este estudio de los grandes movimientos de la atmósfera, debemos detenernos un instante para hablar de un fenómeno que se presenta con frecuencia en el norte de Chile: este fenómeno es el espejismo. Así como en los desiertos de África, se vislumbran en Chile lagos fantásticos en los cuales se reflejan las montañas y rocas que se elevan sobre el suelo: el viajero se figura estar a orillas de una balsa de agua que huye ante sus pasos a medida que se adelanta hacia ella. Para ver este fenómeno con toda su pureza es preciso que sople el viento con cierta violencia. Sucede ordinariamente entre dos y cuatro de la tarde, cuando la brisa del oeste está en toda su intensidad. La temperatura del suelo, expuesta desde la mañana a los rayos del Sol, se eleva entonces a más de 50°, mientras que la del aire se mantiene entre 24° y 28°; pero entre la superficie del suelo y las partes expuestas al viento existe una capa delgada de aire que retenido por las desigualdades del terreno no participa del movimiento general. Esta capa toma sensiblemente la temperatura del suelo con que se halla en contacto; su densidad disminuye y queda casi reducida a  $\frac{9}{10}$  de la del aire que está encima; se refractan los rayos luminosos que atraviesan estas dos capas de densidad diferente y los que caen bajo una débil inclinación se levantan como si estuviesen reflejados por una capa de agua. Durante los días serenos cesa de observarse el espejismo, porque el aire que se calienta al contacto del suelo se mezcla, entonces, al levantarse, con las capas superiores y no se tiene más que un decrecimiento insensible de la densidad, en vez de dos capas francamente separadas.

En resumen, se ve que Chile presenta una serie de climas que pueden adaptarse a todas las organizaciones y a todo género de cultivos. Exceptuando los productos de las regiones intertropicales, todas las demás clases de cultivos prosperan enteramente. La región mediana, comprendida entre los grados 30 y 36 posee un clima que ofrece la mayor analogía con el de la parte sur de Italia: la viña, el olivo y el naranjo crecen perfectamente, cultivándose también varios vegetales de las regiones tropicales, tales como la anona-chirimoya, la lúcuma o bobata, etc. Las brisas del suroeste que soplan durante los meses más cálidos del año templan el calor del verano. La pendiente del suelo facilita el desagüe y como no hay pantanos ni aguas estancadas que produzcan exhalaciones miasmáticas, son enteramente desconocidas las enfermedades endémicas. Este renuevo incesante del aire y la elevación del suelo preservado a Chile de las epidemias que han assolado las demás partes del mundo. El cólera, la fiebre amarilla, las calenturas intermitentes y perniciosas, son allí enfermedades desconocidas y las únicas que se pueden atribuir al clima son las que resultan de la insolación en los meses de diciembre y



Eug. Cuatrecasas lith.

Imp. Barouazac. C. Cornu. M. Paris

NACIMIENTO DEL LONTUE  
1 Fonolita 2 Conglomerado

Vista de las cordilleras donde nace el río Lontué.

Las rocas plutónicas forman todas estas cordilleras y se ve la alternancia de los bancos de fonolita con los conglomerados volcánicos. 1. Fonolita. 2. Conglomerado formado de trozos de fonolita y de traquita.



enero, porque entonces los rayos del Sol atraviesan una atmósfera desprovista de vapores y obran con mucha energía. No es raro ver los objetos que tienen un color sombrío, como el hierro y ciertas rocas, llegar a una temperatura de 60° bajo la acción directa de los rayos solares, siendo a esta causa a que deben atribuirse las fiebres cerebrales y tifoidea, que son tan frecuentes durante el verano. Por lo que toca el invierno, es sin comparación mucho más templado que el de las regiones más favorecidas de Europa.

En la región comprendida entre los grados 36 y 42 es más húmedo el clima, pero de una notable salubridad. Ciertas partes tales como las provincias de Valdivia y de Llanquihue, recuerdan el clima de Holanda, por sus grandes lagos y sus numerosas corrientes de agua, con la diferencia de que los inviernos son más templados en dichas provincias, que son por excelencia la región de los pastos; la viña cesa allí de producir, el trigo crece sólo en algunos parajes, pero es principalmente la región de las selvas y de grandes prados. Crecen también admirablemente las legumbres verdes y los árboles frutales de las regiones templadas.

Las tierras magallánicas son también notables por la salubridad del clima, pero las producciones del suelo son mucho más limitadas; los árboles frutales y los cereales cesan allí de prosperar y los pastos y cría del ganado serán principal recurso, en aquellas regiones, para los pueblos que vayan a establecerse en ellas.

La región situada el norte del grado 30 es la menos favorecida desde el punto de vista del clima y producto del suelo; éste no puede cultivarse más que en las cercanías de los ríos, donde las acequias de riego suplen la falta de lluvias; en los demás parajes la tierra no se cultiva y casi desprovista de vegetación. Las aguas son escasas y de mala calidad, siendo, en una palabra, la parte menos sana de Chile: así es que la población está muy clara y concentrada en un corto número de puntos donde la riqueza mineral suple a la falta de cultivos.

En las regiones del sur es donde está llamada a extenderse la población de Chile; hallará allí un clima excelente, tierras vírgenes y aguas en abundancia, es decir, todos los elementos necesarios para la vida y desarrollo de las naciones.



## HIDROGRAFÍA

Todas las corrientes de agua de Chile nacen a corta distancia de la costa; tienen por límite la cima de los Andes y su régimen se halla subordinado a las condiciones climáticas de las regiones que recorren. Casi nulas en la parte que se extiende al norte del grado 28, se vuelven torrentes entre los grados 30 y 35, pero en el sur adquieren el volumen y curso pacífico de los grandes ríos. Entre los grados 24 y 28 los pequeños riachuelos que forman las nieves de los Andes no llegan hasta el mar. La mayor parte del agua se pierde por evaporación y el resto se infiltra en el suelo y reaparece de trecho en trecho bajo al forma de pequeños manantiales, cuya agua está ordinariamente cargada de materias salinas que la hacen impropia para los usos de la vida. El río del Huasco es el primero cuya cantidad de agua es bastante considerable para que, después de deducir la que se evapora e infiltra, quede una corta cantidad para ir a desaguar en el mar. Todos los ríos comprendidos en la segunda región están sometidos a dos crecidas anuales: la primera, bastante irregular, corresponde a la estación de las lluvias; la segunda es la consecuencia del derretimiento de las nieves y corresponde a los meses de noviembre y diciembre. Entonces es cuando las nieves acumuladas durante el invierno se derriten con rapidez, se deslizan en grandes masas por los flancos de las montañas arrastrando consigo las tierras y peñascos que hallan a su paso y se precipitan de este modo al álveo de los torrentes; así es que cuando desembocan estas aguas por el valle longitudinal, están siempre turbias y deponen gran cantidad de lodo que, por las llanuras de Chile, es lo mismo que el del Nilo para las tierras del bajo Egipto. Estas crecidas duran muchos meses porque las nieves se derriten sucesivamente al acercarse más y más al límite donde son permanentes: los ríos crecen por grados desde el mes de noviembre y llegan a su mayor grado a fines de diciembre. Corren por un terreno sumamente inclinado, de modo que se precipitan con violencia llevando hasta el mar gran parte de las tierras que arrastran consigo. Entonces es cuando el agricultor las recoge en sus acequias de riego y las derrama por sus tierras cuya fertilidad mantienen. Desde principios de enero empiezan a disminuir las aguas, sin dejar por eso de estar turbias; en febrero llegan a su mínimo, pero no recobran su claridad hasta mediados de marzo, época en que empiezan las heladas en la montaña y suspenden la fundición de las nieves.

En los ríos situados en el sur del grado 35 es poco sensible la crecida estival. El agua que proviene del derretimiento de las primeras nieves se infiltra lentamente en el suelo de las selvas que cubren esta parte de los Andes y se despojan allí de las materias térreas que pudieran llevar consigo; así es que estos ríos conservan su transparencia durante todo el buen tiempo. Como las lluvias son más raras en esta época que durante el invierno, el agua de las nieves compensa en un principio, esta diferencia, pero desde enero disminuye gradualmente su volumen hasta las primeras lluvias que ordinariamente sobrevienen en marzo. Las grandes crecidas de invierno tienen lugar durante los meses de junio y julio; los ríos entonces corren turbios y salen de madre con frecuencia, pero por grandes que sean estas crecidas, la cantidad de lodo que arrastran consigo es sin comparación mucho menor que la que llevan las aguas impetuosas de la región de Norte.

Chile contiene dos órdenes de cuencas u hoyas hidrográficas: las grandes hoyas, que se extienden desde el mar hasta la cordillera de los Andes, y las menores, que reúnen las aguas procedentes de la vertiente occidental de la cordillera Marítima. Las grandes hoyas conocidas hasta hoy día, es decir, las que están comprendidas entre los grados 27 y 42 de latitud Sur, son en número de diecisiete. En toda la parte que se extiende al sur de este último paralelo no puede haber más que ríos de poca importancia, en el oeste de los Andes, porque el mar baña el pie de esta cordillera y debe recibir los torrentes que bajan de ella, antes de que puedan reunirse para formar grandes corriente de agua; sólo al este, en las tierras inexploradas de la Patagonia, es donde deben existir los grandes ríos.

#### HOYA DE COPIAPÓ

La primera hoya que se halla cuando se va del norte hacia el sur es la del río Copiapó. Está cercada al norte por la cordillera transversal, que se extiende de la meseta de Tres Puntas al cerro de Azufre; al este por la parte de los Andes comprendida entre esta montaña y el cerro del Potro y al sur por la gran ramificación que se desprende del cerro del Potro para formar las montañas del Huasco alto, la de Manflas, del cerro Blanco y, en fin, la cordillera que pasa por los Frailes, Chañarcillo y Ojanco. Aunque la extensión de esta hoya es considerable, pues ocupa una superficie de más de 10.540 kilómetros cuadrados, es tan escasa la cantidad de agua que suministra, que la evaporación la consume enteramente. Cerca de la Junta el volumen de agua de la corriente principal formada por los ríos de Jorquera, Pulido y de Manflas, es un río pequeño y a medida que se baja al valle, se les ve disminuir más y más, de modo que cerca de Copiapó se reducen a un simple riachuelo, y a algunas leguas de allí en Monte Amargo, no queda más que un débil chorro de agua que va a perderse en breve en las arenas de la llanura. Los tres afluentes que se reúnen en la Junta para formar el río de Copiapó, están alimentados únicamente por las nieves de los Andes. El más largo de éstos, el río de Jorquera, toma su origen en las praderas pantanosas que se extienden al sur del cerro de Azufre y allí corre casi directamente hacia el suroeste, recibiendo en su

orilla izquierda tres afluentes, uno que sale del pequeño lago de Monardo y lleva el mismo nombre, otro es el río Turbio que nace de las montañas de Barrancas Blancas y el tercero es el río Cachitos que baja de las montañas de Peña Negra. Este último, que es el más importante, se junta con el río Turbio un poco antes de echarse en el Jorquera.

El río de Pulido está formado por cuatro corrientes de agua que van a reunirse cerca del punto llamado Iglesia Colorada y tienen los nombres de Ramada, Ramadilla, Potro y Montosa. El río de la Ramada viene casi directamente del este, donde tiene su nacimiento en las montañas situadas al sur de la Peña Negra; el río de Ramadilla, que se junta con él a corta distancia de su nacimiento, procede del sureste. El río del Potro está formado por los torrentes que alimentan las nieves de la montaña que lleva su nombre, corre directamente hacia el norte y se junta con el río de la Ramada un poco más arriba de Iglesia Colorada; finalizando, el río de Montosa parte de la vertiente oeste del cerro del Potro donde toma su nacimiento en un pequeño lago.

El río de Manflas parte directamente del sur, nace en la ramificación que se extiende al oeste del cerro del Potro y no recibe ningún afluente notable.

La inclinación del suelo sobre el cual tiene su carrera el río de Copiapó, aumenta rápidamente al acercarse de la cordillera de los Andes; entre Monte Amargo y Pabellón es de 2 por 1.000; entre Pabellón y la Junta de 16 por 1.000 y enseguida va aumentando más y más.

#### HOYA DEL HUASCO

La hoya del Huasco está cercada, al norte por las montañas de Pulido y Manflas; al este por la parte de los Andes comprendida entre el cerro del Potro y la cordillera de Doña Ana y al sur por la rama que se desprende de estas últimas montañas para dirigirse al Alto de Peralta y al cerro de Pajonal. Su superficie es de unos 10.510 kilómetros cuadrados. Lo raro de las lluvias hace que no tenga más ríos que los que están alimentados por las nieves de los Andes, sin embargo, la corriente de agua principal llega hasta el mar donde desemboca algo al norte del puerto de Huasco.

Cerca del pueblecito de la Junta, el río de Huasco se divide en dos ramas principales que toman el nombre de río del Tránsito y río del Carmen. El primero tiene su nacimiento en la vertiente sur del cerro del Potro, saliendo de un lago que reúne los torrentes que bajan de esta montaña. Después de haber recibido un torrente que sale también de un lago, corre hacia el sur-suroeste hasta encontrar otro afluente que se llama río de Chollai y viene casi directamente del sur; entonces gira hacia el noroeste y después al oeste, hasta la Junta donde se une con el río del Carmen. Éste parte directamente del sur y se forma por la reunión de muchas corrientes de agua que nacen unas en la cordillera de los Andes y otras en la cresta transversal que forma la cordillera de Doña Ana. Los primeros forman, con su reunión, el río Potrerillo; los que vienen de la cordillera de Doña Ana son el río Polinario, el río del Medio y el río Primero. El más importante de los tres es el río

Polinario que tiene su origen en el punto donde la cordillera de Doña Ana viene a adherirse a la línea principal de los Andes: desde allí se dirige hacia el noroeste y recibe sucesivamente el río del Medio y el río Primero que tienen su origen en el mismo macizo de montañas.

Partiendo de la Junta, toma el río de Huasco la dirección oeste-noroeste, recibe aun cerca de las Tres Cruces un arroyo llamado Agua Fría que nace en la vertiente norte del Alto de Peralta y continúa luego su curso inclinándose un poco hacia el oeste.

El río de Huasco corre en una estrecha quebrada dominada por altas montañas y sólo desde Vallenar es cuando se ensancha su álveo y corre entonces hasta el mar, en medio de un pequeño valle muy fértil donde están situadas las villas de Freirina y de Huasco Bajo. Aunque la parte superior carezca casi enteramente de superficies planas, sus márgenes están cultivadas hasta una altura de más de 1.200 metros y producen las uvas más estimadas en Chile.

Como todos los ríos que corren casi directamente hacia el oeste, el río del Huasco tiene un declive muy rápido. Desde su embocadero hasta Freirina, el declive medio es de 4,5 por 1.000. Entre Freirina y Vallenar de 8 por 1.000 y de Vallenar a Punta Negra de 8,6 por 1.000.

#### HOYA DE COQUIMBO

El río Coquimbo reúne las aguas de una hoya más pequeña que la Huasco, pues su superficie no es más que de 7.000 kilómetros cuadrados; sin embargo, el volumen de agua que contiene es más considerable, porque las lluvias no son tan raras como en el Huasco. Esta hoya se extiende del norte al sur desde la cordillera de Doña Ana hasta la de Doña Rosa, es decir, desde los grados 29°30' hasta 30°30', limitado al norte por la cordillera de Doña Ana, el alto de Peralta, la línea anticlinal que se extiende desde esta última montaña al cerro del Potrero Alto y, finalmente, por la parte de la cordillera Marítima que comprende las montañas de Salapora, cerro Blanco y del Brillador. En el sur tiene por límite la cordillera de Doña Rosa, luego la que se desprende hacia el noroeste hasta el cerro de Uchumi y, finalmente, las montañas de Las Arenas, el Cinchado y la ramificación que se extiende desde Andacollo hasta La Serena. El río de Coquimbo está formado por dos grandes afluentes que van a reunirse cerca de Rivadavia; estos afluentes son el río Claro y el río Turbio, de los cuales el último es el más importante y se divide al penetrar en la cordillera de los Andes en un gran número de ramificaciones. Las que parten del norte y tienen su origen en la cordillera de Doña Ana, son el río de Guanta, el río Tito, el de Gualata, el de los Piuquenes y el río de los Baños. En el sur se encuentra primeramente el río Ingagua, luego el río de la Laguna que debe su nombre al lago de donde sale y está situado cerca la línea anticlinal.

El río Claro parte casi directamente del sur, donde corre por el valle de Monte Grande: cerca de este lugar se divide en dos brazos, uno de los cuales lleva el nombre de río Cochiguas y nace a unos veinte kilómetros al oeste del lago precedente.

La inclinación del álveo de este río es considerable, aun a corta distancia del mar. Entre el sitio de su desagüe y la ciudad de Vicuña, el declive medio es de 12 por 1.000; entre esta ciudad y Guanta de 15 por 1.000; finalmente entre Guanta y los Baños del Toro de 56 por 1.000.

Aunque el álveo de este río está casi siempre muy encajonado, pueden utilizarse sus aguas para el riego de las llanuras que lo dominan: su rápido declive permite llevar el agua a esas llanuras sin que sea necesario tomarla a una gran distancia. Desde Guanta se empieza ya a ver cultivos y éstos se extienden desde allí, sobre los bordes del valle hasta cerca del mar.

### HOYA DEL LIMARÍ

La hoya del río Limarí está cerrada, al norte por la cordillera transversal que va del cerro de Uchumi hasta el cerro Blanco y por la ramificación que se extiende desde éste a la montaña de Tamaya. En la parte del este tiene por límite la cordillera de los Andes, desde la cordillera de Uchumi hasta el boquete de Calderón situado bajo los grados 31,16': sus límites, al sur, son las montañas del Cenicero, de Curimavia, del Alcaparrosa y la línea anticlinal que va del cerro de Pama al pico de Punitaqui; la superficie que abraza es de 12.270 kilómetros cuadrados.

La principal corriente de agua toma, en un principio, el nombre de río Limarí desde su desembocadura hasta la ciudad de Ovalle, luego el río Grande hasta la cordillera de los Andes, donde tiene su origen en las montañas del Cenicero bajo los grados 31°18'. Este río recibe varios grandes afluentes, siendo el primero que se encuentra el río Turbio, que toma el nombre de río Grande después de juntarse con éste: la parte situada aguas arriba lleva el nombre de río Tascadero. El río Turbio tiene igualmente su origen en las montañas del Cenicero y después de haber corrido casi directamente al norte en una distancia de 17 kilómetros, gira bruscamente al este y va a echarse en el Tascadero a los 31 grados. Un poco más debajo de la ciudad de Carén, recibe aún el río Grande; por el mismo lado, el río de San Miguel que viene casi directamente del este y tiene su origen cerca de la línea anticlinal de los Andes, bajo el grado 30°58'. Este río recibe un afluente bastante considerable llamado Agua Amarilla, que tiene su origen en el boquete de Valle Hermoso, se dirige primeramente hacia el oeste y luego al suroeste hasta el dominio de San Miguel.

Cerca del lugar de la Junta y siempre en la margen derecha, el río Grande recibe aun el Rapel, río bastante importante, que viene directamente del este donde nace el boquete del Viento, bajo el grado 30°48'. Los afluentes del río Rapel no son numerosos y el único que tiene alguna importancia es el río Paloma, que nace en la cordillera de Doña Rosa.

Finalmente, muy cerca de Ovalle, el río Grande recibe aun el río Hurtado en la margen derecha. Este río tiene su origen cerca del límite norte de la hoya, en la vertiente septentrional de la cordillera de Doña Rosa: al principio corre hacia el noroeste hasta cerca del lugar de Hurtado donde nace un recodo para seguir la

dirección del suroeste hasta Ovalle. El río Hurtado no recibe ningún afluente notable, pues casi todos son torrentes que se secan durante el verano.

Casi todos los ríos que forman el Limarí parten del norte o del este; los afluentes de la margen izquierda son poco numerosos y su cantidad de agua es muy escasa, siendo los únicos que merecen citarse el río de Torca y el río de Huatulame: el río de Torca tiene su origen un poco hacia el oeste del Cenicero, corre al norte y va a echarse en el río Grande algo más arriba del pueblecito que lleva su nombre. El río de Huatulame parte igualmente del sur, recibe bajo el grado 31°5' el río de Cogotí y luego algo más arriba el de Combarbalá; estos dos ríos tienen su origen en la vertiente norte de las montañas de Curimavia. Finalmente, un riachuelo que nace en las montañas de Pama, se dirige hacia el norte y va a reunirse al río de Combarbalá.

El río Limarí presenta el primer ejemplo de los ríos que están sometidos a crecidas periódicas. Las crecidas estivales sobre todo son muy notables y causan muchas veces grandes daños principalmente cerca la confluencia de los demás ríos, donde estando menos encajonadas las aguas se derraman por los cultivos.

El declive del Limarí es uno de los mayores que presentan los ríos de Chile, pues es de 4 por 1.000 entre el mar y Ovalle, de 16 por 1.000 entre Ovalle y la ciudad de Rapel y de 66 por 1.000 entre Rapel y el pie de la montaña donde este río tiene su origen. Si en vez de seguir el declive del río que parte directamente del este se considera el del río Grande, se encuentra aún un declive muy considerable, declive que es de 19 por 1.000 entre Ovalle y Carén, de 20 por 1.000 entre Carén y el río Grande y aumenta enseguida rápidamente sin que llegue por eso a una proporción tan grande como para el río Rapel.

En la hoya del río Limarí, notable por su fertilidad, es donde se hallan las mejores haciendas de la provincia de Coquimbo: los valles no están allí tan estrechados como en las hoyas del norte y la abundancia de las aguas permite regar superficies mucho más extensas. Los cultivos empiezan en el interior mismo de la cordillera de los Andes, en alturas de 1.000 a 1.200 metros y desde allí se extienden hasta la orilla del mar.

#### HOYA DEL CHOAPA

La gran línea anticlinal que forma el límite sur de la hoya del Limarí, establece igualmente una notable separación entre los climas de Chile. En el sur de esta línea son más frecuentes las lluvias y las grandes corrientes de agua están allí sujetas a las crecidas regulares de que hemos hablado al principio de este capítulo. Partiendo de esta línea es también cuando se empieza a hallar los ríos que tienen origen en la cordillera marítima. La hoya del Choapa es, pues, la primera que ofrece corrientes de agua sujetas a un régimen regular. Esta hoya está cerrada al norte por la gran línea que acabamos de citar, la cual aquí se prolonga hasta el mar. Al este, su límite sigue la cima de los Andes, desde el Cenicero hasta el cerro de Nacimiento, extendiéndose así desde el grado 31°18' hasta el 32°14'. En fin, al

sur está limitada por la línea anticlinal que parte del cerro de Nacimiento, pasa por el Chamuscado, la cuesta de Pedernales, las montañas de Tilama y de las Vacas, prolongándose desde allí hasta la costa. La superficie de esta cuenca es de 9.567 kilómetros cuadrados.

El río de Choapa, que reúne las aguas de esta hoya, desemboca en el mar bajo el grado 31°37' algo más abajo de la ciudad de Mincha; desde allí sube hacia el este, un poco al sur, hasta su reunión con el río de Leiva y luego directamente al este hacia el pie de la alta montaña de Mercedario donde tiene su origen. Este río, en la parte superior de su curso lleva el nombre de río de Potrero Largo y sólo después de su reunión con el Leiva es cuando toma el de Choapa. Recibe en ambos márgenes numerosos afluentes, siendo los de la derecha el río del Totoral, que parte del noreste y sale de un lago donde se reúnen las aguas que bajan de esta parte de los Andes; dos riachuelos, que llevan los nombres de Gonzales y del Manzano, proceden de una ramificación que se desprende de los Andes a unos veinte kilómetros del Mercedario: el río de Chalinga, río bastante considerable que tiene su origen bajo los grados 31°40' y se dirige al oeste hasta la ciudad de Chalinga, cerca de la cual se junta con el Choapa; el río Illapel que pasa por la ciudad de este nombre y tiene su origen en la Vega Negra, cerca de las montañas del Cenicero. Este río recibe en su parte superior gran número de pequeños afluentes cuyos principales son el río Negro y el río de las Tres Quebradas, que viene del este; el río de Carén que viene del sureste y finalmente cerca de Illapel recibe el río de los Hornos que corre directamente al sur y se forma en las montañas de Alcaparrosa y de Pama. El último afluente de la margen derecha del Choapa es el río de Mincha que se forma, en la cordillera Marítima, por la reunión de dos riachuelos que se llaman Estero de la Canela y Agua Fría.

Los afluentes de la margen izquierda son más numerosos, pero mucho menos importantes, pues exceptuando el río Leiva, todos los demás son riachuelos. Antes que se junte el Choapa con el Leiva, recibe un pequeño río de las Vegas, que nace en la base del cerro de Molina. En cuanto al Leiva, tiene su origen cerca de la misma montaña, dirigiéndose en un principio al oeste, luego al nor-noroeste y va a reunirse un poco más arriba del río del Totoral. El Choapa recibe después el Tincadan, el Quelen y el río de Camisas, pequeños ríos que nacen de una ramificación de los Andes que se desprende del cerro de Nacimiento y se dirige hacia el oeste-noroeste. Finalmente, antes de echarse en el mar, recibe aun el Choapa, y por el mismo lado el arroyo de Millagüe, que tiene su origen en las montañas de las Vacas y de Cazuto, las cuales forman parte de la cordillera Marítima.

Como el Choapa se dirige casi directamente del este al oeste, tiene una corriente muy rápida. Su declive medio desde el mar hasta la confluencia del río Illapel, es de 13 por 1.000: entre esta confluencia y la del Chalinga, es algo menos, pues sólo tiene 10 por 1.000, pero más arriba de este último se vuelve un torrente.

El Choapa y sus principales afluentes riegan valles muy fértiles, pero de poca anchura, de modo que sólo una escasa parte de sus aguas puede utilizarse para el riego. Sus crecidas son considerables, pero poco peligrosas porque el álveo de este río está siempre profundamente encajonado.

## HOYA DEL ACONCAGUA

La hoya del Aconcagua sucede a la del Choapa y es mucho menos extensa, pues su superficie no es más que de 7.403 kilómetros cuadrados, por la razón de que en esta parte de Chile la cordillera Marítima se adelanta mucho hacia el este y estrecha el espacio que corresponde al valle longitudinal. Esta hoya reúne las aguas del espacio comprendido entre la ramificación que parte del cerro de Molina, pasando por el cerro de Cuzco, la cuesta de la Jarilla, la de los Ángeles y el alto de Putaendo, la línea anticlinal de los Andes desde el cerro de Molina hasta el Juncal y la ramificación que se desprende de esta última montaña y forma el cordón de Chacabuco, las montañas de Pichiculén y de Quillota.

El curso principal es el río Aconcagua que sale del lago del Inca situado cerca del boquete de Uspallata a una altura de 2.961 metros. Desde allí se dirige al oeste y un poco al norte hasta San Felipe; da luego la vuelta a las montañas de Ocoa y de La Calera, pasa un poco al norte de Quillota y se echa en el mar bajo el grado 32°54'.

Este río recibe algunos grandes afluentes: en primer lugar el Juncal, que tiene su origen en la montaña de este nombre y se junta con él un poco más abajo del lago del Inca; luego al río Blanco, que tiene su origen en las montañas de La Dehesa y el río de Las Hualtatas. El riachuelo de Pocuro, que nace en las montañas de Santa Rosa va a echarse en él, enfrente de San Felipe: finalmente, a corta distancia del mar, recibe el pequeño río de Limache, que a su vez recibe las aguas de la vertiente occidental de la cordillera Marítima, desde las montañas del Alvarado hasta las de Yuyú.

Los afluentes de la margen derecha son mucho más importantes. El primero que se observa es el río Colorado, que se le reúne a unos 18 kilómetros más allá de la ciudad de Santa Rosa. Este río, que debe su nombre al lodo colorado que arrastra en sus crecidas, sube en un principio casi directamente hacia el norte, se divide después en dos brazos que toman el nombre de río de la Gloria y de río de Aliste; este último sube hacia el noreste, punto en que está alimentado por las nieves del cerro de la Laguna; en cuanto al río de la Gloria, sube hacia el norte y tiene su origen en la vertiente sur de una cresta transversal que va a unirse a la montaña de Aconcagua.

El segundo afluente de la margen derecha es el río Putaendo, cuya confluencia está situada un poco más arriba de San Felipe. Este río sube primero directamente hacia el norte y hasta el dominio de Gabriel Vicuña; luego se dirige al noreste, volviendo otra vez al este, desde el cajón de Videla hasta los Tambillos donde se divide en dos brazos, de los cuales el primero nace en el lado sur del cerro de Molina y el otro en las montañas llamadas Potrero Alto.

El río Colorado recibe dos pequeños afluentes: el torrente de Videla, que viene del boquete de los Piuquenes y el que baja del cerro del Cuzco y va a juntarse con el Colorado cerca del sitio de la Aduana. Finalmente, el Aconcagua recibe aun, por el mismo lado, los dos pequeños ríos de Catemu y de Puruntun, los cuales nacen en la cordillera Marítima.

La rapidez del río Aconcagua va en aumento desde el mar hasta la región de los Andes: entre su desembocadura y Quillota, el declive medio es sólo de 4 por 1.000; entre Quillota y San Felipe se eleva a 7 por 1.000; entre San Felipe y Santa Rosa a 12 por 1.000; desde Santa Rosa a la confluencia del río Colorado a 21 por 1.000 y entre esta confluencia y la del Juncal llega a 52 por 1.000. Estos guarismos pueden dar una idea de lo que crecen los declives en los valles de Chile.

Aunque el río de Aconcagua tiene un caudal de agua considerable, toda se emplea en el verano para el riego. Los ricos valles de Santa Rosa y San Felipe absorben la mayor parte y no es nada raro ver el álveo del río enteramente seco, en el mes de febrero, porque se saca de él toda el agua para las acequias. Después de haberse infiltrado en el suelo, reaparecen las aguas hacia la parte inferior del valle y, aunque no reciba ningún afluente más allá de Quillota, el volumen de sus aguas va siempre en aumento hasta el mar.

#### HOYA DEL MAIPO

El río Maipo, que reúne las aguas de esta hoya, riega las ricas llanuras de Santiago y va a desaguar en el mar, un poco al sur del puerto de San Antonio bajo el grado 33°37'. Está principalmente alimentado por las nieves de la parte de los Andes que se extiende desde el cerro del Juncal hasta las cordilleras de la Compañía. La ramificación que se desprende del Juncal para formar el cordón de Chacabuco, las montañas de Colliguay, de Marga Marga, de Zapata, de Puague y de San Diego, forman el límite norte de esta hoya que está cerrada, al sur, por otra ramificación que parte del cerro de la Paloma, se dirige hacia la Angostura de Paine, pasa por las montañas de Aculeo y de Tantehue y va a perderse en las mesetas de Bucalemu. La superficie de esta hoya es de 13.150 kilómetros cuadrados.

El Maipo tiene su origen al pie de un cono volcánico, situado en la cima de los Andes bajo el grado 33°54'. Al lado opuesto de este como nace también el río Diamante, que atraviesa las pampas y va a desaguar en el Atlántico. El Maipo se dirige primero al oeste y luego directamente al norte hasta su confluencia con el río del Yeso; toma después la dirección del noroeste hasta el dominio de Pirque y se inclina luego un poco hacia el suroeste hasta el lugar de Valdivia, desde donde continúa en su curso hacia el este: después, cerca de Concumén corre de nuevo hacia el noroeste, hasta el mar. El espacio recorrido así, por este río, es de 198 kilómetros. Su declive experimenta notables modificaciones; en efecto, desde su nacimiento hasta el río de la Cruz de Piedra, el Maipo no es más que un torrente que se precipita de peñasco en peñasco. Desde la confluencia de la Cruz de Piedra hasta el río Blanco, su declive es aún muy rápido y de 38 por 1.000, aumenta aún y se eleva, término medio, hasta 41 por 1.000 hasta la confluencia del río del Yeso. Luego decrece rápidamente y no es más que de 23 por 1.000 entre el Yeso y San José; de 13 por 1.000 entre San José y el puente de los Morros; de 7 por 1.000 entre este puente y Concumén y finalmente de 1,5 por 1.000 de Concumén hasta el mar. Dificilmente se puede formar una idea de lo que son las grandes crecidas en unos

declives tan rápidos. El agua, con estruendo espantoso, arrastra enormes pedruscos de un tamaño de más de 100 metros cúbicos y los transporta hasta la entrada de la llanura. La fuerza del choque les hace saltar a veces por encima del agua y cuando se ha acabado la crecida, no es raro ver en el álveo del río muchos de estos pedruscos unos encima de otros.

El Maipo recibe gran número de afluentes, siendo los más importantes los de la margen derecha. En primer lugar recibe el río Negro, bastante pequeño, que tiene su origen entre los conos volcánicos del Maipo y luego el río del Volcán, que viene directamente del este y nace en la vertiente occidental de las mismas montañas: recibe enseguida el río del yeso, uno de cuyos brazos nace en la vertiente norte de los volcanes de Maipo y el otro en la vertiente suroeste del Tupungato. Estos dos brazos se reúnen en el valle de los Piuquenes, atraviesan el lago de este nombre y se precipitan en cascada por una estrecha cortadura hasta el Maipo, con el cual se reúnen algo más abajo del río del Volcán. A algunos kilómetros más abajo de San José, recibe el Maipo aun el río Colorado; éste se forma de los torrentes que bajan del Tupungato y del Juncal, corre en una estrecha quebrada dominada por altas montañas y, el Colorado del Aconcagua, que debe su nombre al color del lodo que arrastra. Finalmente, el río Mapocho va también a echarse en él cerca de San Francisco del Monte. Sin ser muy caudaloso, tiene este río un curso muy extenso: nace en el noroeste de Santiago, en las montañas de Las Condes y antes de llegar a esta ciudad, recibe dos pequeños afluentes, el río del Cepo, que viene del sur, y el riachuelo de La Dehesa. Más abajo de Santiago, en Pudahuel recibe el río de Lampa, que se forma también de tres riachuelos que se llaman río de Colina, Chacabuco y de Tiltil. El primero tiene su origen en las cordilleras de Peldehue y se dirige hacia el oeste, el segundo nace en la vertiente norte de las mismas montañas, corre primeramente al norte, luego al oeste y al sur y va a reunirse con el río de Tiltil cerca de Polpaico. Este último proviene del cordón de Chacabuco y de las montañas de Caleu. Tales son los afluentes que la región de los Andes tributa a la margen derecha del Maipo; este recibe aun otro río, que procede de la cordillera Marítima, llamado el estero de Puangue; tiene su origen en las montañas del Collihuay pasa por Carén, Curacaví y después de haber doblado la punta formada por las montañas de la Merced y de Ovalle sigue la base de las montañas de Puangue y se echa en el Maipo más abajo de los poblados de la Junta.

Los afluentes de la orilla izquierda son, en primer lugar, el río de la Cruz de Piedra, el río Barroso y el río Blanco, que nacen los tres en la vertiente norte del cerro de la Paloma; los dos últimos deben su nombre a la arcilla que tiene en suspensión, procedente de las capas margosas que atraviesan. A unos ocho kilómetros más arriba del río Blanco, recibe todavía, el Maipo, el río Claro, que tiene su origen en las montañas de la Compañía; luego el arroyo de Tollo, el de Pirque y, por último, el río de Paine, que se junta con él cerca del pueblo de Valdivia. Este último río, en un tiempo más remoto debía echarse en el Cachapoal, pues nace fuera de los límites naturales de la hoya y es probable que los terremotos le hayan echo retroceder hacia el boquete de la Angostura donde se ha abierto paso. Estos cambios en los cursos de los ríos son bastante frecuentes en Chile, pues la enorme

cantidad de materias que arrastran consigo en sus crecidas elevan el álveo; éste llega, en breve, a tener un nivel superior al de la llanura y el río acaba por derramarse en ella. Por tanto, a estos cambios sucesivos en los álveos de los ríos es a lo que debe atribuirse el origen de esas capas de guijarros rodados que ocupan las partes bajas del valle longitudinal.

Ya se ha visto en el capítulo precedente que la cantidad de agua que cae anualmente en Santiago es de 419 milímetros: admitiendo que esta cantidad sea la misma en toda la extensión de la hoya del Maipo, el volumen correspondiente resultaría ser de 5.447.000.000 metros cúbicos; tal sería, pues, la cantidad de agua que el Maipo llevaría anualmente al mar, si no se perdiese una gran parte en la evaporación. Esta cantidad corresponde a 625.000 metros cúbicos por hora, pero la mayor parte de esta agua se pierde para los riegos; la que se utiliza durante el verano procede casi exclusivamente del derretimiento de las nieves de los Andes y puede evaluarse casi a  $\frac{1}{6}$  de la cantidad total. Es todavía más de 100.000 metros cúbicos por hora, y puede decirse que toda esta cantidad se emplea en el llano de Santiago, pues la que corre por el álveo del río no es más que una débil parte de ella.

#### HOYA DEL RAPEL

La hoya del Rapel se extiende entre los grados  $33^{\circ}54'$  y  $35^{\circ}$ . Está cerrada, al norte, por la cordillera transversal que se desprende de las cordilleras de la Compañía y se dirige hacia Angostura de Paine, luego por las montañas de Aculeo y de Tantehue y, finalmente, por una ramificación de éstas que baja hacia el sur hasta el dominio de San Vicente. Al este tiene por límite la cima de los Andes desde los grados  $34^{\circ}5'$  hasta el grado 35: por último, al sur, está cerrada por una ramificación de los Andes, que parte del grado 35 y se extiende hasta las montañas de Huelmu, luego por la línea anticlinal de los Cerrillos de Teno, que pasa por Santa Cruz, Pumanque, San Miguel e Hidango. La superficie de esta hoya es de 16.430 kilómetros cuadrados.

El río Rapel que reúne las aguas de esta hoya, desemboca en el mar bajo los grados  $33^{\circ}54'$  subiendo desde allí hacia el sureste hasta el pueblo de Llallauquén donde se divide en dos grandes brazos, el Cachapoal y el Tinguiririca. El Cachapoal tiene su origen en las mismas montañas que el Maipo llevando en un principio el nombre de río de Las Vegas y no toma el de Cachapoal sino después de su reunión con el río de las Leñas. Después de haber corrido al suroeste hasta este punto, toma enseguida la dirección del noroeste y se ladea más y más hacia el oeste hasta que llega en frente de Rancagua; después se ladea de nuevo hacia el sur, describiendo así una gran curva que acaba en la punta de Peumo. Toma enseguida la dirección del noroeste que continúa hasta que se junta con el Tinguiririca.

El Cachapoal recibe muchos afluentes, siendo los de la margen izquierda los más numerosos e importantes. Recibe, primero, en esta parte, el río de Las Leñas, que sale del lago del Yeso y tiene su origen en la cima de los Andes bajo el grado  $34^{\circ}24'$ . Desde el Yeso cuya altitud es de 2.102 metros, hasta el Cachapoal, se precipita este río de cascada en cascada. A tres o cuatro kilómetros más abajo de la

confluencia del río de Las Leñas, el Cachapoal recibe aun el Cortaderal, que tiene su origen en las montañas llamadas Alto de los Mineros, bajo el grado  $34^{\circ}40'$ : es un río que corre casi directamente hacia el norte. Después se encuentra al río de Los Cipreses, que nace de un gran ventisquero que baja del Alto de los Mineros, se dirige igualmente hacia el norte y va a juntarse con el Cachapoal en frente de las casas del Manzano. Continuando siempre bajando por el río, se encuentra al río Claro, riachuelo que tiene su origen en las montañas situadas al sur de los Baños de Cauquenes y se junta con el Cachapoal a dos kilómetros más abajo de este establecimiento. Finalmente, el Cachapoal recibe aun otro río llamado también río Claro; éste tiene su origen al este de la ciudad de Rengo, en las montañas que cierran, al oeste, el valle de los Cipreses, pasa por esta ciudad, así como por el pueblito de Chanquiagüe, en frente de la punta de Peumo. El último afluente de este lado del Cachapoal es el río Taguatagua, que tiene su origen en las montañas de Talcarehue, pasa cerca de San Fernando, atraviesa el boquete de Malloa para llegar al valle del río Claro, y después de haber pasado por en medio del dominio de Taguatagua, va a reunirse al curso principal, muy cerca de este último río.

Los afluentes de la margen izquierda son, en primer lugar, el río de Cuncle, que se junta con el Cachapoal a cinco kilómetros más abajo de las poblaciones del Manzano: se divide en dos brazos, de los cuales el principal lleva el nombre de río de Pangal y tiene su origen en las cordilleras de la Compañía al oeste del río de Las Vegas; el otro brazo, el río Blanco, procede directamente del norte y baja, una rama que se desprende de las mismas montañas. Se encuentra después el río de Coya, que nace en la misma rama y va a echarse en frente de los Baños de Cauquenes. En fin, el Cachapoal recibe aun un pequeño río que sale de las montañas al oeste de la Compañía y se junta con él cerca de la punta de Cortés.

Desde su nacimiento hasta su reunión con el Tinguiririca, recorre el Cachapoal una distancia de 164 kilómetros; su declive medio, desde la confluencia hasta la punta de Peumo, es de 2 por 1.000; es sensiblemente el mismo entre Peumo y Miranda; entre este último punto y Rancagua, es de 3 por 1.000: aumenta luego rápidamente de Rancagua a los Baños de Cauquenes: es de 9 por 1.000 entre estos Baños y la confluencia del río de Los Cipreses; por último, esta confluencia y la del río de Las Leñas es de 17 por 1.000.

Desde el punto de su reunión con el Cachapoal sube el Tinguiririca hacia el sur-sureste, hasta el dominio de Colchagua y desde allí gira al este y hasta San Fernando, donde toma la dirección del sureste y por último la del este. Tiene su origen cerca de la cima de los Andes bajo el grado  $34^{\circ}41'$  en las mismas montañas en que nace el río Cortaderal. Recorre este río desde su nacimiento hasta el punto de su reunión con el Cachapoal, un espacio de 150 kilómetros, siendo su declive muy moderado en una cierta extensión, aunque bastante fuerte para no permitir más que la navegación de embarcaciones menores. Entre la confluencia y San Fernando el declive es de 3 por 1.000, pero desde este punto aumenta rápidamente llegando a ser de 7 por 1.000 entre San Fernando y las Tejas, de 20 por 1.000 desde este punto hasta las últimas cabañas que se encuentran cuando se sube su curso. Los afluentes del Tinguiririca son poco importantes y los más notables se hallan en



Eug. Cicovi del et lith

Inq. Seronnes à Paris

1. El Nevado. 2. Volcan viejo. 3. Volcan nuevo. 4. los baños. K Escorias. K' Retinita L Fonolita.

Vista de los volcanes de Chillán (tomada del cerro Azul).

1. Nevado de Chillán. 2. Volcán Viejo. 3. Volcán Nuevo formado en 1868. 4. Baños termales de Chillán. 5. El cerro de Azufre. *i*. Traquitas y fonolitas. *k*. Escorias. *k'* Retinita.



la orilla izquierda. Recibe, en primer lugar, al río del Azufre, que, como indica su nombre, viene de las solfataras que se hallan en las cercanías del volcán de Tinguiririca; luego el río de Andaribel que viene del sur y corre en el fondo de un valle paralelo al eje de los Andes; finalmente, recibe el río de Chimbarongo, que nace en las montañas de Huemquel y se dirige al noroeste hasta más allá de Calleuque, donde se echa en el Tinguiririca.

La carrera total del Rapel desde su desembocadura hasta los manantiales del Cachapoal, es de 220 kilómetros y su declive medio desde la confluencia del Tinguiririca, de 2 por 1.000. Este río riega la región más fértil de Chile y las llanuras son allí más extensas que en la hoya del Maipo. La cantidad de lluvia que cae anualmente en dicha región es algo mayor que en Santiago; se la puede evaluar en 500 milímetros, lo que daría, por el agua recibida en esta hoya, 8.215.000.000 de metros cúbicos o 4.107.500.000 por lo que suministra durante los seis meses de verano, o sea 93.800.000 metros cúbicos por hora o un tercio más que la que suministra la hoya del Maipo.

#### HOYA DEL MATAQUITO

La hoya del Mataquito está encerrada en un espacio bastante estrecho comprendido entre los grados 34°50' y 35°30'. Está limitada, al norte, por las montañas de Hue-mul, la línea anticlinal que va desde estas montañas al cerro del Quiriño y pasa después por las montañas de las Palmas, de Caune y de Vichuquén. Sus límites al este son la cima de los Andes, desde las montañas de las Damas, hasta el volcán del Descabezado; finalmente, por la parte del sur está cerrada por una ramificación que se desprende del Descabezado, pasa por las Tres Cruces, el cerro del Imposible y el cerro de Traruñez. Esta línea anticlinal pasa después algo al sur de la Villa Molina, enseguida por las montañas de las Ñipas, de Tabunco y de Depu. La superficie de esta hoya es sólo de 5.520 kilómetros cuadrados.

La principal corriente desagua en el mar bajo el grado 35°4': lleva el nombre de Mataquito, desde su desembocadura hasta la confluencia del río de Teno, situada un poco más abajo de Curicó donde se divide en dos brazos que llevan los nombres de Teno y de Lontué. El Teno sale de un laguito situado un poco al norte del boquete del Planchón a una altitud de 2.940 metros; desde allí se dirige hacia el norte, en una distancia de unos 15 kilómetros; corre luego casi directamente al oeste hasta la carretera principal de Curicó, donde se ladea hacia el suroeste para juntarse el Lontué.

Los afluentes del Teno son poco numerosos; el más importante es el río Claro, que tiene su origen en la vertiente occidental del volcán de Peteroa, se dirige casi hacia el norte y va a reunirse al Teno un poco más arriba del punto llamado los Maquis. El espacio recorrido desde su origen hasta su reunión con el Lontué es de 84 kilómetros.

Este río tiene una corriente muy rápida; su declive entre el lado de Curicó y Los Maquis es de 9 por 1.000, y de 16 por 1.000 entre este último punto y la con-

fluencia del río Claro; finalmente, desde el lago donde sale hasta dicha confluencia, el declive es de 78 por 1.000.

El Lontué nace bajo el grado 35°20' en la vertiente sur del cerro Colorado; corre en un principio hacia el sur un corto espacio, gira luego al oeste y se echa en el lago de Mondaca. Al salir de este lago corre hacia el noroeste hasta su confluencia con el Teno. Recibe este río, en ambas márgenes, un número bastante grande de afluentes; el primero que se encuentra, en la margen derecha, es el río de los Patos, que nace en la vertiente oeste del cerro Colorado y corre al suroeste juntándose con el Lontué un poco más abajo del lago de Mondaca. Se halla después el río Colorado que parte también de la misma montaña, corre casi directamente hacia el oeste y se echa en el Lontué a 13 kilómetros más arriba del dominio de Yacal. Finalmente, un poco más abajo de Curicó, recibe el pequeño río de Guayco, que tiene su origen en la montaña de Polcura.

En su margen izquierda no recibe el Lontué más que dos corrientes de agua bastante importantes, a saber: el río de San Francisco y el río del Volcán. Ambos tienen su origen en las montañas volcánicas del Descabezado. El curso del Lontué es de 98 kilómetros; su declive es rápido y de 20 por 1.000 en el espacio comprendido entre el lago de Mondaca y el puente del camino de Talca.

Desde el mar hasta la reunión del Teno y del Lontué, recorre el Mataquito un espacio de 94 kilómetros, lo que da 192 kilómetros por su longitud total considerando el Lontué como el brazo principal. En su parte inferior el declive, que es bastante débil, tiene 1,7 por 1.000, entre la confluencia y el mar.

El Mataquito es el último río sujeto a grandes crecidas estivales; las aguas del Lontué y del Teno se vuelven turbias en diciembre y se mantienen así hasta en febrero; estos ríos crecen entonces considerablemente, pero no se nota en ellos esa rápida disminución que, en los de las hoyas situadas más al norte, precede a las primeras lluvias del invierno. El motivo es que las aguas que los alimentan no provienen únicamente del derretimiento de las nieves, pues hay numerosas fuentes que salen de las selvas que cubren la vertiente de los Andes y van a juntar sus aguas a las que proceden de las nieves.

#### HOYA DEL MAULE

La hoya del Maule es la mayor de Chile, pues se extiende desde el grado 35°07' hasta los 36°30', abrazando una superficie de 20.000 kilómetros cuadrados. Está cerrada, al norte, por la línea anticlinal que forma el límite sur de la hoya del Mataquito, hasta las montañas de Tabunco, pasa luego por la cresta de montañas de Tabunco, enseguida por la cresta de montañas que se dirige hacia Libun y de allí hacia el mar pasando por las montañas de Quivolgo. La cima de los Andes desde el Descabezado hasta el grado 36°20', forma su límite oriental; al sur está cerrada, primeramente, por una rama que se desprende del Longaví; se dirige al sur, enseguida hacia el oeste, donde forma las montañas de Semita y luego por una línea anticlinal que pasa por San Carlos y se dirige desde allí hasta Peñuelas

y Quirihue; finalmente, está todavía cerrada al oeste, por la cima de la cordillera Marítima, siguiendo la línea que pasa por Luga, el cerro de Name y las montañas del Empedrado, desde donde se dirige hacia Constitución.

El Maule, que reúne las aguas de esta hoya, sale de un gran lago que lleva el mismo nombre y se halla situado en la cima de los Andes, a una altura de 2.194 metros; desde allí se dirige hacia el noroeste hasta que llega a tropezar con el macizo que sostiene el Descabezado; entonces toma la dirección oeste-noroeste y la sigue hasta el mar, donde desagua bajo el grado 35°20'.

El Maule tiene numerosos afluentes que a su vez reciben, ellos mismos, ríos de bastante importancia. Los de la margen derecha son, en primer lugar, el río del Campanario que tiene su origen al pie de una alta montaña que lleva su mismo nombre; corre hacia el oeste y se junta al Maule a 21 kilómetros más abajo del punto en que este río sale del lago. Se encuentra después el río Puelche, que parte igualmente del este, donde tiene su origen algo al norte del Campanario; luego el río de San Martín, formado por muchos torrentes que bajan de la parte de los Andes situados al este del Descabezado. Antes de echarse en el lago de la Invernada, recibe el río San Martín otro pequeño río que nace en el grupo volcánico del Descabezado: al salir de dicho lago, toma el nombre de río de la Invernada y se echa en el Maule a 14 kilómetros más arriba de la hacienda del Colbún. Recibe aun, antes de entrar en la llanura, dos riachuelos más, que nacen en la vertiente sur de las montañas del Descabezado; uno de estos riachuelos lleva el nombre de río Claro.

Después de haber atravesado la llanura, un poco más abajo de Talca y cerca de la pequeña villa de Perales, recibe el Maule al río Claro, que es bastante importante y en el cual van a desaguar varios afluentes. El río Claro tiene su origen en la vertiente noroeste del Descabezado, saliendo allí de un laguito situado cerca de la cuesta de las Ánimas; en un principio se dirige al noroeste, hasta la ciudad de Molina, luego gira al suroeste siguiendo la base de las montañas de la cordillera Marítima hasta el pueblecito de Collín, donde toma la dirección del oeste.

El río Claro recibe en su margen derecha, un poco antes de echarse en el Maule, el río de los Puercos, que viene directamente del norte y tiene su origen en las montañas de Abarca y de las Ñipas. En la orilla izquierda recibe primeramente dos riachuelos, el río del Tambo y el río de los Teatinos que tienen su origen en la vertiente norte del Descabezado y se dirigen hacia el norte; después el río de Pangué y el río de Lircay, que nacen ambos en el estribo del macizo del Descabezado y corren hacia el oeste; por último, recibe aun dos arroyos llamados el primero de Baisa y el otro del Fuerte, que tienen su origen en la llanura, atravesando el primero la ciudad de Talca.

Los afluentes de la margen izquierda son mucho más importantes: el primero que se encuentra es el río Melado, que se junta con el Maule un poco más abajo de Colbún. Este gran río corre en un profundo valle que sube hacia el sur y se divide en dos brazos a unos 30 kilómetros de su confluencia con el Maule; uno de estos brazos toma el nombre de Guaiquivil y se forma en la vertiente oriental del nevado de Longaví; el otro, que es el río del Puente, llamado así por un puente natural

formado por una corriente de lava, tiene su origen en las montañas que cierran, al sur y al oeste, el cerro en que se halla el lago de Maule.

Después que el Maule ha atravesado la llanura, recibe el Loncomilla, gran río que sigue el pie oriental de la cordillera Marítima y recibe numerosos afluentes. Después de haber recibido el río Longaví, cambia de nombre y toma el de Perquilauquén.

El Perquilauquén tiene su origen en la vertiente occidental de una cresta de montaña que se extiende al sur del Longaví; corre al noroeste hasta que va a tropezar con el pie de la cordillera Marítima y luego al norte; cerca de las localidades de la hacienda de Santo Toribio, cambia aun de dirección para correr al este por una distancia de 11 a 12 kilómetros, recobrando definitivamente después la dirección del norte hasta su confluencia con el Maule.

Antes de juntarse con el Longaví recibe el Perquilauquén gran número de riachuelos y dos ríos de alguna importancia. Los de la margen derecha tienen su origen, al este de Parral, en los últimos estribos de los Andes. Sucesivamente se encuentran los pequeños ríos de Unicaven, Curipeumo, Caldo Verde, Torreones, Bureo y Piguchén.

En la margen izquierda recibe primero el río de Cauquenes, que tiene su origen en la cordillera Marítima al este de la ciudad que lleva el mismo nombre y reúne otros dos ríos pequeños, esto es, el río de Tutubén y el río Rosales, enseguida el riachuelo de las Garzas y al final el río Purapel, que es el más caudaloso que recibe el Perquilauquén. Este último tiene su origen a corta distancia del mar en las montañas situadas al sur de Constitución, se dirige al este, en un principio, luego al sur y va a desaguar en el Perquilauquén, algo más abajo de Santo Toribio. Los afluentes del Loncomilla vienen todos de la margen derecha; éstos son, primero, el Longaví, río caudaloso que nace en la base del nevado que lleva el mismo nombre, se dirige hacia el noroeste y va a reunirse al Loncomilla, cerca de las habitaciones de las Bodegas.

El Longaví recibe el pequeño río de Liguai, que tiene su origen en los últimos estribos de los Andes y corre igualmente al noroeste. Se halla después el río Achibueno, que tiene su origen en las montañas que se extienden al norte del nevado de Longaví, corre hacia el noroeste, recibe a unos diez kilómetros más allá de Linares el río Ancoa, que viene del este y nace en las montañas de Melado; luego desagua en el Loncomilla, cerca del pueblo de La Palmilla. Por último, se encuentra también el río Putagán, cuya confluencia está situada cerca de San Daniel; este río sube hacia el sureste hasta el cerro de Quilipín, luego se dirige al este y tiene su origen en las montañas de Colbún.

Desde el punto de su reunión con el río Claro no recibe ya el Maule sino algunos torrentes que bajan de las montañas de la cordillera Marítima. El espacio que recorre este río desde su desembocadura hasta el lago de Maule es de 196 kilómetros, y sería de 224 si se tomasen por su origen al río Perquilauquén. El declive del Maule es bastante débil entre Constitución y Perales, pues no tiene más que 1,3 por 1.000; es aún menor entre Perales y la Barca situada en el camino de Talca a Chillán, punto donde queda reducido a 0,5 por 1.000: pero después aumenta rápida-

mente, llega a 15 por 1.000 entre la Barca y la confluencia del río de la Invernada, y de 27 por 1.000 entre esta confluencia hasta el lago de Maule.

El Maule es el primer río de Chile que es navegable para embarcaciones menores; éstas pueden subir no sólo hasta Perales sino seguir el Loncomilla en una extensión bastante grande.

La cantidad de lluvia que cae en la cuenca del Maule no se conoce con exactitud, pero evaluándola a 500 milímetros, se queda ciertamente en un guarismo inferior a la cantidad media anual; sería, pues, 10.000.000.000 de metros cúbicos de agua que recibiría a lo menos esta hoya, en el curso de un año, lo que daría 1.000.000 de metros cúbicos para la cantidad de agua que derrama el Maule en el mar en el espacio de una hora.

#### HOYA DEL ITATA

El Itata, menos considerable que el Maule, recibe las aguas de una hoya que se extiende entre los grados  $36^{\circ}20'$  y  $37^{\circ}16'$ . Colinda al norte, en primer lugar, con la cresta de montañas que se extiende al sur del nevado de Longaví, luego por las montañas de Semita y, finalmente, por una línea anticlinal muy irregular, que pasa por la meseta de San Carlos, sube desde allí hacia el cerro de Cuiquén, se extiende desde allí hacia la cima de la cordillera marítima, desde donde baja hacia el mar siguiendo una rama que se adelanta hacia el sureste. Al este la hoya del Itata está cerrada por la parte de los Andes que se extiende desde el grado  $36^{\circ}20'$  hasta el grado 37. Finalmente, su límite sur sigue una rama de montaña que se desprende del cerro de Polcura, pasa por las montañas de Calabozo y el cerro Negro y baja de allí hasta Trupán. La línea anticlinal se dirige desde allí hasta Peñuelas, pasa por las montañas de Queime y de Cayumanque, atraviesa después la meseta de Rafael, hasta las montañas de la Leonera desde las cuales baja hacia el norte hasta Las Vegas. La superficie de esta hoya es de 7.894 kilómetros cuadrados.

La boca del Itata está situada bajo los grados  $36^{\circ}22'$  y tiene su origen cerca del cerro Negro. Corre, en un principio, bajo el nombre de río de Choiván, al suroeste hasta la llanura, donde gira al oeste, luego al noreste hasta en frente de la hacienda de Cuchacucha, donde toma la dirección del oeste noroeste hasta el mar.

El Itata recibe en su margen derecha gran número de ríos menores y un afluente muy importante, que es el río Ñuble. El primer río que se encuentra, siguiendo su curso, es el Trilaleo y luego el Danicalqui; corren ambos hacia el oeste y tienen su origen en las montañas de Calabozo; recibe también el Quilleco y el Relbún, riachuelos que nacen en las colinas de Pemuco, a unos 28 kilómetros más abajo del Danicalqui; el río Diguillín, que es bastante caudaloso y toma su origen en el lado sur del volcán de Chillán, donde se forma por la reunión del Renegado y del río del Oyo: al entrar en la llanura recibe el pequeño río de Pemuco y va a desaguar en el Itata a tres o cuatro kilómetros más abajo de Peñuelas. Antes de encontrar el Ñuble recibe el Itata todavía al río de Larqui, que baja de los últimos contrafuertes de los Andes y va a reunirse con él al oeste de la ciudad de Bulnes.

El Ñuble es un río tan grande como el Itata que tiene origen en el costado norte de las montañas de Polcura: baja, al principio, hasta el noroeste y recibe el río de Las Truchas que parte de la línea anticlinal de los Andes: río de Los Sauces, que tiene su origen al este del nevado de Longaví y baja hacia el sur donde se junta al Ñuble a unos veinte kilómetros al norte del volcán de Chillán. Éste recibe todavía, en su margen izquierda, varios otros que bajan de la parte norte del macizo volcánico de Chillán tales como el río de la Mina, el del Gato y el de Santa Gertrudis. Penetrando más en la llanura, recibe el río de Cato, que parte de los últimos contrafuertes de los Andes y el río de Chillán. Este último nace en el costado occidental del volcán, pasa cerca de la ciudad de Pinto, atraviesa Chillán Viejo y va a juntarse con el Ñuble un poco más arriba de Cuchacucha. Más abajo de su unión con el Ñuble, recibe aún el Itata dos pequeños ríos que nacen en las montañas de la cordillera Marítima, en la margen derecha el río de Lunquén que toma su origen en las montañas de Quirihue y de Ninhue y va a juntarse con el Itata un poco más abajo del pueblo de Lunquén. En su margen derecha recibe al pequeño río de Coelemú, que tiene su origen en las montañas de La Leonera.

La Longitud total del Itata es de 177 kilómetros. Su declive es bastante débil entre su desembocadura y la confluencia del Ñuble, pues no pasa de 2 por 1.000; pero los bancos de arena que obstruyen su álveo imposibilitan la navegación.

#### HOYA DEL BIOBÍO

El Biobío es el río mayor de Chile, pues no sólo recorre un gran espacio sino que recibe también numerosos afluentes. La hoya que le alimenta se extiende entre los grados 36°50' y 38°30'. La línea anticlinal en la cual se halla encerrada, empieza cerca de Concepción en el cerro de Caracoles; desde allí se dirige hacia las montañas de Chiguayante, de Hualqui y de la Florida, pasa después cerca de Tomeco y desde allí baja a la llanura, donde sigue, con corta diferencia, la dirección de Pangal a Tucapel sube entonces por la cordillera de los Andes, siguiendo la meseta inclinada que se dirige hacia el cerro Negro, pasa desde allí las montañas de Calabozo y de Polcura y encuentra la cima de los Andes bajo el grado 37. Desde allí sigue esta cordillera hasta el sur del volcán de Lonquimay, baja de nuevo al llano, donde se dirige hacia el pantano de Lumaco y vuelve a subir desde allí hacia el Pichi-Nahuelbuta siguiendo la cima de la cordillera Marítima, hasta la extremidad norte de las montañas de Coronel. La extensión de esta hoya es de 20.570 kilómetros cuadrados.

El Biobío sale del lago de Gualletué, formado por los torrentes que bajan del volcán de Lonquimay y de las montañas vecinas. Al principio corre directamente hacia el norte, encerrado entre dos crestas de altas montañas. Cuando llega bajo el grado 37°40', cambia bruscamente de dirección, corriendo entonces casi al oeste hasta frente de Nacimiento, donde recobra la dirección del norte, que sigue hasta su confluencia con el Laja: desde este punto, salvo algunas pequeñas curvas, su dirección es la de noroeste; finalmente entra en el mar bajo los grados 36°49'.

La longitud del Biobío desde el lago Gualletué hasta el mar, es de 256 kilómetros. Su declive es muy débil en un principio, pues entre Nacimiento y la desembocadura no llega a 0,8 por 1.000; pero aumenta después, sin que llegue nunca a ser comparable al de los ríos del norte; entre Nacimiento y Santa Bárbara no es aún más que de 2 por 1.000. Así, el Biobío es navegable en una gran parte de su curso; las barcas pueden subir hasta Nacimiento y hasta penetrar en el Vergara, uno de sus principales afluentes. Como en la mayor parte de los ríos de Chile, su desembocadura está obstruida por bancos de arena que hacen impracticable la entrada. Nada, sin embargo, sería más fácil que establecer un canal que pondría a este río en comunicación con la bahía de Talcahuano.

Los afluentes de la margen derecha del Biobío, son, en primer lugar, el río de Trapa Trapa, que reúne a la vez las aguas que bajan del volcán de Callaqui y de las montañas de Copulhue. Corre hacia el oeste y se junta con el Biobío a unos 46 kilómetros más abajo del lago. Recibe después al Duqueco, gran río que tiene su origen en el costado sur de la Sierra Velluda y corre también hacia el oeste, yendo a desaguar en el Biobío, un poco más abajo de la ciudad de Negrete: finalmente, el Laja va también a desaguar en él, en frente de Monterrey. Este río, más grande aún que el Duqueco, sale del lago de el Laja situado al este del volcán de Antuco a una altitud de 1.512 metros. Este lago ocupa todo el fondo de un valle encerrado entre dos altas cordilleras de montañas y no tiene menos de 28 kilómetros de longitud: está alimentado por dos pequeños ríos, uno que viene de las montañas de el Polcura y el otro del valle que conduce a los boquetes de Pichachén y de Copulhue.

El Laja, ya grande al salir del lago, se precipita, de cascada en cascada, hasta la base del volcán de Antuco donde recibe un río alimentado por las nieves de la Sierra Velluda y un poco más abajo, en la margen derecha, al río de el Polcura y a otro que baja del cerro Negro. Después de haber pasado la ciudad de Antuco, recibe aun, en la margen izquierda, el Rucuhue, río impetuoso como un torrente, alimentado por los ventisqueros de la Sierra Velluda. Finalmente, un poco antes de desaguar en el Biobío, recibe también el Laja al río Claro, que tiene su origen en la vertiente oriental de la cordillera Marítima en las montañas que se extienden entre la Florida y Tomeco. En la margen izquierda, recibe aun el pequeño río de Caliboro, que nace en la hacienda de las Canteras. Un poco al oeste del camino que conduce desde Los Ángeles a Chillán, presenta el Laja una hermosa catarata, pasa por encima de una especie de muralla formada por una aglomeración volcánica y se precipita en una profunda quebrada cuyos bordes desploman el estrecho canal donde parece que se pierde. Antes de llegar al mar, recibe aún el Biobío tres pequeños ríos que tienen su origen en la cordillera Marítima y son el río Grande, el riachuelo de Quilacoya y el río Hualqui.

Los afluentes de la margen izquierda del Biobío son el Bureo que se junta con él a unos cuatro kilómetros más arriba de Negrete. Este río parte del sureste y un poco más abajo de Mulchén se divide en dos brazos llamados el Niquinco y el Mulchén. Ambos ríos tienen su origen en los últimos contrafuertes de los Andes y bajan de la vertiente occidental de las montañas que cierran, al oeste, el valle de Biobío. Luego el Vergara, que recibe dos corrientes de agua importantes; el

Vergara corre del sur al norte, siguiendo la base de la cadena marítima y tiene su origen en las lagunas de Lumaco; es un río profundo, que corre por un terreno muy poco inclinado y que sería muy fácil hacer navegable. Un poco más abajo de la ciudad de Angol, recibe el río Malleco; este río tiene su origen en la cordillera de los Andes, al sur del volcán de Lonquimay; corre hacia el noroeste y recibe aun el río Huequén que tiene su origen en las mismas montañas y corre paralelamente al Malleco, al cual se une a 17 kilómetros más arriba de Angol. Más abajo de la misma ciudad y a unos 14 kilómetros, recibe aun el Vergara al Renaico. Este río toma su origen en la vertiente occidental del volcán de Lonquimay, corre igualmente hacia el noroeste y se forma por la reunión de otros dos ríos que se llaman río de Ranquileo y de Mininco.

El último afluente del Biobío es el río Tavolevu, que se forma en la cordillera Marítima por la reunión de varias pequeñas corrientes de aguas; la principal es el río Micodahue, formado por otros dos pequeños ríos, el Coyanleco, que nace en las montañas de Nahuelbuta, y el Coligüe, que tiene su origen en las de Rucapillán; recibe el río de la Palmilla que viene del oeste y otro pequeño río que tiene su origen en las montañas situadas al oeste de la ciudad de Santa Juana.

La cantidad de agua que cae cada año en Concepción varía entre 1.200 y 1.300 milímetros; en el sur de esta ciudad son más abundantes las lluvias; se puede, pues, considerar como un mínimo el guarismo de 1.200 milímetros por la cantidad de lluvia que cae anualmente en la hoya del Biobío; siendo la superficie de esta hoya de 20.500 kilómetros cuadrados, resulta que cada año recibe al menos 2.460.000.000 de metros cúbicos de agua; como la evaporación es bastante débil en las provincias del sur de Chile, y que estos cálculos se han hecho en las condiciones de un mínimo, tal debe ser también la cantidad de agua que el Biobío lleva al mar durante un año o sea 2.808.000 de metros cúbicos por hora.

#### HOYA DEL CAUTÍN

El río Cautín o Imperial, que reúne las aguas de esta hoya cuyos límites no son aún bien conocidos, es un gran río que desagua en el mar bajo el grado 38°48'. El Cautín, propiamente dicho, tiene su origen en los últimos contrafuertes de los Andes, al sur del volcán de Llaima; pero el curso de agua principal que lleva el nombre de río de Quillen, viene de esta última montaña. Antes de reunirse con el Cautín, recibe el Quillen a otro gran río, llamado de Cholchol, formado él mismo por la reunión del Colpi, que tiene su origen en los Andes y del río de Lumaco que sale de los pantanos que llevan el mismo nombre. Los demás afluentes del Cautín son el río de Boroa que parte del sur, el Rumahue, que baja de las últimas ramificaciones de la cordillera de Nahuelbuta y el río de las Damas, que viene de las mismas montañas.

En su parte inferior tiene el río Cautín poca corriente y bastante profundidad, de modo que pueden subir por él embarcaciones menores; pero su álveo está atestado de numerosos troncos de árboles que hacen peligrosa su navegación. Antes

de entrar en el mar forma como una especie de lago donde se deponen las arenas que arrastra consigo; así es que su desembocadura es más practicable que la de los demás ríos de Chile.

#### HOYA DEL TOLTÉN

El límite norte de la hoya del Toltén es poco conocido, lo mismo que su límite oriental; pero el del sur se conoce con bastante exactitud, pues parte desde el volcán de Quetropillán, situado bajo el grado 39°40', pasa después por el volcán Villarrica, sigue la meseta que se dirige hacia las montañas de Huichaco y va a juntarse desde allí con la cordillera Marítima pasando por las llanuras de San José; desde allí se dirige hacia el norte hasta el valle del Toltén. Este río sale del lago Villarrica, alimentado por varias corrientes de agua, que no son aún muy conocidas, corre desde allí hacia el oeste y desagua en el mar bajo el grado 39°16'. Los afluentes que recibe son de poca importancia por ser su hoya muy estrecha en el sentido del meridiano; los afluentes de la margen derecha son el Chadilén, el Melinquén y el Conilauquén; los de la margen izquierda son el Lichuen, el Cugi, el Collico y el Catinleu. La entrada del Toltén no presenta más dificultades que la del Cautín; su álveo es profundo, pero igualmente atestado de troncos de árboles que obstruyen la navegación a corta distancia del mar.

#### HOYA DEL VALDIVIA

El río de Valdivia, que desagua en la bahía de Corral, bajo el grado 39°53', recibe las aguas de una hoya bastante grande, que se extiende desde el grado 39°25' hasta el 40°20', formada por una línea anticlinal que sigue, al principio, la cumbre de la cordillera Marítima, desde la punta de Niebla hasta la altura de la de Maiquilla. Desde allí se dirige hacia el este, atravesando las mesetas de San José, pasando por la cumbre del volcán de Villarrica y del Quetropillán, desde donde sigue la cumbre de la cordillera de los Andes, hasta el cerro Mocho y el volcán de Lajara; aquí vuelve a tomar, primeramente, la dirección del oeste hasta la hacienda de Huitre, sigue las alturas que desde allí se extienden hacia Dallipulí, pasa un poco al norte de Trumao y vuelve a juntarse con la cordillera Marítima, cuya cumbre sigue hasta las montañas de Corral. La superficie de esta hoya es de 8.450 kilómetros cuadrados.

El Valdivia está formado por la reunión de dos grandes ríos, que llevan los nombres de río Cruces y río Calle-Calle. El río Cruces tiene su origen en el costado norte de las montañas de Huichaco; al principio se llama de Levufucade y corre así al oeste-suroeste hasta las Tres Cruces, desde donde se dirige hacia el sur para desaguar en el Calle-Calle en frente de Valdivia. Un poco antes de juntarse con este río, se divide el río Cruces en dos brazos que dejan entre sí la pequeña isla Tejas. Aunque el curso de este río es muy poco extenso, gran número de afluentes

van a desaguar en él. En la margen derecha recibe el río de Bellavista que procede del norte; los afluentes de la margen izquierda son el Nanihue, el Pelechuquin, el Cudico y el Pichoi. Estos cuatro ríos tienen su origen a corta distancia uno de otro, en el costado oeste de las montañas de Huichaco.

El Calle-Calle, mucho más grande que el río de Cruces sale del lago de Riñihue al cual van a desaguar otros lagos situados al norte y al sureste. Los lagos del norte son el Calafquén y Panguipulli; ambos están alimentados por las aguas que bajan del volcán de Villarrica. De lago de Panguipulli sale el río que va a desaguar hacia la extremidad oriental del lago de Riñihue. Antes de echarse en este lago, recibe otra corriente de agua que sale del lago de Lajara, situado al norte del volcán que lleva e mismo nombre.

Al salir del lago de Riñihue corre, en un principio, el Calle-Calle al nor-nor-oeste; luego describe una curva dando la vuelta, por la parte del norte, a la montaña de Tralcan, dirigiéndose, casi directamente, enseguida, hacia el sur hasta la misión de Quinchilca. Desde este punto corre hacia el oeste hasta Valdivia. El río Calle-Calle recibe en la margen izquierda tres afluentes bastante importantes: el primero es el río de Quinchilca, que tiene su origen en las mesetas de Huitre y corre hacia el norte y un poco al oeste, juntándose con la corriente principal algo más arriba de la misión de Quinchilca. Enseguida se encuentra el río Collilevu que nace en las montañas situadas al norte de Dallipulli, corre hacia el norte y un poco al este juntándose con el Calle-Calle tres kilómetros más abajo de Quinchilca. En fin, el arroyo de Collilevu, viene directamente del sur y se junta con el curso principal a cuatro kilómetros más arriba del pueblo de Calle-Calle.

Antes de entrar en la bahía de Corral, el río de Valdivia recibe aun el Futa, río caudaloso que tiene su origen en las montañas de San Juan; se llama en un principio río de Choquinan y corre al sur hasta el pueblo de Futa, donde cambia de nombre. Antes de juntarse con el Valdivia, se divide el Futa en dos brazos que rodean la isla del Rey. El que se dirige hacia el sur toma el nombre de Tornagaleones y desagua en frente del puerto de Corral; el otro conserva el nombre de río Futa. Los afluentes de la margen derecha de este río son el arroyo de Huequecura, el de Tregua y el río Angachilla. En la orilla izquierda recibe el río Conilevu y el arroyo de las Minas.

El espacio recorrido por el río de Valdivia desde el punto en que sale del lago de Riñihue hasta el mar, es el de 122 kilómetros. El declive de este río es muy débil; la media entre el lago de Riñihue y el mar es de 0,4 por 1.000: la marea se deja sentir hasta tres o cuatro kilómetros más arriba de Valdivia, así como en los ríos de Cruces y de Futa, por donde pueden subir las embarcaciones de poco tonelaje.

En la hoya de Valdivia es donde se empieza a encontrar esos grandes lagos que se suceden casi sin interrupción hasta el golfo de Reloncaví dando a esta parte de Chile una fisonomía enteramente especial. Los ríos no están allí sujetos a esas grandes variaciones que caracterizan los de las provincias del norte; los torrentes que bajan de los Andes van a deponer, en los lagos, las materias que arrastran consigo, y las aguas salen claras deslizándose mansamente por un suelo poco inclinado. Los anchurosos y frondosos bosques que cubren la mayor parte del país conservan las



Eug. Cicero lith.

Imp. Barousse & Paris

### VOLCAN DE PETEROA

1 Escorias. 2 Lava. 3 Syenita.

Volcán de Peteroa.

2. Corriente de lava que baja desde el cráter en la quebrada del río Claro. 0. Rocas de sienita que sirven de base al cono de escorias.



aguas pluviales y regularizan su distribución; así es que el cambio que se observa en el volumen de las aguas es sumamente mínimo y éste llega ordinariamente a su máximo por el mes de septiembre, disminuyendo después lentamente hasta el principio de marzo, época en que las lluvias son más abundantes. Ya se ha visto que la cantidad de éstas era muy grande y que, término medio, se elevaba a 2.859 milímetros; por otra parte, la superficie de la hoya Valdivia es de 8.450 kilómetros cuadrados. Si, con ayuda de estos datos, se calcula la cantidad de agua que recibe esta hoya en el espacio de un año, se obtienen 24.158.000.000 de metros cúbicos; el río Valdivia debe, pues, derramar cada hora en la bahía de Corral 2.757.000 metros cúbicos de agua, lo que es, poco más o menos,  $\frac{1}{8}$  más de lo que el Biobío lleva al mar. No se ha tenido en cuenta la evaporación, porque en esta hoya, el aire está casi constantemente cargado de agua y por consiguiente la evaporación debe ser muy débil.

#### HOYA DEL RÍO BUENO

La hoya del río Bueno está separada de la de Valdivia por la línea anticlinal que forma el límite sur de esta última: está cerrada, al este, por la cima de los Andes, desde el cerro del Mocho hasta el cerro del Techado. El límite sur está formado en un principio por una cresta de montañas que va desde este último punto hasta el de Puntagüedo y desde allí al volcán de Osorno. Rodea, enseguida, la parte norte del lago Llanquihue y de los pantanos del Frutillar; se dirige después al oeste, en la dirección de Pargas y gira luego al norte siguiendo la cima de la cadena marítima. La superficie de esta hoya es de 14.670 kilómetros cuadrados.

El río Bueno, que reúne las aguas de esta hoya, sale del lago Ranco, adonde van a desaguar varias corrientes de agua que nacen en la cordillera de los Andes. Recibe, en el norte, el río de Futronhue, que tiene su origen en la vertiente sur del volcán de Lajara; luego el Huequecura viene del Cerro-Mocho; al este, el río Calcutue, que sale del lago de Maihue, alimentado por los torrentes que bajan de la línea anticlinal de los Andes; finalmente, al sur recibe otros dos ríos que nacen de una cresta que se extiende desde la cima de los Andes hasta las montañas de Golgol. El lago Ranco es de forma casi circular, siendo su mayor diámetro de 24 kilómetros; encierra muchas islas, algunas de las cuales están habitadas.

Al salir del lago Ranco, se precipita el río Bueno de una altura de cuatro a cinco metros, salvando una capa de terreno de transporte; desde allí se dirige casi directamente al oeste hasta Trumao y más abajo describe varias curvas yendo a desaguar en el mar bajo el grado  $41^{\circ}12'$ , el declive del río Bueno es muy débil entre el mar y Trumao, pues llega apenas a 0,36 por 1.000; sólo entre este último punto y el lago Ranco, aumenta hasta 0,5 de modo que vapores de un tonelaje bastante grande pueden subir el río hasta Trumao y podría ser navegable hasta el lago Ranco, sin el salto de agua que hay a su salida.

El río Bueno no recibe en su margen derecha sino pequeños ríos que tienen todo su origen en la meseta que se levanta al norte de Huitre. El primero que se

encuentra es el río Panqueco, luego los ríos de Ralistran y de Traiguén y finalmente el río de la Unión, que es el más importante de los cuatro.

Entre los afluentes de la margen izquierda, figura un gran río que lleva el nombre de Pilmaiquén y nace en el lago Puyehue, situado a unos 34 kilómetros al norte del lago Ranco. El lago Puyehue está alimentado por dos pequeños ríos que proceden del este, esto es, el río de Lliscan, que baja de las montañas de Golgol y el río de Golgol que tiene su origen cerca de la línea anticlinal de los Andes. Al salir del lago de Puyehue, corre el Pilmaiquén directamente al noroeste hasta Trumao, donde se junta con el río Bueno. El Pilmaiquén recibe en su margen derecha un río bastante importante llamado el Trafún, formado por la reunión de ocho corrientes de agua que bajan de las montañas conocidas con el nombre de Altos de Riñihue.

Antes de juntarse con el Pilmaiquén recibe aún el río Bueno, en la misma margen, tres pequeños ríos que nacen en las mismas montañas, de los cuales el más importante es el río Contra, que desagua un poco más abajo de la ciudad de Río Bueno. En fin, recibe también el Rahue otro río importante que se junta con él 10 kilómetros más abajo de Trumao. El Rahue viene del sureste y sale del lago Llanquihue alimentado por las aguas que bajan del Puntiajudo y cuya corriente principal lleva el nombre de Huentelebu. El Rahue recibe, en su margen derecha, el arroyo de Pichil, el río de las Damas, que se junta con él cerca de la ciudad de Osorno y el Chalcipahuin, que desagua a seis kilómetros más abajo. En la margen izquierda recibe el río Coineco y el río Negro. El primero está formado por los torrentes que bajan del volcán de Osorno y del Puntiajudo; entre éstos, los más importantes llevan los nombres de río Paraguay y río Manao. El río Negro, que viene directamente del sur, tiene su origen en las montañas de la cadena marítima, casi bajo la paralela de Pargan. Antes de juntarse con el Rahue recibe el río Maipue, que tiene su origen en la misma cordillera de montañas.

El espacio recorrido por el río Bueno, desde el lago Ranco hasta el mar, no es más que de 108 kilómetros, pero los numerosos afluentes que recibe aumentan considerablemente el caudal de sus aguas, siendo, entre todos los ríos de Chile, el que lleva al mar mayor tributo de aguas.

La cantidad de lluvias que cae en esta hoya es algo menor que en la de Valdivia, pero su superficie es mucho mayor. Si se calcula, tomando por base la cantidad de lluvia que cae en Puerto Montt, se obtienen 39.257.000.000 de metros cúbicos; el río Bueno debe, pues, desaguar en el mar, durante cada hora 4.483.000 metros cúbicos de agua. Es poco más o menos dos veces más de la que lleva el Biobío y cuarenta y cuatro veces más que el Maipo.

#### HOYA DEL MAULLÍN

La parte plana de Chile va a acabar en el golfo de Reloncaví y encierra aun, hacia el sur del río Bueno, una última y pequeña hoya, que es la del río Maullín. Esta hoya cuya extensión es sólo de 3.990 kilómetros cuadrados, se extiende bajo los

grados 41° y 41°40': está limitada, al norte, por una línea que parte de la punta situada al oeste de Puerto Godoy, se dirige hacia el noreste hasta llegar bajo el paralelo de Pargas y luego al oeste hasta los pantanos de Frutillar: rodea, después, el lago Llanquihue hasta la base del volcán Osorno. El límite oriental sigue la línea que pasa por este volcán y el Calbuco y enseguida una ramificación que se desprende de este último y se extiende paralelamente al río Camisas, pasando al oeste de este río. Para terminar el límite sur está formado por una línea anticlinal que va de las alturas de Puerto Montt a Carelmapu.

El río Maullín, que reúne las aguas de esta hoya, sale del lago Llanquihue que es el mayor de los lagos de Chile. Su forma es la de un pentágono irregular; su mayor diagonal dirigida del sur al norte, mide 33 kilómetros y su superficie es de 585 kilómetros cuadrados. Está gran masa de agua no recibe más que un pequeño río que baja del volcán Calbuco, mientras que el Maullín, cuando sale, tiene ya un caudal de agua considerable: esta particularidad depende de la naturaleza de las montañas que rodean este lago. Los volcanes Osorno y Calbuco, formados enteramente de escorias y de lava muy porosas, dejan pasar toda el agua que proviene de las lluvias o del derretimiento de las nieves y ésta, después de haberse infiltrado en la tierra, se detiene en las capas impermeables que forman el fondo del lago Llanquihue. Al salir del lago, el Maullín se dirige hacia el suroeste, describiendo numerosas curvas y desagua en el mar bajo el grado 41°36'. Aunque el curso de este río sea poco extenso, pues sólo tiene 88 kilómetros y recibe un número considerable de afluentes que nacen en los frondosos bosques que cubren casi toda la extensión de esta hoya. El más notable es el río Negro, que nace en el costado oeste del volcán Calbuco y se echa en el Maullín 16 kilómetros más abajo del punto en que éste sale del lago Llanquihue; el río Quenué, que se junta con él cerca del desagüe y tiene su origen hacia el extremo sur de la cordillera Marítima. El Maullín recibe aun el río Puelpún, al de Mulapulín, al del Peñol, al de Chilca y al río San Pedro Nolasco, riachuelos que nacen en las mesetas que se elevan al este de Carelmapu.

El Maullín, desde su desembocadura hasta una distancia bastante grande, forma un ancho canal donde pueden navegar embarcaciones mayores; pudiera subirse por él hasta el lago Llanquihue, por no ser el declive más que de 0,4 por 1.000, pero un poco antes de llegar a este lago hay un salto de agua de algunos metros; y, sin embargo, este salto sería fácil de evitar por medio de un pequeño canal lateral.

#### HOYA DEL RELONCAVÍ

Cerca de la entrada del golfo de Reloncaví, bajo el grado 41°45', existe un gran canal que se extiende hacia el este, al cual van a desaguar varios ríos que bajan de los Andes, cuyo curso es aún poco conocido; sólo el río Petrohué ha sido explorado en una cierta extensión. Este río sale del lago de Todos los Santos situado al este del de Llanquihue, del cual no está separado más que por el boquete que une los volcanes Osorno y Calbuco.

El lago Todos los Santos se extiende del oeste al este por un espacio de 24 kilómetros; está alimentado por los torrentes que bajan del Puntiaugudo, Techado y Tronador. El río Petrohué sale de allí hacia el extremo occidental y se dirige casi directamente hacia el sur, siguiendo un valle situado al este del volcán Calbuco. Todo induce a creer que en una época que no debe ser muy remota, las aguas que hoy día forman el Maullín se esparcían por este valle y la corriente de lava que ha bajado sobre la falda sur del volcán Osorno, es la que les ha obligado a tomar su curso hacia el oeste, entonces es cuando se cree que se formó el lago Llanquihue y los pantanos que le rodean. El Maullín mismo no tiene álveo determinado, pues se extiende por el suelo del bosque y no empieza a reunir sus aguas sino desde el salto por el cual pasa desde la meseta que soporta el lago Llanquihue, al valle del río Negro.

Otro gran río cuyo curso es apenas conocido, es decir, el río Puelo, desagua también en el canal de Reloncaví. Es muy probable que este río nazca en la falda sur de la montaña llamada Tronador y que reúne las aguas de la parte de los Andes que se extiende desde esta montaña y el Yanteles.

Tal es la última de las grandes hoyas hidrográficas de Chile: al sur del golfo de Reloncaví el mar va a bañar la base de los Andes, y recibe los torrentes que bajan de él, antes que hayan podido reunirse para formar grandes ríos. En cuanto a las que existen al este de esta cordillera no se conoce aún enteramente su curso; el único que ha sido objeto de algunas exploraciones es el río Negro que desagua en el Atlántico bajo el grado  $39^{\circ}45'$  y tiene uno de sus principales brazos que parece salir del lago Nahuelhuapi situado al este de la parte de los Andes que se extiende entre el Tronador y el volcán de Lajara.

Independientemente de estos grandes ríos que nacen todos en la cordillera de los Andes, Chile posee todavía cierto número de corrientes de agua cuyo origen está a veces en la vertiente occidental de la cordillera Marítima y otras en los últimos contrafuertes de los Andes.

Estos ríos, únicamente alimentados por las aguas lluvia, empiezan a aparecer bajo el grado 32: algunos hay que existen más hacia el norte, pero sus aguas no llegan nunca hasta el mar. El río más notable de éstos es el Chingoles, que tiene su origen en la base del Alto de Peralta, en el norte de la provincia de Coquimbo; corre entre montañas hasta la entrada del valle longitudinal, donde sus aguas, ya considerablemente disminuidas por la evaporación, se pierden en las arenas que forman el fondo del valle de los Choros, reapareciendo después bajo forma de manantiales, a corta distancia del mar, cerca del pueblo llamado Choros Bajos.

El primer río que merece este nombre es el Conchalí, que tiene su origen en las montañas de Tilama, desde allí se dirige hacia el oeste, atravesando las haciendas de Pupido y de las Vacas; desagua en un laguito situado en la orilla del mar, bajo el grado  $31^{\circ}34'$ . Durante los meses de enero y febrero el río Conchalí queda reducido a un chorro de agua.

Avanzando hacia el sur se halla otro pequeño río llamado Quilimarí que tiene su origen en las montañas al oeste de Tilama y desagua en la pequeña bahía de Pichidanguí. Después se halla el río Petorca y el río Ligua, que se juntan un poco

antes de entrar en el mar. Estos dos ríos corren paralelamente uno a otro separados solamente por una pequeña cordillera de montañas que se desprende de los Andes. El primero tiene su origen en las montañas de la hacienda Sobrante, un poco al oeste del boquete de los Piuquenes; desde allí se dirige poco más o menos al oeste hasta la ciudad de Petorca, donde se inclina hacia el suroeste y pasa por Hierro Viejo y Pedehue, recibiendo allí el río de las Palmas, pequeña corriente de agua que viene de las montañas al este de Tilama; continúa luego corriendo aun al suroeste, en un espacio de ocho a nueve kilómetros, dirigiéndose luego al noroeste hasta Longotoma, donde se inclina de nuevo hacia el sur para juntarse al río Ligua.

El río Ligua se forma por la reunión de muchas corrientes de agua que bajan del cerro del Cuzco y de las montañas de Elepirco; pasa por Alicahue, la Higuera y San Lorenzo. Un poco más abajo de este último punto recibe el río de los Ángeles que tiene su origen en las montañas del Arrayán y de Curichilonco; luego se dirige hacia La Ligua, Puyayi, y vuelve a subir un poco hacia el norte para juntarse con el río Petorca y desaguar en el mar bajo el grado 32°23'.

La única corriente de agua de alguna importancia que se encuentra antes de llegar al grado 33 es el pequeño río de Quilpué; tiene su origen en la vertiente occidental de la cordillera Marítima, en las montañas de Marga Marga desde donde se dirige hacia el noroeste pasando por Quilpué, Viña del Mar para a formar un pequeño lago cerca de la playa.

Bajo el grado 33°26' algo más abajo de las casas de Tunquén, desemboca el pequeño río de Casablanca que tiene su origen en las montañas de la Vinilla y de Tapihue, desde donde se dirige poco más o menos hacia el oeste pasando por las villas de Casablanca y de Las Dichas.

Un poco al sur del Maipo se encuentra el Yali, río pequeño que tiene su origen en las montañas de Tantahue, pasa por San Pedro y Bucalemu y va a desaguar en el lago salado de Santo Domingo.

Bajo el grado 34°6' se halla el pequeño río de Topocalma, que parte del sureste donde nace de las alturas de Petrel; luego el río de Nilahue, otra corriente de agua algo más importante que parte de las montañas de Cahuil. Este pequeño río corre, en un principio, hacia el norte siguiendo un valle paralelo a la costa y recibe sucesivamente los riachuelos de las Palmas, de Lolol y de Pumanque. Un poco más abajo de Peña Blanca gira al oeste y desagua en el mar bajo el grado 34°29'.

Desde la desembocadura del río Nilahue hasta la del Maule, no se encuentran más que corrientes de agua sin importancia; la única que merece citarse es el río Huenchullami, que tiene su origen hacia el oeste de Talca en las montañas de Libun y desde allí se dirige al mar donde se pierde en un pequeño lago un poco al sur de las casas de Quivolgo.

Entre el Maule y el Itata se encuentra un gran número de pequeños ríos, que, excepto el Loanco y el Reloca, nacen todos en la vertiente occidental de la cordillera Marítima. El río Loanco tiene su origen al norte de la montaña de Name, cerca del pueblo de Empedrado, cuyo nombre lleva desde un comienzo; se dirige hacia el oeste, pasa por Gualamavide y va a desaguar en el mar un poco al sur de Parral. El río Reloca, que se halla después, procede de las mismas montañas y si-

que la misma dirección hasta la Greda, donde se inclina hacia el sur para desaguar en el mar bajo el grado 35°41'. Después se encuentra sucesivamente el arroyo Punchemo, el río Chanco, el Rahue, el Pejuco, el Curanipe, el arroyo de Gómez, el Huechupureo, los ríos de Cobquecura y el Comullao, pequeñas corrientes de agua que nacen todas en la vertiente occidental de la cordillera Marítima.

El espacio comprendido entre el Itata y el Biobío, incluye dos pequeños ríos, el Rafael y el Andalién. El río Rafael tiene su origen en la meseta granítica que se extiende al oeste de la montaña de Cayumanque; se dirige hacia el noroeste describiendo numerosas curvas y va a desaguar en el mar bajo el grado 36°28'. El río Andalién se forma por la reunión de dos brazos principales, uno de los cuales nace en la meseta de la Florida y el otro procede de las montañas de Collico; corre hacia el oeste hasta cerca de Concepción, dirigiéndose luego al norte para desaguar en la bahía de Talcahuano.

Al sur del Biobío, tienen más importancia los ríos que se forman en la cordillera Marítima; hay algunos que son bastante grandes para que embarcaciones menores puedan navegar por ellos hasta cierta distancia. Antes de llegar a la bahía de Arauco se encuentra, en primer lugar, al pequeño río de Colcura, luego al Chihuillico y al Laraquete, pequeñas corrientes de agua que nacen, a corta distancia del mar. Cerca de la ciudad de Arauco va a desaguar el Carampangue, río bastante considerable, formado por la reunión de otras dos corrientes de agua de las cuales una tiene su origen en las montañas situadas al oeste de Santa Juana, corre en un principio al sur, luego al oeste, donde atraviesa la cordillera Marítima por una profunda quebrada que pasa por la base de la montaña de las Tres Cruces y se junta con el otro brazo a unos seis kilómetros más arriba de la ciudad de Arauco. Este último sube, al principio, hacia el sur siguiendo el valle de Arauco; luego gira al este hasta la base del cerro de Piedra, donde tiene su origen. El río Carampangue tiene bastante profundidad en su desembocadura y las mareas se dejan sentir a una distancia de doce o quince kilómetros, lo cual permite a las embarcaciones menores, navegar por el río hasta esta distancia. Al oeste de Arauco va a desembocar aun el río Tubul, que procede del sur y tiene su origen bajo el grado 37°25'.

Siguiendo la costa se encuentra también el pequeño río de Quiapo, luego el de Ranquil y por último el Lebu que desemboca en el mar bajo el grado 37°36'. El Lebu es un río bastante grande que nace en las montañas de Nahuelbuta, donde se forma por la reunión de muchas corrientes de agua, siendo las principales las de Curanilahue y de Pilpilco; desde el punto de su reunión se dirige al oeste hasta el mar. El Lebu es navegable hasta una cierta altura, y los depósitos de hulla que se explotan en las cercanías dan gran importancia a su navegación.

La parte de la costa que se extiende entre el Lebu y el Cautín, presenta un gran número de pequeños ríos; sucesivamente se hallan el Curaco, el Chanquian, el Llinco, el Pitacuicui, el Panqueco y el Paicaví; este último es el más importante y uno de sus brazos tiene su origen en el norte de Tucapel en las montañas de Nahuelbuta, pasando, después, cerca de Cañete; el otro sale del lago Lanalhue cerca del cual se junta con el brazo de Tucapel, y después de haber descrito una curva que le rechaza hacia el norte, desagua el Paicaví en el mar bajo el grado 37°59'.



Eug. Ciceri lith.

Ing. Darrouzet &amp; Faria

## INTERIOR DEL CRÁTER DEL VOLCAN DE ANTUCO EN 1869.

1 Scories decomposées, 2 Scories chlorurees.

Interior del cráter del volcán de Antuco en el año 1869.

1. Escorias rojas y descompuestas por la acción del cloro. 2. Escorias amarillas descompuestas y penetradas de cloruro de hierro.



Al sur del Paicaví se encuentra todavía el Curanilahue, el Lepin, el río de Quídico y el Tirúa; todos estos ríos corren hacia el oeste, describiendo numerosas curvas y tienen su origen en las mesetas que forman la prolongación de la cordillera Marítima.

Los ríos que se encuentran entre el Cautín y el Toltén tienen poca importancia. Éstos son el Budi, que sale del lago de Coleven, situado cerca de la costa, un poco al sur, bajo el grado  $38^{\circ}50'$ ; el río Chile, que sale también de otro lago y desemboca un poco más abajo del grado 39; el Rucacura y el Yeneyenchico que desaguan en el mar a poca distancia uno de otro, entre los grados  $39^{\circ}8'$  y  $39^{\circ}10'$ .

Desde el desagüe del Toltén hasta la bahía de Valdivia no hay más que tres pequeños ríos, esto es, el río de Queule que corre hacia el sur entre los grados  $38^{\circ}10'$  y  $38^{\circ}25'$  donde desagua en la pequeña ensenada de Queule; el río Lingue que corre al oeste y desemboca en el mar un poco más arriba de la punta de Maiquillo y el río Mehuín, que tiene su origen en las montañas de las Tres Cruces y va a desaguar al puerto de Chanchán.

Finalmente, desde la bahía de Valdivia hasta el canal de Chacao, que separa la tierra Firrué de la isla de Chiloé, no se encuentran más que corrientes de agua sin importancia, es decir, riachuelos que bajan de las últimas montañas de la cordillera Marítima.



**SEGUNDA PARTE**  
**GEOGRAFÍA BOTÁNICA**



## GEOGRAFÍA BOTÁNICA

Separado Chile del resto de América por las cimas heladas de los Andes y las llanuras no menos áridas del desierto de Atacama, forma como un pequeño mundo aparte, poseyendo en propiedad todos sus animales y vegetales. La gran variedad de sus climas reúne allí los tipos más opuestos; las plantas polares hallan cerca de sus cimas nevadas las condiciones necesarias para su desarrollo, mientras que los vegetales de las regiones tropicales aparecen en los llanos y orillas del mar. Con estas condiciones nada tiene, pues, de extraño encontrar allí un número tan considerable de especies vegetales: en efecto, los que se conocen hasta hoy, sin contar los vegetales de un orden inferior, tales como los musgos, hongos, líquenes, llegan al número de 2.770, repartidos en 130 familias diferentes, lo cual es más de la mitad del número de las familias actualmente conocidas. No hay que admirarse, en vista de esto, de la gran variedad de aspectos, que la vegetación presenta en Chile; y si se busca la proporción en que cada familia contribuye a esta variedad, se ve, desde luego, que las compuestas ocupan el primer lugar, pues esta familia está representada por más de 600 especies; vienen después las leguminosas y las gramíneas, cuyas especies ascienden a 207 y 178; luego los helechos, que están representados por 90 especies, las escrofularias por 81, las ombelíferas por 79, las ciperáceas por 75, las crucíferas por 73, etc., pero estos guarismos solos no darían sino una idea muy imperfecta del modo con que los vegetales se reparten el suelo. Algunas familias, muy numerosas, quedan desapercibidas, mientras que otras que comprenden un corto número de especies ocupan vastas superficies y son las que imprimen a la vegetación de Chile su verdadero carácter. Los vegetales arborescentes, aunque representados por un número bastante corto de especies, son los que ocupan mayor espacio, y desde el estrecho de Magallanes hasta bajo el grado 34 forman espesos bosques, que, en ciertas partes, ocupan todo lo ancho de Chile, como se ve entre los grados 39 y 42. Un poco más hacia el norte se divide este inmenso bosque en dos ramas separadas por el valle longitudinal, una de las cuales sigue la cordillera Marítima y se extiende hasta el grado 35, y la otra, cubriendo la vertiente occidental de los Andes, avanza un poco más hacia el norte y llega muy cerca del grado 34. Más allá de este límite se hallan aún algunas

partes arboladas, pero desde que se pasa el grado 32 no se encuentran ya más que algunos árboles aislados y sólo los arbustos y plantas herbáceas cubren la tierra; finalmente, más allá del grado 27 la vegetación se halla confinada en la vertiente oeste de la cordillera Marítima y en las partes elevadas de los Andes; los llanos que separan estas dos cadenas de montes, se hallan casi desprovistos de vegetales.

Los árboles que forman las selvas de Chile pertenecen a un número bastante grande de familias diferentes, comprendiendo 69 especies que se sustituyen unas a otras según las diversas latitudes. Cerca de la extremidad austral<sup>6</sup> el *Fagus antarctica*, el *Fagus betuloides*, el *Drimys wintermi*, algunas proteáceas y coníferas, forman la esencia de los bosques: el número de las especies aumenta más y más a medida que se avanza hacia el norte, siendo en las provincias de Valdivia y de Llanquihue donde los bosques llegan a su mayor esplendor y los vegetales a su mayor desarrollo, favorecidos por una temperatura suave y por continuas lluvias; los árboles, apretados allí, unos con otros, se elevan verticalmente y extienden sus ramas a una gran altura, hasta donde pueden recibir la luz necesaria para su desarrollo. Debajo de este vasto techo de hojas, donde nunca penetran los rayos del Sol, reinan una temperatura igual y una humedad constante; allí es también donde crecen las plantas más delicadas, plantas que no podrían resistir a la acción directa del Sol. En este suelo, enteramente formado de despojos vegetales, se extienden los musgos, los licopodos, los hepáticos, y el *Sarmienta repens* enlaza con sus tallos carnosos los árboles caídos de vejez sobre los cuales ostenta sus brillantes flores escarlata. Desde en medio de estos mismos árboles derribados salen aún los helechos más hermosos, el *Alsophila pruinata*, especie arborescente cuyas hojas llegan a veces a tener tres metros de largo. Algunas plantas más ansiosas de luz atan sus tallos sueltos al tronco de los grandes árboles, y se extienden por sus ramas desde las cuales dejan caer sus hermosas flores de color de púrpura; tal es el *copihue* o *Lapageria*. En las partes menos umbrosas se cubre el suelo de algunos arbustos como *berberis*, *vacinias* (gaulteria), algunas proteáceas; el *Mitraria coccinea* se adhiere a la corteza de los árboles haciendo brillar sus encarnadas florecillas en medio de los musgos. También allí es donde se halla el *philesia*, notable por la ligereza de sus hojas y la belleza de sus flores. Finalmente, en los bordes de los espacios claros de los bosques, una bambusácea trepadora, la *Chusquea quila*, ocupa todo el espacio libre y forma un matorral impenetrable, como si estuviese destinada a preservar el bosque de los ataques de los vientos y animales.

Tal es el aspecto general de la vegetación arborescente en las provincias del sur. Las numerosas especies que contribuyen a formarla se distinguen a la vez por la variedad de su porte y de sus hojas; las coníferas están representadas por las taxíneas, las cupresíneas y las abietíneas. Las taxíneas comprenden cuatro especies notables por el tamaño de sus hojas y por sus ramas inclinadas que recuerdan las del sauce llorón; son muy abundantes en el sur, pero desaparecen un poco antes de llegar al grado 36. Las cupresíneas comprenden la *Fitzroyea* que no pasa mucho más allá del grado 40, el *Saxo gothea*, confinado aún más al sur, el *Libocedrus tetra-*

---

<sup>6</sup> PL. XXIII.

*gona*, encerrado entre los grados 41 y 42, y el *Libocedrus chilensis* que llega hasta el grado 34, hallándosele aun en el valle de Los Cipreses, donde crece hasta una altura de 1.500 metros. Las abietíneas no figuran aquí más que por una sola especie, la *Araucaria imbricata*. Encerrado este árbol entre estrechos límites (37° y 39°), se le encuentra, sobre todo, en las selvas de la cordillera Marítima, ocupando las partes más elevadas. Las proteáceas con su porte singular, con sus espesas y lustrosas hojas, se desarrollan en parajes menos umbrosos; donde más abundan es en las selvas del sur y están representadas por los géneros *Lomatia*, *Embotrium* y *Guevina*. La *Lomatia oblicua* se encuentra desde el grado 34 hasta el estrecho de Magallanes: es la especie mayor, pues se hallan muchas veces en las selvas de la provincia de Llanquihue, árboles que tienen cerca de un metro de diámetro. El *Embotrium coccineum* se halla casi en el mismo espacio y, aunque es menos elevado que el precedente se hace notar por sus hermosas flores de un encarnado purpurino. En las provincias de Valdivia y de Llanquihue se encuentra la *Lomatia ferruginea*, árbol de poca elevación, pero notable por sus hojas pennadas cuya forma recuerda la de los helechos: pero de todas estas especies, la que más llama la atención es la *Guevina avellana*, árbol de mediana altura que crece en los parajes umbrosos y cuyo tronco delgado y tortuoso tiene grandes hojas pennadas; a sus flores blancas suceden hermosos racimos de frutos, encarnados en un principio, luego purpurinos y casi negros en el estado de madurez. Estos frutos son comestibles y conocidos en el país con el nombre de avellanas. La guevina empieza a aparecer cerca del grado 36 y no pasa mucho más allá del 40.

Las coníferas y las proteáceas crecen entremezcladas con los demás árboles. Hay que exceptuar, sin embargo, la *Araucaria imbricata*, que ocupa sólo las cimas elevadas, pero los árboles esencialmente sociables, los que ocupan por sí solos anchurosas superficies, pertenecen al género *fagus*. Dos especies de *fagus*, el *antarctica* y el *betuloides*, crecen en las tierras de Magallanes, extendiéndose desde allí hasta el grado 40. La especie más hermosa, el *Fagus dombeyi*, cuyo porte recuerda el del haya, se empieza a hallar en las selvas que rodean el golfo de Reloncaví, llegando a su mayor desarrollo entre los grados 37 y 39, sin pasar del 35. Está reemplazado al norte por el roble (*Fagus obliqua*), que llega hasta el grado 33; por último, en las altas montañas y cerca del límite de las nieves se encuentra el *Fagus pumilio* y el *Fagus alpina*.

Otras dos familias se hallan aún ampliamente representadas en las selvas del sur de Chile; tales son las lauríneas y las mirtáceas. Las lauríneas forman allí grandes y hermosos árboles; el *Criptocaria berteriana* y el *Adenostemum nitidum* se presentan principalmente en las provincias de Valdivia y de Llanquihue, mientras que la *Criptocaria peumus* y el *Persea linguae* se extienden hasta el grado 34; finalmente, el *Bellota miersii* se halla confinado en el norte, donde forma unos bosquecillos en las cercanías de la costa entre los grados 32 y 34.

Las mirtáceas, que son aún más numerosas que las lauríneas, crecen con preferencia en los lugares húmedos y en la orilla de las corrientes de agua, ora formando árbolillos ora árboles de bastante elevación. Las especies de alta estatura crecen, sobre todo, en las provincias del sur, notándose el *Myrtus uni*, el *Myrtus molina*, la

*Eugenia guayana* y la *Eugenia temu*; este último arbusto es el más alto y su tronco revestido de una hermosa corteza roja llega a tener hasta cerca de treinta centímetros, produciendo un hermosísimo efecto en medio de los sombríos matices de la selva. Las demás especies, en número de 28, son de corta elevación, se adelantan más hacia el norte y se hallan aun algunas bajo el grado 31.

Otros dos árboles que prosperan igualmente en los parajes húmedos, notables por la belleza de sus hojas plateadas, pertenecen a la familia de las magnoliáceas y son el *Drimys chilensis* y el *Drimys vinteri*. Este último se cría en las tierras magallánicas, mientras que el primero se encuentra desde la provincia de Valdivia hasta en la de Aconcagua.

La familia de las tiliáceas figura aún por tres especies notables; el *Crinodendrum cordifolium*, que se cría en los bosques al sur de Valdivia; la *Tricuspidaria dependens*, que ocupa las partes húmedas de las provincias medianas y, finalmente, la *Aristotelia maqui*, arbolillo, que da frutos comestibles.

Las demás familias no tienen más que un corto número de representantes, aunque algunas, sin embargo, se hacen notar por las grandes proporciones a que llegan. La *Veinmania trichosperma* que representa allí las saxifrágeas, es un árbol que llega a tener grandes dimensiones. Las eucryfiáceas figuran por una sola especie, la *Eucryfia cordifolia* muy común en la provincia de Valdivia, donde se distingue de los demás árboles por sus grandes flores de un blanco ligeramente rosado; finalmente las xantoxylleas, las araliáceas, las bixáceas y las euforbiáceas figuran aún por una o dos especies, y las cenotéreas por el género *fuchsia* que deja colgar encima de las aguas sus hermosas campanillas de púrpura.

Desde que se pasa más allá del grado 35 toma otro aspecto la vegetación de Chile; casi todas las especies que formaban las selvas del sur desaparecen y son reemplazadas por árboles menos elevados, que casi todos pertenecen a familias diferentes, y se entra en la región donde dominan las leguminosas y las compuestas. La primera de estas familias está principalmente representada por los géneros *prosopis*, *acacia*, *adessmia* y *cassia*. Entre los grados 34 y 33 formaba, en otro tiempo, el *Prosopis siliquastrum* (algarrobo), bosques bastante grandes que han desaparecido casi enteramente. Este hermoso árbol, del cual no se encuentran hoy día más que algunos individuos aislados, se presenta hasta bajo el grado 27. El *Acacia caven* (espino) cubre aún hoy día espacios de terreno bastante grande al sur de Santiago; es un árbol de mediano tamaño, muy lento en crecer y notable por la dureza de su madera. El género *cassia* no figura más que por unos arbustos de poca elevación, pues el que alcanza mayores dimensiones es la *Casia emarginata* que crece en las colinas de las provincias centrales. El género *adessmia* está representado por un número considerable de especies que forman, casi siempre, unos arbolillos pequeños. El más alto, que llega a veces a tres o cuatro metros, es la *Adessmia arbórea* que crece desde el grado 32 hasta el 28, donde cubre muchas veces espacios bastante considerables. La familia de las compuestas figura por 28 especies de arbolillos o arbustos, de los cuales los más notables pertenecen al género *baccaris*; estos arbolillos con sus hojas resinosas crecen en los sitios más áridos y algunas especies se elevan hasta tres metros. Viven, como las adesmias, en sociedad, y se extienden

por vastas superficies. Las demás especies pertenecen, sobre todo, a los géneros *gochnalia*, *ciclolepis*, *proustia*, *eucelia* y *euscenia*. Las especies que realmente forman la vegetación arborescente se hallan repartidas en un número bastante grande de familias. En el valle longitudinal y la cordillera Marítima se encuentra el *Fagus obliqua*, que, como se ha dicho ya, se extiende hasta el grado 33 las monimiáceas figuran por dos especies notables, el *Boldoa fragrans*, árbol de mediana magnitud, cuya corteza es muy aromática y la *Laurellia aromatica* que produce una excelente madera de carpintería. La familia de las celastráceas da también un hermoso árbol, el *Maitenes chilensis*, notable por la elegancia de sus hojas; pero el árbol más hermoso de esta región pertenece a la familia de las rosáceas y es la *Quillaja saponaria*, cuya corteza contiene un principio emulsivo y se la emplea, hace mucho tiempo, para reemplazar el jabón. Este árbol, siempre verde, llega a tener grandes dimensiones y avanza hacia el norte hasta el grado 31, donde se presenta en bosquecillos esparcidos por los últimos contrafuertes de la cordillera de los Andes. Otros dos árboles de la familia de las anacardiáceas, aparecen igualmente en el norte de Chile; uno es el *Litrea venenosa*, especie particular de Chile, que se encuentra hasta llegar al grado 31; el otro es el *Litraea mollis*, muy común en las provincias de Aconcagua, de Coquimbo y Atacama, y que se halla aún mucho más al norte, en Perú y Bolivia. En Chile no se cría más que una sola familia de las palmeras, especie muy notable por sus grandes dimensiones, cuyo estípite tiene muchas veces más de un metro de diámetro y se eleva a gran altura. Esta palmera es muy lenta en crecer y resiste a temperaturas bastante bajas; la hemos hallado a 1.200 metros de altura en regiones donde permanece la nieve durante muchos meses del año y donde desciende la temperatura a muchos grados bajo cero. Esta hermosa especie se presenta únicamente en los terrenos graníticos y en la vertiente occidental de la cordillera marítima desde el grado 32 hasta el 35. Antiguamente era muy común, pero va desapareciendo poco a poco, porque cada año se arranca una gran cantidad de éstas palmeras para extraer el azúcar que contiene su savia y hoy día no se hallan más que individuos aislados en vez de los numerosos bosquecillos que formaban en otro tiempo; los únicos parajes donde se presentan con alguna abundancia son la hacienda de Ocoa en el departamento de Quillota, y la de Cocalán en la provincia de Santiago.

Al aproximarse al desierto de Atacama, en aquellas regiones donde las lluvias casi nunca humedecen la tierra, la vegetación cambia aun de aspecto, los árboles desaparecen enteramente, las mismas plantas herbáceas se vuelven raras y estas tierras áridas no se hallan cubiertas más que por pequeños arbustos de raíces profundas y tallos esparcidos por el suelo. Los dos últimos árboles que se encuentran son el algarrobo (*Prosopis siliquastrum*) y el chañar (*Gourliea chilensis*); este último crece hasta llegar al grado 27 y no pasa más allá del 31 en el sur. Las *baccaris* y las *adesmias* forman la mayor parte de la vegetación. Otra leguminosa muy notable por la gran cantidad de tanino que contienen sus vainas, es el *Balsamocarpon brevifolium*, que se cría entre los grados 31 y 27. Tres especies de la familia de las zigofíleas, la *Porliera higrométrica*, la *Bulnesia chilensis* y la *Pintoa chilensis*, caracterizan también la vegetación de las provincias del norte; el porliera empieza a presentarse en la

provincia de Santiago y se extiende a las de Aconcagua y Coquimbo. Al norte del grado 29 está reemplazada por la *bulnesia* y *pintoa*, y allí es también donde se halla una borragínea frutescente, el *Cordia decandra*, conocido en el país con el nombre de carbón y cuyas cepas suministran una madeja muy dura y de un negro muy hermoso.

Al norte del grado 35 la vegetación de la costa toma también un carácter especial que la aleja a la vez de la de las selvas y de las regiones andinas. Allí es donde principalmente crecen las cáctaceas y las bromeliáceas. Las cáctaceas no aparecen casi hasta llegar al grado 34 y están principalmente representadas por el género *cereus* dos de cuyas especies, el *Cereus quiscoy* y el *Cereus chilensis*, se extienden sobre las arenas y las rocas. Las bromeliáceas llegan mucho más al sur, cerca del grado 40, se encuentra aún la *Bromelia bicolor* y la *Bromelia sphaclata*; estas especies no pasan más allá del grado 36 y son reemplazadas, en el norte, por la *Puya coarctata*. Allí se encuentran también algunas especies de *tillandsia*, entre otras la *Tillandsia usneoides*, que se adhiere a las ramas de los árboles formando largas cabelleras. Estas especies se hallan asociadas a otros muchos vegetales herbáceos o subfrutescentes, entre los cuales las frankeniáceas, las portuláceas, las paroniquieas, las nolanáceas, las chenopódeas y las lobeliáceas ocupan un gran lugar.

Las frankeniáceas dominan en el norte, y están representadas por tres especies, la *Frankenia erecta*, la *Frankenia micracantha* y la *Frankenia chilensis*. Las nolanáceas ocupan las llanuras arenosas de las provincias de Coquimbo y de Atacama, donde se encuentra la *Nolano prostata*, la *Sorena paradoxa*, la *Doria vermiculata* y la *Alona glandulosa*. Las chenopódeas están representadas por la *Salicomia peruviana* y la *Sal-sola vermicularis*; estas plantas cubren las arenas y las rocas más próximas al mar. Finalmente, la *Tetragonia expansa* y el *Mesembriantemum chilense*, forman allí también largas manchas de verdor que se extienden por encima de las arenas. Las lobeliáceas están representadas por el género *tupa* del que se encuentran cuatro especies, la *Tupa fenillii*, la *Tupa berterii*, la *Tupa mucronata* y la *Tupa purpurea*. A medida que se aleja del mar, se ven aparecer algunas nuevas especies, siendo una de las más notables el *Oxalis gigantea* que se cría en la provincia de Coquimbo; sus largos tallos negros y casi enteramente desprovistos de hojas, dan un aspecto singular a esta parte de la costa: llegan a unos dos metros de altura y los espacios que cubren parece que han sido incendiados. Una compuesta, el *Chuquiragua acicularis*, forma allí espesuras de arbustos espinosos que se distinguen por sus hermosas flores de un amarillo dorado; la *Ephedra andina*, única especie de la familia de las gnetaccas que se hallan en Chile, abunda también en esta región, donde se distingue por sus frutos rojos y sus tallos desprovistos de hojas; finalmente, un fuchsia, la *Fuchsia espinosa*, se presenta aun en estos terrenos que casi sólo están humedecidos por las nieblas del mar.

A partir del grado 30, se ve a la vegetación abandonar poco a poco la parte mediana de Chile y concentrarse en el este y el oeste de esta última parte: las nieblas que se forman cerca de la costa suministran a las plantas la poca humedad que necesitan y entretienen la vegetación que acabamos de describir. En los Andes llenan este objeto algunas raras tempestades y las nieves que se conservan en va-

rias cumbres; pero a causa de la rarefacción del aire y de las grandes variaciones de la temperatura, no pueden vivir allí las mismas especies; así es que la región de los Andes, tiene, como la costa, su vegetación aparte. Los últimos árboles que se encuentran no pasan en el norte de una altitud de 2.000 metros y pertenecen a los géneros *colletia*, *escallonia* y *salix*; se crían cerca de los torrentes o en las cercanías de los manantiales. Los arbustos se extienden mucho más arriba y llegan hasta 5.000 metros, formando espesuras apretadas y las hojas generalmente duras y pequeñas se desarrollan solamente en la extremidad de las ramas, donde hacen una especie de manto que protege el resto de la planta contra las interperies. Estos arbustos disminuyen de altura a medida que uno se eleva y se extienden por el suelo formando pequeñas placas de verdor, hermoideas muchas veces por las flores más vistosas: entre 4.000 y 5.000 metros, llegan apenas estos arbustos a algunos centímetros de altura. Toda la vida de estos vegetales parece concentrada en las raíces que llegan a tener dimensiones enormes; en su tallo no hay sino pequeñas hojas y el papel que representan parece ser bastante secundario y en relación con el poco tiempo en que puede recibir directamente el calor y la luz del Sol. Las plantas herbáceas están igualmente resguardadas de los grandes cambios de temperatura y sus hojas están cubiertas de una espesa borra o imbricadas y apretadas unas con otras.

La vegetación andina presenta aun un gran número de especies repartidas en unas treinta familias y hasta hay algunas de ellas que parece que no pueden vivir sino en estas regiones desamparadas. Las leguminosas están principalmente representadas por los géneros *adesmia*, *genista*, *phaca*. El primero cuenta seis especies, la *Adesmia subterranea*, la *Adesmia obcordata*, la *Adesmia trijuga*, la *Adesmia pinifolia*, la *Adesmia uspalatensis* y la *Adesmia horrida*. Esta última debe su nombre a las numerosas espinas con que está herizada. La *Adesmia trijuga* es la especie que llega a mayor altura y se la encuentra entre 4.000 y 5.000 metros, donde excede muchas veces los límites de las nieves permanentes, poniéndose al abrigo en las hendiduras de las rocas. El género *genista* no cuenta más que dos especies que rara vez exceden la altura de tres mil metros; estos géneros son el *Genista andicola* y el *Genista junipera*. El género *phaca*, conocido en el país con el nombre de tembladerilla, comprende cuatro especies que son la *Phaca grata*, la *Phaca pulchella*, la *Phaca striata* y la *Phaca elata*, que se crían igualmente entre 2.000 y 3.000 metros.

Las compuestas son aún más numerosas, pues cuentan más de veinte géneros, entre los cuales las nassauvies, las chuquiraguas, las aldunáteas, las egañas ofrecen las especies más notables. Las chuquiraguas pertenecen principalmente a las provincias del norte, donde crecen aún a 4.000 metros de altura; las especies son las mismas que las que crecen cerca de la costa que hemos citado ya. Las nassauvies, las aldunateas, las egañas, no aparecen sino más al sur, entre los grados 30 y 35, cerca del límite de las nieves, es decir, entre 3.000 y 4.000 metros. Las nassauvies se distinguen sobre todo por la belleza de su forma: el tallo enteramente cubierto de hojas imbricadas se extiende en su extremidad en forma de un hermoso rosetón, en medio del cual se abren las flores.

La familia de las ombelíferas ofrece plantas de un aspecto singular; son unos arbustos cuyos tallos, de uno a dos decímetros de altura, están de tal modo apreta-

dos unos a otros que no forman más que una sola masa, y las hojas duras y lustrosas que se desarrollan en su extremidad, tapan enteramente el tallo y se parecen a una capa de musgo que se extiende sobre las rocas. Estas plantas extrañas constituyen el género *llaretia*; no se las encuentra casi más que hacia el límite de las nieves y crecen aún a 5.000 metros. Son igualmente plantas del norte; se las encuentra en cantidad en las provincias de Atacama y de Coquimbo y desaparecen cerca del grado 34. A una altura algo inferior se hallan muchas especies que se refieren a los géneros *azorella* y *mulinum*.

Las verbenáceas habitan también esas altas regiones; la *Verbena radicans* forma, entre 4.000 y 5.000 metros, pequeñas placas de verdor en las cuales brillan unas florecillas de un color rosa pálido; la *Verbena erinacea* y la *Verbena juniperoides* crecen un poco más abajo; finalmente la *Festuca acantophylla* y la *Gentiana multicaulis* vienen a completar la vegetación de estas altas cimas.

En las regiones que no pasan más allá de 3.500 metros es mucho más variada la vegetación, los arbustos están más desarrollados y las plantas herbáceas aparecen en mayor cantidad. Las leguminosas y las compuestas representadas por los mismos géneros, ocupan aun un gran espacio y la verbena cespitosa con sus hermosas flores azules, la *Verbena aphylla*, la *Verbena scoparia*, reemplazan allí las especies de las altas cimas. Allí es también donde crecen con preferencia las *calceolarias* y las *esquisanteas*; las *calandrinia* se extienden por el suelo, que cubren con sus hermosas flores purpúreas, mientras que la *Cajophora coronata* ostenta sus hermosas flores blancas en medio de las rocas. El *Tropaeolum polyphyllum* deja colgar largos racimos de flores, de un hermoso color amarillo, por encima de rápidos y húmedos declives, y los *mirulus* siguen el curso de los torrentes. También allí crecen las *crucksanksia*, hermosas matas de la familia de las rubiáceas que se hallan confinadas en el norte y no pasan más allá del grado 30. Aparecen también en esta región algunos tipos de la vegetación de las costas, tales como las *ephedra* y las *fabiana*, estos últimos unos arbustos de la familia de las soláneas, que se elevan a más de un metro de altura y cuyas pequeñas hojas recuerdan las de los brezos.

A medida que se va adelantando hacia el sur se ve manifestarse grandes mudanzas en la vegetación andina; al mismo tiempo que baja el límite de las nieves y son más abundantes las lluvias, desaparecen las especies del norte y son reemplazadas por otros tipos. Las ericáceas empiezan a aparecer representadas por el *Pernetia leucocarpos* el *Gaulteria Pœpigii*, la *Gaulteria coespitosa*, notable por sus hermosos frutos de color rosa claro. Aparecen también las violetas de hojas en forma de rosetón, las bellas oxalides con grandes flores purpúreas, la *Cardamina nivalis* y la *Psychorophylla andicola*. Las adesmias y las verbenas han sido reemplazadas por los berberis o agracejos y las grosellas; al mismo tiempo aparecen varios árboles, tales como el Chacai (*Colettia doiana*), las *escallonias* que crecen a orillas de las aguas y el *Salix humboldtiana*. Finalmente, cerca del grado 36 se extienden los bosques hasta la región de las nieves, donde el *Fagus pumilio* y el *Fagus alpina* extienden por el suelo sus ramas tortuosas.

Las plantas que habitaban las regiones andinas se acercan más y más al nivel del mar; las *pernettias*, las *gaulterias* aparecen cerca de la costa, el *libocedrus chilensis*,

que en un principio no crecía sino entre 1.200 y 1.500 metros, se presenta casi en todas partes desde el mar hasta el límite de las nieves. La vegetación austral va tomando así más y más el carácter de la que habita las altas regiones de los Andes. Este hecho es semejante al que se observa en Europa donde las plantas del extremo norte se vuelven a hallar en las montañas de los Alpes; pero aquí acaba la analogía. La vegetación de Chile no se parece a ninguna otra, pues, si bien se asemeja a la de Australia por el gran número de proteáceas que pueblan sus selvas, también se aleja de ella bajo muchos otros aspectos. Difiere igualmente de la vegetación de toda la parte situada al este de los Andes; por sus cácteas y sus bromeliáceas, ofrece alguna analogía con la de Brasil, pero las orquídeas, tan comunes en este último país, faltan aquí casi enteramente y no están representadas sino por el género *chloreá*; las rubiáceas arborescentes son raras y las melastomáceas faltan absolutamente, lo mismo que las bignognáceas, las marantáceas y las begonias.

#### AGRICULTURA

Acabamos de presentar la vegetación de Chile en su estado natural, tal como ha debido presentarse a los primeros europeos que pisaron sus playas; pero, como en todas las partes del mundo, la mano del hombre ha operado, allí, grandes cambios. Los espesos bosques que ocupaban vastos espacios se han destruido para dejar el lugar a productivos cultivos: todo lo útil que había en la vegetación de las regiones más lejanas se ha introducido sucesivamente en Chile. A los raros frutos que producía el país se han agregado los de los árboles frutales de Europa y Asia; los cereales y hasta las hierbas forrajeras han ido a reemplazar las plantas que producía naturalmente el suelo. No daríamos, pues, más que una idea muy imperfecta de la vegetación actual de Chile si no tuviésemos en cuenta todos los cambios que se han operado allí. Seguiremos en esta exposición la misma marcha que para los vegetales indígenas, ocupándonos primeramente de la vegetación arborescente y después de los vegetales herbáceos.

Los árboles que suministran las maderas de construcción, en Chile, pertenecen casi todos a la familia de las coníferas o a las de las cupulíferas. En la primera se hallan el alerce (*Libocedrus tetragona*), el ciprés (*Libocedrus chilensis*) y el mañío (*Podocarpus saligna*). El alerce, que es el más antiguamente conocido, da una madera tierna, pero resistente a la humedad; sus fibras casi rectas permiten henderle en tablas muy delgadas, sin recurrir a la sierra. El ciprés da una madera más compacta y más dura, pero el árbol de éstos que reúne las mejores calidades es el mañío, que sólo se emplea de pocos años a esta parte. Las cupulíferas dan el roble (*Fagus obliqua*) y el coihue (*Fagus dombeyi*); el roble suministra la madera más dura, cuya parte central conocida con el nombre de Pellín, es ligeramente rosada y puede permanecer en el agua mucho tiempo sin alterarse. El coihue, que es el árbol que llega a tener las mayores dimensiones, da una madera más hermosa que el roble, y menos dura y parecida a la del haya. También se explota el laurel (*Laurellia aromatica*) y el lingue, cuya corteza se emplea en las tenerías, una mirtácea, la luma, que

da una madera de una dureza notable, empleada sobre todo en la construcción de carruajes, y otros varios árboles de la misma familia. Finalmente, el algarrobo (*Prosopis siliquastrum*), el litre (*Litrea venenosa*), el guayacán (*Gourliea hygrometrica*), suministran excelentes maderas de ebanistería.

Entre las especies exóticas se notan el nogal, el álamo, el acacio y la encina. El nogal, cuya introducción data de muchísimos años, crece perfectamente entre los grados 32 y 37, donde alcanza notables dimensiones. El álamo de Italia, hoy día muy numeroso en las provincias medias, suministra casi todas las maderas empleadas en las construcciones ligeras; el acacio, no tan antiguamente conocido, sirve para construir carruajes; este árbol que crece en las tierras más áridas y exige muy poca agua, se ha aclimatado perfectamente en las provincias centrales. La encina, introducida en un principio como árbol de adorno, empieza ya a ser objeto de un gran cultivo, pues crece, en Chile, con notable rapidez, prosperando principalmente en las provincias de Santiago y de Colchagua; es el árbol que convendría más para repoblar las partes desarboladas de la costa, entre Valparaíso y el Maule. Otros árboles que se cultivan aún únicamente como plantas de adorno, merecerían también ser objeto de grandes plantaciones; tales son el *Ailantus glandulosa* y el castaño, cuyas maderas poseen calidades muy notables. El olmo se cría también perfectamente en Chile y da una madera preciosa por su resistencia y elasticidad. Tales son los principales árboles exóticos que se han introducido en Chile. Se ve que convendrían perfectamente para arbolar las partes de la cordillera Marítima, que una cultura imprevisora ha hecho estériles, y para proveer así al país de un nuevo elemento de riqueza.

Originariamente no poseía Chile más que un corto número de árboles frutales: el piñón, fruto de la *Araucaria imbricata*, el avellano, el cogüil (*lardizabala*), el maqui, el murta (*Myrtus uni*) y en fin, las vainas azucaradas del copihue, eran los únicos frutos que tuvieron los primeros habitantes: pero hoy día posee el país casi todos los frutos de Europa y varios de los que sólo crecen bajo los trópicos. El naranjo, el limonero, la lima, se crían muy bien en las provincias del norte y aun bajo el grado 36, tanto en el valle longitudinal como en los que se extienden hacia el mar. El granado se cría también; el olivo, que crece igualmente en la misma zona, pudiera ser para el país una fuente de grandes riquezas: este árbol prospera en Chile de tal modo, que en ninguna otra parte da aceitunas más hermosas, pero todas se consumen en fruto. El día que se cultive en cantidad bastante grande para extraer aceite, será su cultivo uno de los más productivos de Chile.

La higuera, que se encuentra hasta en la provincia de Atacama, allí donde un pequeño manantial de agua pueda abastecer de agua a la vegetación, da en todas partes magnífica fruta y produce dos cosechas al año; la de la primera, que son las brevas, se comen frescas, pero la de la segunda, es decir, los higos, no sólo se comen frescos sino que los secan y se hace con ellos un comercio considerable. La higuera no crece solamente cerca de la costa y en el valle longitudinal sino que sube aun a bastante altura en los valles que desembocan de los Andes: nosotros la hemos encontrado en Huanta y en el valle del Maipo a 1.300 metros sobre el nivel del mar.

A estos árboles oriundos del mediodía de Europa y Asia se agregan dos especies propias de la América tropical, el chirimoyo (*Anona chirimoya*), el lúcuma (*Lucuma obovata*): el chirimoyo produce uno de los frutos más exquisitos de los trópicos, pero es bastante sensible al frío y no puede cultivarse más que en algunos valles abrigados, tales como el de Quillota y de La Ligua, porque reúnen el calor y humedad que les son necesarios; este árbol no se cría en el sur, más allá del grado 34. La lúcuma, oriunda de Perú, produce también excelentes frutos y crece en los mismos sitios. Finalmente, debemos citar aún al níspero (*mespilus*), que se cría perfectamente en la provincia de Santiago y cuya cultivo se extiende cada día.

Los árboles frutales de las regiones templadas de Europa se cultivan principalmente en las provincias del centro y del sur. El melocotón es uno de los primeros árboles introducidos en Chile, donde se ha multiplicado de un modo extraordinario; su fruta es excelente y gracias a sus numerosas variedades, se pueden hacer cosechas de ella desde fines de diciembre hasta marzo. El albaricoquero y el almendro crecen perfectamente en las provincias centrales; el manzano, el cerezo, el ciruelo y el grosellero pueden extenderse más hacia el sur, hasta el grado 42, donde prosperan, aún, perfectamente.

El peral, el manzano y el membrillero se producen igualmente en las provincias del sur y en las del centro. Las hermosas especies de peras empiezan a cultivarse en la provincia de Santiago, donde esta fruta es de una calidad superior. El manzano no prospera allí tanto, porque prefiere, sobre todo, las provincias del sur, donde se ha multiplicado de un modo extraordinario, pues se le halla no sólo cerca de los lugares habitados sino, también, hasta en el interior de los bosques; las manzanas de estos árboles silvestres se emplean sólo para fabricar la sidra, pero las de los árboles cultivados son excelentes, sobre todo las de las provincias de Valdivia y Llanquihue, notables por su belleza.

También el castaño se cría bien en las provincias centrales de Chile. Se ven algunos árboles en las cercanías de Santiago, pero el terreno de aluvión del valle longitudinal no es el que más le conviene. Los terrenos graníticos son los que más gustan al castaño y crecería perfectamente en las colinas cercanas a la costa. Las plantaciones de este árbol serían muy productivas, no sólo por la cosecha de su fruto sino por la excelente calidad de la madera que suministra.

La viña viene naturalmente a ocupar su puesto después de los árboles frutales. Aunque introducida en Chile poco después del establecimiento de los españoles, su cultivo no ha tomado un gran desarrollo sino de veinte años a esta parte. Las primeras cepas que se importaron habían degenerado por falta de cuidado y el vino que produjeron las uvas fue muy mediano y su preparación muy imperfecta; la introducción de nuevas cepas, un cultivo más esmerado y los perfeccionamientos con que se ha dotado la fabricación del vino, han mejorado considerablemente la calidad de éste.

La viña se cría en Chile desde el valle de Copiapó hasta el Biobío, pero la calidad de los productos que suministra varía considerablemente con la latitud; y desde este punto de vista, hay pocas regiones que puedan ofrecer una gran variedad de vinos. En las provincias de Coquimbo y de Atacama las variedades del me-

diodía de Europa son las que mejor éxito tienen y las más propias para dar vinos generosos, tales como oporto, jerez y el rancio. En las provincias de Aconcagua y de Santiago prosperan muy bien las cepas del Bordeles y de Borgoña, siendo estos vinos los que forman hoy día la base de las grandes explotaciones vinícolas. Sin embargo, tienen que luchar contra dos causas que impiden que adquieran los vinos todas las calidades de aquellas partes de Europa de donde proceden. Las lluvias son demasiado raras para que la viña pueda crecer sin riego; ésta es tanto más productiva cuanto más abundante es el agua, pero en detrimento de la calidad del vino; por otra parte, la frescura de las noches retarda la madurez de la uva, impidiendo de este modo la producción del principio azucarado. La parte de Chile donde se pueden obtener los mejores vinos es aquella donde la viña puede crecer sin riego, esto es, en la parte comprendida entre los grados 35 y 37. Los cambios de temperatura son allí menos bruscos y en los parajes al abrigo de los vientos del sur, pasa rápidamente la uva por todas las fases de su desarrollo; así, los valles del Maule y del Itata son famosos por la excelente calidad de sus productos.

La uva no se emplea sólo en la fabricación del vino, pues los valles del Huasco y de Coquimbo producen pasas superiores a todas las especies conocidas. Estas uvas, secadas al aire libre y sin ninguna preparación, conservan su color, transparencia y todo su aroma. Si tomase esta industria más desarrollo, no cabe la menor duda que sería para aquellas provincias una verdadera fuente de riqueza; pero hasta ahora los productos que ha dado bastan apenas para el consumo de Chile y no se conocen en los mercados extranjeros.

Lo mismo que los árboles frutales Chile posee todas las plantas cultivadas y éstas, con la diversidad de climas, hallan todas las condiciones necesarias para su desarrollo; pero la base de las grandes culturas la forman los cereales, las patatas, los frijoles, y entre las plantas forrajeras la alfalfa. Los cereales que se cultivan en gran escala son: el trigo, la cebada y el maíz. El trigo se cría muy bien desde el grado 30 hasta el 40, pero su cultura es muy limitada en el norte por los riegos que necesita, y depende, por consiguiente, de la cantidad de agua de que puede disponer cada localidad. La siembra se hace ordinariamente en junio y julio después que las primeras lluvias han humedecido la tierra y la cosecha hacia fines de diciembre. En las provincias de Aconcagua y Coquimbo es más considerable el rendimiento: las buenas tierras producen de 18 a 20 por uno, pero a medida que se adelanta hacia el sur disminuye este rendimiento, siendo sólo de 8 a 10 en la provincia de Concepción. En el sur de la provincia de Aconcagua conserva el suelo, en algunas partes, bastante humedad para poder prescindir de los riegos, como sucede en las vertientes de las montañas y en las cercanías de la costa; el rendimiento es allí menos grande, pero los productos ganan en calidad, pues preservados de las malas hierbas que llevan consigo las aguas de los riegos, crecen los cereales más espesos y contienen menos semillas extrañas. El trigo se cultiva aun al sur del grado 40 en los departamentos de Valdivia y de Osorno, pero las cosechas son inciertas allí, porque la abundancia de lluvias impide muchas veces la madurez; finalmente, cerca del grado 42 el tallo se queda herbáceo y el grano no puede formarse, lo que equivale a decir que es el límite del cultivo de este cereal.

La cebada se cría poco más o menos en los mismos parajes que el trigo, pero prospera, en el sur, algo más que éste. El maíz, al contrario, no pasa más allá del grado 36; el que se cultiva, cerca de Concepción, da muy malos productos. Donde más prospera es en las provincias de Coquimbo, Aconcagua y Santiago, llegando a tener allí los tallos dos metros de altura.

De algunos años a esta parte se ha introducido la cultura de la avena y del alforjón en las provincias de Valdivia y de Llanquihue; estos dos cereales se crían allí bastante bien, sobre todo el alforjón, que parece que no sufre con la continuación de las lluvias.

Después de los cereales, la patata o papa ocupa el segundo lugar en las grandes cultivos y, aunque esta planta se cría bien en todas partes, es en el sur donde estos tubérculos alcanzan toda su perfección: las papas o patatas de Chiloé y de Valdivia gozan de una justa celebridad y puede decirse que la papa está allí en su tierra. Esta planta, cuyo origen ha sido incierto durante mucho tiempo, se cría actualmente en diferentes regiones de América, principalmente en la región media de los Andes, donde la hemos hallado con mucha frecuencia, tanto en Chile como en Bolivia. Las plantas, en su estado natural, no producen sino tubérculos muy pequeños y sin duda al cultivo (conocida ya en tiempo de los incas) es a la que se deben los que son comestibles, varias de las cuales recuerdan aún el tipo primitivo; tales son la papita dulce de Valdivia y la papa violeta de Bolivia.

Los frijoles son también objeto de grandes cultivos, y entran en una gran proporción en la alimentación de los habitantes de los campos. Su cultivo tiene principalmente gran éxito en las provincias del norte y del centro. Las heladas tardías que se dejan sentir, con más fuerza, al sur del grado 36, hacen allí muy incierta la cosecha y son reemplazadas por los guisantes o arvejas, que resisten más a la acción de las heladas.

Una sola planta forrajera se cultiva en Chile; ésta es la alfalfa, cuyo cultivo adquiere cada día más importancia desde la introducción de las máquinas segadoras. Limitada en un principio a las necesidades de las grandes ciudades, es hoy día un ramo importante del comercio: secada y prensada, se la envía a la costa de Perú, donde constituye, con la cebada, el alimento de las numerosas acémilas empleadas en el laboreo de las minas y en el transporte de las mercancías al interior del país. Donde este cultivo ha tomado mayores proporciones es en las provincias de Santiago y Colchagua, pues en las demás padece el ganado en las praderas naturales. La suavidad del invierno y la gran extensión de las praderas hacen inútil la cosecha del heno; y como la vegetación no se halla nunca enteramente suspensa, los ganados encuentran siempre qué comer. Por esta misma razón los forrajes raíces son allí casi desconocidos: en las provincias del sur la quila (*Chusquea quila*), que crece en las orillas de los bosques, les suministra abundantes pastos todo el año.

Las plantas de hortaliza se crían perfectamente en toda la extensión de Chile. Las sandías, los melones, los zapallos se cultivan en gran escala en las provincias del norte y del centro: los melones de las provincias de Aconcagua y Santiago son muy estimados, y con razón. El cultivo de la sandía está igualmente bastante extendido, lo mismo que el del zapallo. Vienen luego, en segundo lugar, el espárrago,

la alcachofa, la col y la lechuga. Estas últimas plantas se crían también y aun con calidades superiores, en la colonia de Punta Arenas, a los 53° de latitud sur.

Independientemente de las plantas introducidas por los cultivos, produce Chile naturalmente algunas otras que son también comestibles. En primer lugar, aparece el frezal, que crece en abundancia desde el grado 35 hacia el 38: esta especie se ha mejorado considerablemente con su cultivo y produce, en abundancia, frutos de excelente calidad. Otra planta de la familia de las amarilideas, la *alstroemeria*, produce unos tubérculos de donde se saca una fécula de superior calidad, conocida en el país con el nombre de chuño de Concepción. Se cría esta planta en los llanos arenosos contiguos al mar, entre los grados 35 y 37, y con tanta abundancia que no exige la molestia de cultivarla: la cosecha se hace en marzo y abril, bastando machacar los tubérculos y lavarlos para sacar de ellos la fécula; ésta sale perfectamente pura del lavado y es mucho más fina que la fécula de papa, sin sabor, y su uso se recomienda todos los días en las afecciones de las vías digestivas.

Las plantas industriales que se producen en Chile son aún poco numerosas, siendo el cáñamo y el lino las únicas que se cultivan en gran escala. El cáñamo se cría perfectamente en las tierras ricas y profundas del valle longitudinal; los de la provincia de Aconcagua, sobre todo, gozan de muy buena reputación. El lino, cultivado principalmente como planta oleaginosa, se cría bien en las provincias del sur, donde crece naturalmente, pero hasta ahora no se le ha utilizado como planta textil. Varios ensayos hechos para cultivar el algodón han demostrado que esta planta se cría muy bien en toda la parte de Chile situada al norte del grado 33. Ninguna otra planta oleaginosa, excepto el lino, se ha cultivado aún en Chile: los aceites que se usan para el alumbrado se sacan principalmente de algunas crucíferas que se crían naturalmente en los barbechos, siendo las principales el *Sinapis nigra* y la *Brassica campestris*.

La remolacha no se cultiva aún más que como planta de hortaliza. Su cultivo, sin embargo, sería de la mayor importancia para Chile donde el consumo de azúcar es considerable. A pesar de que el único ensayo que se ha hecho en la fabricación del azúcar, no ha dado buenos resultados, por haberlo emprendido en malas condiciones, no hay que deducir por eso que esta industria no conviene en Chile, pues la remolacha allí es a lo menos tan rica en azúcar como en las regiones más privilegiadas; pero las condiciones necesarias para obtener un buen éxito en la fabricación del azúcar la elección de un terreno adecuado y la época oportuna de la cosecha, han sido descuidadas en todos los ensayos hechos hasta aquí.

Aunque en Chile no se cultiva aún ninguna planta tintorial, todo induce a creer, sin embargo, que el cultivo de la rubía daría muy buenos resultados. Pero, debemos citar aún algunos productos naturales de los cuales puede sacar buen partido la industria; la corteza del quillay y el extracto que de ella se saca, son ya objeto de una exportación bastante importante: se emplea principalmente en los talleres de tintura para los matices delicados que no podrían resistir a la acción del jabón. La gran cantidad de tanino que contienen los frutos del *balsamocarpum* podría utilizarse también en la tintura y curtido de las pieles. En fin, varias plantas se emplean diariamente en la medicina: el cachanlaguen (*Erithroea chilensis*) es un



Eug. Ciceri del. et lith.

Imp. Darcusa & Pavia

### CORRIENTE DE LAVA DEL VOLCAN DE OSORNO.

Extremidad inferior de la corriente de lava que ha salido del volcán de Osorno.  
Esta parte de la corriente está formada de grandes trozos de lava en los cuales se notan las formas contorneadas que toma esta materia semifluida al abrirse paso entre las grietas de la parte ya solidificada.



tónico que reemplaza la quina en el tratamiento de las fiebres y en la anemia; el pircum es un drástico de la mayor energía; el palqui, el culen, las cortezas aromáticas del boldo y del canelo, se emplean todos los días en la medicina popular.

Si echamos ahora una ojeada retrospectiva sobre el conjunto de la vegetación de Chile, se verá que la mayor parte de su superficie está aún ocupada por vegetaciones indígenas. En las provincias del norte los cultivos siguen las márgenes de los ríos sin extenderse mucho más allá. En las provincias del centro ocupan toda la llanura longitudinal y los valles que se extienden hacia el mar, lo mismo que una gran parte de la cordillera Marítima; pero los valles de los Andes están aún casi incultos. Por último, desde el grado 38 no se encuentran tierras cultivadas más que de trecho en trecho, esparcidas en aquella inmensa región de selvas. En las partes donde están más propagados los cultivos, los prados naturales ocupan aún la mayor superficie del suelo. Así, pues, existe aún en Chile una gran extensión de tierra que no se ha utilizado todavía: he aquí el porvenir del país; esto será su mayor riqueza y la más incontestable.

#### FAUNA DE CHILE

Lo mismo que para los vegetales, la cordillera de los Andes forma el límite entre las dos faunas de América del Sur, es decir, la fauna occidental y la fauna oriental. Esta separación, sin embargo, está muy distante de ser tan absoluta, y varias especies que viven en las pampas, se hallan igualmente en Chile. Los mamíferos terrestres son comparativamente raros, pues no se cuenta más que un corto número de grandes especies: las aves son mucho más numerosas, así como los reptiles y los peces. No pudiendo describir aquí todas las especies, nos limitaremos a las más notables, remitiendo al lector, para más amplios detalles, a las obras especiales y particularmente a la del señor Gay<sup>7</sup>. En Chile no hay ningún cuadrumano: los carnívoros están representados por el género felis, canis, las mofetas, nutrias y murciélagos. La especie más numerosa es la *Felis concolor*, conocida en el país con el nombre de león. El jaguar, tan común en la otra parte de los Andes, no existe en Chile. El león, mucho menos feroz que el de África, habita sobre todo en las regiones cubiertas de árboles, de donde sale de noche para atacar al ganado o, bien, en los parajes más desiertos de los Andes, donde caza los guanacos y los pequeños cuadrúpedos; tiene poco más o menos un metro y medio de largo y de 60 a 70 centímetros de alto; su piel es de un color leonado claro sin ninguna mancha o raya. Es objeto de una caza constante y por eso huye siempre del hombre, alejándose cada día más de los parajes habitados. Otras dos pequeñas especies casi del tamaño del gato doméstico, la güiña y el colocolo, habitan igualmente los bosques.

Dos especies de zorros, el *Canis falvipes* y el *Canis magellanicus*, habitan en Chile donde son conocidos con el nombre de zorra: la primera no se encuentra más que

<sup>7</sup> *Historia física de Chile, Zoología.*

en los archipiélagos de Chiloé y de los Chonos; la segunda está esparcida por todas partes desde el desierto de Atacama hasta el sur; es algo más pequeña que la zorra de Europa, pero tiene el color y las costumbres de esta. Otro pequeño carnívoro, el quique (*Galictes vitata*), es también bastante común, con las costumbres del hurón; se le emplea para cazar las ratas. La mofeta, conocida con el nombre de chingue, se halla con bastante frecuencia en las provincias centrales. Los murciélagos son bastante comunes, y se conocen siete especies de ellos, pertenecientes a diferentes géneros, siendo el más notable el *Vespertillo velatus*.

Los roedores son muy numerosos y se conocen a lo menos veinte especies; la mayor es la vizcacha, que se halla principalmente en las provincias del norte, donde habita las rocas, alejándose de ellas rara vez; es más grande que la liebre; tiene sus costumbres, el color de su piel es de un gris ceniciento y su carne es de buena calidad. Otro roedor que suministra pieles muy estimadas, es la chinchilla (*Chinchilla lanigera*). Este animalejo, largo de 20 a 25 centímetros, habita las provincias del norte donde cava sus madrigueras. Como es muy sensible al frío no se le encuentra ni en las partes elevadas de los Andes ni al sur del grado 32, prefiriendo las mesetas que se extienden entre la cordillera Marítima y los últimos estribos de los Andes. Finalmente, una especie vecina de la del castor, el coipo (*Myopotamus coypus*), viene a completar la serie de los grandes roedores, aunque bastante raro, se le encuentra en las orillas de los ríos, en las provincias centrales y en las del norte.

Los paquidermos y los solípedos no tienen representantes en Chile. De los rumiantes se conocen tres grandes especies, dos de las cuales, la vicuña y el guanaco pertenecen a los camélidos. La vicuña, aunque muy rara en Chile, se encuentra algunas veces en el extremo norte, en las altas regiones de los Andes del desierto de Atacama. El guanaco, al contrario, es muy común y se le halla desde el norte hasta el estrecho de Magallanes; habita las regiones elevadas de los Andes, donde vive en manadas numerosas, y sólo cuando la nieve cubre la tierra baja a los valles. En las provincias del sur se acerca más a la costa y no es raro hallarlo en manadas en las montañas de la cordillera Marítima.

Los ciervos están representados por dos especies, el *huelmul* y el *puđú*. El *huelmul* (*Cervus chilensis*) es la especie mayor; su estatura es casi la del ciervo, teniendo también el mismo color; es un animal bastante raro que habita principalmente las provincias australes,

La otra especie, el *Cervus pudu*, es mucho más pequeña; no tiene más que dos pies de longitud, de color pardo claro algo parecido al colorado, con el cuerpo encogido y las patas muy delgadas; habita igualmente las provincias australes, donde se le encuentra en los bosques entre Colchagua y Concepción. Tales son los principales mamíferos indígenas. En cuanto a los mamíferos anfibios y los cetáceos, son los mismos que los que se encuentran en los mares australes y no pertenecen exclusivamente a Chile.

Las aves son incomparablemente más numerosas que los mamíferos, y muchas de sus especies no pertenecen más que a Chile. Vamos a citar las más notables. Entre las aves de rapiña figura desde luego el cóndor, que no sólo caza los pequeños cuadrúpedos sino hasta el mismo guanaco. Se le encuentra casi en todo Chile,

desde la cordillera Marítima hasta las regiones elevadas de los Andes: anida en lo hueco de las rocas más escarpadas, donde se refugia durante la noche. Cambia de color con la edad; los jóvenes tienen la pluma de un moreno castaño que se vuelve negro al envejecer. Esta ave causa bastantes estragos en los ganados de Chile, pues ataca a los carneros, los terneros y los potrillos. Sin embargo, su principal pasto son los cadáveres de animales. Se ve, entonces, al cóndor, en bandadas considerables, volar a una gran altura y bajar, describiendo grandes círculos, sobre el animal que acaba de morir. Chile posee aún otras dos especies de buitres más pequeños, el urubú y el jote; una especie de águila, el *Pontoaetus melanoleucus* y once o doce especies de halcones, de los cuales el traro (*Caracara vulgaris*) es el más notable. Esta ave se halla casi en todas partes, principalmente cerca de los caminos, viéndose también muchas veces en las playas, donde se alimenta de peces y crustáceos.

Las aves nocturnas están representadas por el buho (*Buho magellanicus*), los buhos comunes (*Ulula vulgaris*, etc.), los mochuelos (*Noctua pumila* y *N. canicularis*) y las lechuzas. El buho, que llaman tucuquere en Chile, llega a tener 50 centímetros de largo, es de color moreno oscuro y anida en las partes más retiradas de los bosques. El pequén (*Noctua canicularis*) vive en madrigueras donde está metido durante la mitad del día y de la noche y sólo caza al amanecer y al anochecer; se aparta poco de su nido y nunca vuela a una gran altura.

Los pájaros figuran por 98 especies que pertenecen a los géneros *caprimulgus*, *cypselas*, *hirundo*, *alcedo*, *trochilus*, *upusenthia*, *certhilanda*, *synnullaxis*, *anabates*, *dendrocolaptes*, *rhinocrypta*, *pteroplochos*, *scytalopus*, *merulaxis*, *thriothorus*, *trogodytes*, *sylvia*, *regulus*, *muscisaxicola*, *anthus*, *corydaha*, *dasycephala*, *geailaria*, *turdus*, *mimus*, *toenioptera*, *alecturus*, *myobias*, *muscicapa*, *calicivora*, *cacicus*, *agelaius*, *leistes*, *chrysomitris*, *chlorospiza*, *fringilla* y *rhizotoma*. El género *hirundo* no cuenta más que una sola especie, el *hirundo cyanoleuca*, que es de un hermoso azul en la parte superior del cuerpo y blanco por debajo.

Los pájaros moscas no son muy numerosos, pero sí hay algunas especies muy notables, tales como el *Trochilus gigas*, que es el mayor de su género, y se encuentra en las provincias centrales. El *Trochilus stephanoides*, notable por su brillante plumaje, es la especie que se adelanta más al sur y se la halla hasta en la Patagonia. El género *regulus* contiene también una linda especie, conocida en el país con el nombre de siete colores, que vive en los lugares pantanosos y anida en los juncos y cañaverales. Los turtideis encierran dos especies bastante comunes, que son una caza excelente, el *Dasycephala livida* y el *Turdus fuscatus*, conocidos en el país con el nombre de zorzales. El género *leistes* está representado por una hermosísima especie, la loica (*Leistes americanus*). Entre los pájaros cantores figuran dos especies del género *chrysomitris*, conocidas en el país con el nombre de jilguero. La diuca (*Fringilla diuca*) y el chicol (*Fringilla matutina*).

El orden de los trepadores está representado en Chile por seis especies, de las cuales tres pertenecen a la familia de los papagayos y tres a la de los picos. Los primeros son el loro (*Conurus cyanalysis*), el *Conurus monochus*, el choroy (*Enicognathus letorancus*). Estos papagayos son muy comunes en el sur de Chile; anidan cerca de los ríos, en los ribazos escarpados, donde cavan agujeros para hacer su nido. En la

época de la cosecha se les ve, en bandadas numerosas, abalanzarse sobre los campos de maíz donde causan muchos estragos.

Los *picos*, llamados carpinteros, son bastante raros y viven en los bosques; dos pertenecen al género *picus* y la tercera especie es el *Colaptes pitiguus*, que se halla principalmente en las provincias centrales.

Las colombeas está representadas por cinco especies; la torcasa (*Columba araucana*), que es la mayor de todas, vive en los bosques, donde es muy común y muy buscada, por ser una caza excelente. Otra especie, igualmente buena, es la tórtola (*Zenaida aurita*), notable por sus hermosas plumas doradas que adornan su cuello y lados de su cabeza. La tortolita cordillerana (*Zenaida boliviana*) es una especie más pequeña que se encuentra en bandadas numerosas; vive en medio de las rocas y llega a anidar a una altura de más de 4.000 metros. En la cordillera es también donde se encuentra la *Peristera auriculata*, algo mayor que la precedente y con plumas de un color más claro.

Las gallináceas son en número de diez especies pertenecientes a los géneros *attagis*, *tinchorus*, *chionis*, *nothura*, y *tinamotis*. El *Attagis Gayii* o perdiz de la cordillera, tiene cerca de un pie de largo; el color de la parte superior de su cuerpo es de un moreno claro rayado con líneas más oscuras que forman como una especie de aguas; la parte inferior es de color isabela; su carne es blanca y de excelente calidad. La *Nothura punctuata* y la *Nothura perdicaria*, son también una caza excelente; habitan las partes bajas de Chile, desde el mar hasta los Andes.

Las tinchorus, conocidas con el nombre de perdicita y petaquita, son unas pequeñas gallináceas de siete a ocho pulgadas de largo que viven sobre todo en la cordillera.

Al frente de las zancudas figura el avestruz de América (*Rhea americana*). Esta especie, muy esparcida al este de los Andes, no se la encuentra más que hacia el extremo sur de Chile, en la Patagonia y en Tierra del Fuego. Es muy hostigada por los indígenas que la buscan con afán a causa de la suavidad de sus plumas, muy estimadas para la manguitería: los patagones se hacen con ellas grandes capas que les preservan perfectamente del frío. Una especie de cigüeña (*Ciconia magnaria*), se encuentra muchas veces en las provincias del sur, donde hay también tres especies de garzas, de las cuales las más notables son la *Ardea egretta*, que se ve con frecuencia en las orillas de los ríos de las provincias centrales, y la *Ardea candidissima*, especie más pequeña que vive en los mismos parajes. La bandurria (*Ibis melanopsis*) se encuentra, en bandadas numerosas, en las praderas húmedas. Otra especie del mismo género conocida en el país con el nombre de cuervo (*Ibis falcinellus*), vive aislada en la orilla de las aguas. En las provincias del sur se encuentra la espátula (*Platalea ajjacia*). Las aves frías están representadas por el queltehue (*Vanellus cagenensis*), y las avecasinas (gallinetas ciegas), por el *Gallinago paraguayita* y el *Richa semicollaris*. El pidén (*Rallus bicolor*) y la tagua (*Gallinulla crassirostris*) habitan las aguas de Chile.

Las palmípedas son notables por sus grandes y hermosas especies. En primer lugar figura el flamenco, que se encuentra en grandes bandadas en los lagos de la cordillera: el cisne de cabeza negra que habita los mismos parajes, así como

los piuquenes (*Bernicla melanoptera*). Los patos se refieren a cinco o seis especies; el *Raphipterus chilensis* (pato de la Cordillera), frecuente los lagos de los Andes, el *Mareca chilensis* (pato real), el *Anas specularis* (pato del río), el *Quesquedul cceruleata* (pato colorado), se encuentran en los ríos y los lagos de los llanos. La huala (*Podiceps chilensis*) se encuentra exclusivamente en los ríos y los lagos del sur, viajando siempre en parejas y dando, de cuando en cuando, un grito plañidero. Finalmente, el albatros (*Diomedea exulans*) habita los mares contiguos al estrecho de Magallanes y Tierra del Fuego.

Los reptiles son poco numerosos y no hay entre ellos ninguna especie venenosa. Los quelonios no existen; los saurios son todos de pequeño tamaño, a pesar de estar representados por unas veinte especies. Los más grandes son el *Proctotrelus chilensis* y el *Aporomera conroata*. Los ofidios no tienen más que una sola especie, la *Coronella chilensis*, conocida con el nombre de culebra; es bastante común y sobre todo inofensiva. Los batracios comprenden unas quince especies que ofrecen poco interés; él más grande es el *Cystignathus caeneus*, conocido con el nombre de rana en las provincias del sur.

Chile no posee más que un corto número de peces de agua dulce; en los lagos de los Andes no hay ninguno y en los ríos de las provincias centrales muy poco. Esto depende, sin duda, de que sus aguas están turbias una gran parte del año. Sólo en los ríos del sur y en los riachuelos que nacen de la cordillera Marítima, se encuentran algunas especies. Una pértiga, conocida con el nombre de trucha (*Percha trucha*), abunda bastante cerca de la costa, así como la liza (*Mugil liza*). El bagre (*Trichomycerus maculatus*) abunda en los ríos del sur, así como muchas especies de atherina conocidas con el nombre de pejerrey, y que se encuentran en los lagos de los llanos y en los riachuelos. Los peces de mar son, al contrario, muy numerosos, siendo los principales la corvina (*Micropogon lineatus*), el congrio (*Couger chilensis*), la pescada (*Merlus Gayi*), el robalo (*Pinguiper chilensis*) y las sardinias (*Clupora fulensis*).

Los crustáceos son muy comunes en los mares de Chile, pero no se conoce más que una sola especie terrestre, el *Astacus chilensis*, llamado camarón o cangrejo. Esta especie vive ya sea en los arroyos, ya en las tierras que permanecen inundadas una parte del año: cuando llega la estación seca cavan un agujero vertical en cuyo fondo se ocultan, ahondándole más y más a medida que se va bajando el nivel de las aguas. La tierra que arrojan fuera forma un rodete alrededor de la abertura y no es raro ver, en las provincias del sur, anchas superficies cubiertas de estos pequeños montoncitos de tierra. Los crustáceos marinos que más se buscan son los camarones, cangrejos y langostas. Los camarones abundan en toda la costa de Chile; los cangrejos, que también se llaman jaibas, tienen algunas especies comestibles, entre otras *Gecarcinus regius*. La langosta (*Palinurus frontalis*) no se halla en las costas de Chile sino en la isla de Juan Fernández, desde donde la llevan con frecuencia al mercado de Valparaíso.

Los insectos de Chile son muy numerosos y algunos notables por sus colores o la rareza de sus formas; pero no se encuentra ninguna especie útil. Las especies venenosas son, también, muy raras, figurando entre ellas una pequeña araña, el

*Tetrodectus formidabilis*, que vive en los parajes secos y cuya picadura causa a veces graves accidentes, sobre todo en la época de la siega, en que el calor agrava la inflamación de la picadura. Se hallan igualmente algunas especies de escorpiones, pero su picadura es poco peligrosa; la mayor es el *Edwardsii scorpio*.

Los moluscos abundan en toda la costa de Chile, pero citaremos sólo aquí las especies comestibles. Una sola de éstas, la ostra (*Ostræa cibialts*) se vende en los mercados; no se la halla más que en el sur, más allá del grado 41, y principalmente en el archipiélago de Chiloé. Una excelente especie de almeja (*Mitilus chorus*), conocida con el nombre de choro, se halla en muchos puntos de la costa, sobre todo en la bahía de Talcahuano y en la provincia de Coquimbo. Esta gran especie llega a tener a veces 20 centímetros de largo. Los más apetecidos de los demás mariscos son: el ostión (*Pectén purpureus*), que se halla principalmente en el norte desde Coquimbo hasta Caldera: el loco (*Conchólepas peruvianus*), cuya carne es muy dura y para ablandada se la cuece en una lejía de ceniza; los picos o balanes y una venus (*Venus taca*) muy esparcida en el sur.

Finalmente, debemos citar los esquinos, muy comunes en toda la costa.

La fauna de Chile se ha aumentado considerablemente con la introducción de los animales domésticos: sin hablar del perro, este inseparable compañero del hombre, se han transportado sucesivamente allí el buey, el caballo, el asno, el carnero, la cabra y otros, así como gran número de aves. Estos animales, a consecuencia de los cambios de alimentos y de clima, han experimentado modificaciones que han creado nuevas variedades.

El buey, ese eje sobre el cual estriba la agricultura de todos los países, introducido poco después de la llegada de los españoles, se ha multiplicado admirablemente y hoy se le encuentra en todas partes, desde el desierto de Atacama hasta Tierra del Fuego. La suavidad de los inviernos de Chile ha contribuido no poco a la propagación de esta especie tan útil; en efecto, el buey pasa todo el año al aire libre y vive, suelto, en los pastos. Cuando ya se han derretido las primeras nieves de los Andes, hacia los meses de noviembre y diciembre, van a los prados de la cordillera inmensos ganados de bueyes para pasar toda la época del buen tiempo, siendo allí también donde se establecen las lecherías que dan los mejores productos. Al llegar el mes de marzo bajan estos ganados a la llanura o a los valles abrigados, donde deben pasar el invierno: entonces es cuando se hace la enumeración y se marcan los más jóvenes. La cría del ganado mayor prospera muy bien en las provincias del sur, donde la humedad del clima conserva en buen estado excelentes pastos; los bueyes más corpulentos proceden de las provincias de Valdivia y Llanquihue.

La producción del ganado excede en mucho a lo que Chile puede consumir, de modo que gran parte de las reses se exporta a otros países: la carne no se sala allí, como en la República Argentina, y no se hace más que ponerla a secar bajo espaciosa ramadas, después de haberla salpicado ligeramente con sal; para esto se aprovechan los meses de enero y febrero, que son los más secos del año. Esta carne seca, conocida con el nombre de charqui, se reúne en porciones de un quintal, se la ata fuertemente con tiras de cuero y se la exporta a toda la costa del Pacífico. El sebo se emplea en el país en la fabricación de velas y jabón, y los cueros se envían

a Europa, después de haberlos salado: sólo los huesos son los que hasta ahora no se han utilizado.

Casi todos los caballos de Chile proceden de la raza andaluza, pero ésta se ha modificado poco a poco bajo el influjo del clima y de los alimentos, porque viviendo continuamente al aire libre ha experimentado todas sus variaciones. Donde mejor se ha conservado el tipo andaluz es en las provincias de Aconcagua, Coquimbo y Santiago: acostumbrado a vivir en regiones montañosas y a soportar grandes variaciones de temperatura, ha adquirido una fuerza notable, de modo que el caballo chileno es hoy día uno de los que más resisten a la fatiga, pudiendo andar fácilmente, de una vez, veinte leguas, por terrenos escabrosos.

El caballo de las provincias del sur es mayor, pero tiene menos energía que el del norte y resiste, por consiguiente, menos que este último a los viajes en las regiones montañosas.

De algunos años a esta parte se han introducido en Chile dos nuevas razas, el caballo inglés y el que lleva el nombre de percherón; este último, bien conocido como caballo de tiro, será de mucha utilidad para la agricultura.

Antes de la construcción de los ferrocarriles, casi todos los transportes se hacían en Chile a lomo de mulo o en carretas tiradas por bueyes; así es que en las regiones mineras hay un número considerable de mulos que no sólo son sumamente útiles sino que su resistencia a la fatiga, la seguridad en su marcha por los senderos más sinuosos, les hacen indispensables para transportar los minerales y víveres, en las montañas escarpadas donde se hallan las minas, así como para los cambios de mercancías que se hacen entre Chile y la República Argentina.

El asno es aquí, como en muchos otros países, el recurso de los pobres; sobrio, sufrido e infatigable, se emplea para los transportes en las partes más escabrosas; abunda, sobre todo, en las provincias del norte, donde él solo transporta el agua y los víveres a las minas cuyo acceso presenta las mayores dificultades.

La introducción del carnero en Chile es casi contemporánea del descubrimiento. Descuidada esta raza durante mucho tiempo, daba lana de calidad muy inferior, pero de algunos años a esta parte las razas de merinos y sobre todo la de Rambouillet, se propagan más y más y el comercio de lanas adquiere cada día más importancia.

Hace mucho tiempo que la cabra existe en Chile y se ha multiplicado principalmente en el norte, donde la escasez de pastos no permitía medrar los ganados. La cabra utiliza los numerosos arbustos que se crían en las tierras más áridas y no requiere ningún cuidado; por esto es la compañera inseparable de los habitantes de las pobres chozas diseminadas en aquellas regiones desprovistas de cualquier otro recurso: su leche les sirve de alimento y su piel, preparada en forma de un tapiz, que se llama pellón en el país, les sirve a la vez de silla de montar y de cama, formando de este modo el mueble principal del pastor y del cazador. Bueno sería introducir en Chile las especies que dan las hermosas lanas del Tíbet y Cachemira: la gran semejanza que existe entre el clima de los Andes y el de las regiones montañosas de Asia central induce a creer que estas razas se criarían muy bien en Chile y le proporcionarían una nueva fuente de riqueza.

El cerdo existe en Chile desde los primeros tiempos de la Conquista, y está, en efecto, citado en la historia de la fundación de Santiago. En ciertas localidades, como en la isla de Chiloé, vive casi en estado salvaje y es el principal recurso de los habitantes.

Por último, debemos hablar del conejo, que no se conoce aún más que en el estado doméstico, y que sería de gran recurso en un país donde la caza es tan rara. El conejo de soto se avendría muy bien en los collados de las provincias centrales que no sirven para el cultivo, y lo mismo sucedería con la liebre.

La mayor parte de las aves domésticas de Europa, la gallina, el pavo, los patos, el ganso, los palomos, etc., están muy esparcidos en Chile. Hay también algunas gallinas de China, y entre las especies que convendría aclimatar debemos citar al faisán y a la pintada; esta última sobre todo, oriunda de África, sería un recurso para las provincias del norte, donde la gallina resiste poco a la acción prolongada del calor y de la sequía.

Hace pocos años que Chile ha adquirido dos insectos útiles, la abeja y el gusano de seda. La abeja está hoy día muy propagada y abastece de miel y cera en cantidad suficiente para hacer un comercio considerable de exportación.

La suavidad del invierno y la abundancia de flores, durante la mayor parte del año, son circunstancias enteramente favorables a la apicultura. El gusano de seda no ha tenido tan buen éxito: los capullos son pequeños y la seda de mediana calidad; pero esto depende, quizá, de las localidades donde se han hecho las primeras pruebas. En la llanura de Santiago, situada a 600 metros sobre el nivel del mar, el aire es muy seco, las hojas del moral pierden su agua de vegetación, se secan y se vuelven coriáceas, no pudiendo suministrar más que un alimento de mala calidad. Las provincias del sur, principalmente las de Maule y Concepción, serían, desde este punto de vista, mucho más favorables; la frecuencia de las lluvias mantendría una humedad conveniente, y no siendo necesarios los riegos, costaría mucho menos el cultivo del moral.





## NOTA 1

### SOBRE LOS DATOS QUE HAN SERVIDO PARA EL MAPA TOPOGRÁFICO Y GEOLÓGICO DE CHILE

Los grandes gastos y tiempo que exigen las operaciones geodésicas para ser llevadas con todo el esmero que comporta el estado actual de la ciencia, hacen que muchos Estados no se animen a emprender obras tan largas y tan costosas; aunque persuadidos de la necesidad de poseer buenos mapas de su país. Pero si se considera que fuera de las cuestiones que se refieren a la configuración del globo terrestre y que son exclusivamente del dominio científico, la misma exactitud no es ya tan necesaria, se reconoce la posibilidad de conseguir mapas de una exactitud suficiente para dar a conocer el país y servir de base a los trabajos públicos y de reducir a la vez de un modo considerable el tiempo y los gastos que comportan estas operaciones; es lo que he tratado de hacer para la parte más poblada del territorio de Chile, la que se extiende desde el grado 27 hasta el grado 42. Esta parte del territorio, ocupada por altas serranías, presentaba grandes dificultades, pues a excepción del espacio incluido entre la cordillera de la Costa y la de los Andes, no ofrecía ninguna llanura; es este espacio conocido bajo el nombre de valle longitudinal que ha servido para establecer la gran cadena de triángulos con la cual vienen a relacionarse todos los otros puntos. Esta cadena consta de 67 triángulos y se extiende desde el desierto de Atacama hasta el inicio de la Araucanía.

Al fin de facilitar las correcciones y evitar la acumulación de los errores que podían resultar de las observaciones, esta cadena de triángulos ha sido dividida en cuatro partes relacionadas cada una con una base medida directamente, de tal modo que cada una de ellas se halla incluida entre dos bases que sirven de verificación. La longitud de las cinco bases que han sido medidas varía entre 700 y 200 metros. Se han empleado para estas operaciones reglas de madera de cuatro metros de largo llevando cerca de cada extremidad una plancha de bronce sobre la cual se hallaban trazados los rasgos de señales. La distancia entre estos rasgos había sido medida con un metro dividido por Gambey. Cada regla descansaba sobre dos tripoides provistos de tornillos para nivelarlas y orientarlas; finalmente

la distancia entre los rasgos de ambas reglas era medida con una pequeña regla de bronce dividida en milímetros y mirada con microscopios que permitían validar fácilmente la décima parte de un milímetro. Cada base ha sido medida dos veces y el término medio de los resultados es el que se ha adoptado para los cálculos. Para relacionar estas bases con los vértices de primer orden, se las ha medido aproximadamente en la dirección de dos de estos vértices y a igual distancia de los dos; dos señales auxiliares colocadas sobre una línea perpendicular al medio de la base daban una primera combinación de triángulos que servían para calcular la distancia que los separaba, pues, de ésta, para hallar la de los vértices.

Los ángulos eran observados con círculos que daban a la lectura 15" y repetidos el número de veces suficientes.

Las posiciones de todos los vértices que corresponden a la cadena principal de triángulos han sido fijadas por este método y los demás relacionados con uno o más lados de estos triángulos.

Siendo así fijada la posición de los puntos de primer orden, los demás han ido empleado exclusivamente el método de los segmentos; siendo este método el más expedito y el más exacto cuando se tiene la precaución de observar a lo menos cuatro puntos entre los cuales se halla situado el de que se trata de fijar la posición.

El azimut fundamental se ha obtenido por el ángulo formado por la señal situada sobre la cumbre del cerro de la Petaca y la meridiana del antiguo observatorio del cerro Santa Lucía; es también la latitud de la cumbre de este último cerro que ha servido para calcular la de los demás vértices y es a él que se refieren también las longitudes. Como medio de verificación se ha observado a menudo los azimut de los lados de los triángulos, sea por la altura del sol en el primero vertical, sea por las alturas equidistantes.

Las altitudes de los puntos de primer orden han sido calculadas por medio de observaciones de distancias zenitales recíprocas y las de las cumbres inaccesibles de la cordillera de los Andes por distancias zenitales observadas desde puntos muy elevados al fin de evitar en cuanto sea posible los errores debidos a la refracción atmosférica. En fin, para los puntos que se no se prestaban fácilmente a esta clase de observaciones se ha recurrido a las observaciones barométricas. La mayoría de las observaciones que se han hecho a este respecto han permitido comparar entre sí el método de las observaciones simultáneas y el de las estaciones sucesivas y es este último el que ha dado siempre los mejores resultados. El modo de proceder era el siguiente: se observaba el barómetro a la orilla del mar y después en otras estaciones situadas a poca distancia la una de la otra hasta llegar al punto extremo y desde ahí se volvía a la orilla del mar por otra dirección. Las alturas barométricas después de haber hecho las correcciones de variación horaria y de temperatura, daban la diferencia de nivel entre cada estación y para verificarlas se calculaban en sentido inverso, partiendo del segundo punto observado en la orilla del mar. Si durante una de estas series se manifestaba algún cambio atmosférico, su influencia se hacía notar en la de los resultados y ha sido posible cerciorarse de este modo que estos cambios afectan sólo las regiones inferiores de la atmósfera mientras son casi imperceptibles en las grandes alturas.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de las coordenadas geográficas que sirven de base al mapa de Chile son las que siguen:

$$H' - H = K \cos Z \frac{1 - e^2 \cos H}{N \sin 1''} - K^2 \sin^2 Z \frac{1 - e^2 \sin H \cos H}{2 N^2 \sin^2 1''};$$

$$P' - P = \frac{K \sin Z}{N \sin 1'' \cos H'}; \quad Z' - Z = 180^\circ - P' - P \frac{\sin 1/2 (H+H')}{\cos 1/2 (H'-H)}.$$

H, H' son las latitudes; P, P', las longitudes; Z, Z', los azimut; la cantidad N tiene por valor:

$$1/2 \left( \frac{a}{1 + e^2 \sin^2 H} \right) \quad y \quad e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}.$$

Por las cantidades a y b que son el grande y el pequeño eje de la tierra se ha tomado a = 6377398<sup>m</sup>; b = 6356080<sup>m</sup>.

Los espesos bosques que cubren la mayor parte del sur de Chile no han permitido extender la triangulación más allá del grado 38 y para levantar esta parte del territorio hasta el grado 42 ha sido necesario tomar por base las observaciones astronómicas y relacionar por medio de pequeñas triangulaciones, los puntos intermedios con los fijados por este método. Las dos estaciones principales son las de Valdivia y de Melipulli en las cuales se había establecido un pequeño observatorio.

Las diferencias de longitud entre estos puntos y el observatorio de Santiago han sido obtenidas por medio de un cronómetro en cuatro viajes sucesivos de Santiago a estos puntos; además la longitud de Valdivia se ha deducido del azimut del volcán Llaima, punto relacionado con los triángulos de primer orden.

Para las latitudes se han observado las alturas circummeridianas de estrellas al norte y al sur del cenit de la estación y se ha escogido las de alturas poco diferentes al fin de compensar el efecto de la refracción.

Para los otros puntos de las provincias de Valdivia y de Llanquihue, las latitudes han sido fijadas del mismo modo, y las longitudes por medio de azimut refiriéndose a las estaciones principales.

Damos aquí los principales datos que han servido para el cálculo de los triángulos y de las coordenadas geográficas.

Señal de la cumbre del cerro Santa Lucía, latitud 33°26'28"7", longitud 0°0'0", longitud referida al meridiano de París 73°0'45" oeste.

Base medida entre Santiago y San Bernardo:

Primera mensura	2000 m, 111
Segunda mensura	2000 m, 096
Término medio	2000 m, 103

Distancia de las señales Tango, Santa Lucía calculada por la base de Santiago 186140,3<sup>m</sup>.

Distancia de las señales Santa Lucía-Petaca calculada por la misma base 28412,3<sup>m</sup>.

Este lado está relacionado con 24 triángulos que llegan hasta Coquimbo; el último lado, señal de Coquimbo-Torre de La Serena ha resultado en 10049,5<sup>m</sup>; la base de La Serena que se ha medido para verificación ha dado:

Primera mensura	800 <sup>m</sup> , 012
Segunda mensura	800 <sup>m</sup> , 086
Término medio	800 <sup>m</sup> , 049

El lado Coquimbo-Serena, calculado directamente por esta base es 1007<sup>m</sup>,3; la diferencia 42<sup>m</sup>,2 es la que ha servido para corregir está primera serie de triángulos.

La serie siguiente se extiende desde La Serena hasta el cerro Cabeza de Vaca en el departamento de Copiapó y consta de 18 triángulos. El último lado Cabeza de Vaca a Lomas Bayas calculado por la base de La Serena es 13144,8<sup>m</sup>.

La tercera base medida sobre la meseta de Cabeza de Vaca ha dado:

Primera mensura	1100 <sup>m</sup> , 197
Segunda mensura	1100 <sup>m</sup> , 175
Término medio	1100 <sup>m</sup> , 186

El lado Cabeza de Vaca a Lomas Bayas calculado por esta base es 131586<sup>m</sup>, lo que da una diferencia de 13,8<sup>m</sup>.

Las series de triángulos que se extienden al sur de Santiago se apoyan sobre el lado Tango-Santa Lucía; la primera serie llega hasta Talca y consta de 14 triángulos. La longitud del último lado formado por las señales de Huencuecho y de Tutucura ha sido hallado de 36,509,5<sup>m</sup>.

La base de verificación medida cerca de Talca es de 400, 229<sup>m</sup>; el mismo lado calculado por esta última base es 36520,9<sup>m</sup>.

Finalmente la última serie, que consta de 19 triángulos desde Talca hasta Los Ángeles, ha dado para el lado señal de Curamavia y señal de Rarincó 11624,0<sup>m</sup>.

Cerca de Los Ángeles se ha medido una base de 774,036<sup>m</sup> y el mismo lado calculado por esta base ha sido 11,613,7<sup>m</sup>.

Las operaciones hechas en las provincias de Valdivia y de Llanquihue descansan sobre la posiciones de Valdivia y de Melipulli:

La latitud de Valdivia es	39° 48' 33" 6''' sur
La longitud por cronómetro	1° 36' 36" oeste
La longitud por el azimut del Llaima	2° 36' 7" 9'''

Esta última es la que ha sido adoptada

La latitud de Melipulli es	41° 28' 29" 2''' sur
La longitud	2° 16' 14" oeste

Damos enseguida las coordenadas geográficas que resultan de estos datos: en primer lugar, las de los vértices de primer orden; después las de los puntos más altos de la cordillera de los Andes así como de los principales boquetes; finalmente las de todos los pueblos de Chile.

Para completar estos datos se han puesto enseguida la superficie de la parte de Chile incluida entre la costa y la línea de vertientes de la cordillera desde el grado 27 hasta el grado 42.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS  
DE LOS VÉRTICES DE LOS TRIÁNGULOS DEL PRIMER ORDEN

<i>Puntos formando los vértices</i>	<i>Latitud S</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Cerro de Ojanco	27° 24' 53" 2'''	0° 9' 27" 8''' E	1.314 <sup>m</sup>
Cerro de las Pintadas	27 36 53 9	0 11 22 8 E	1.815 <sup>m</sup>
Cerro del Checo	27 30 31 3	0 29 38 2 E	2.482 <sup>m</sup>
Cerro de Cabeza de Vaca	27 37 37 1	0 31 19 0 E	2.020 <sup>m</sup>
Cerro de Buenos Aires	27 40 51 9	0 28 10 1 E	2.632 <sup>m</sup>
Cerro de los Frailes	27 53 14 7	0 16 20 2 E	2.116 <sup>m</sup>
Morro de Chañarcillo	27 44 47 7	0 13 0 5 E	1.877 <sup>m</sup>
Cerro de Bandurrias	27 51 2 8	0 8 59 3 E	1.262 <sup>m</sup>
Cerro Blanco	28 1 25 2	0 26 44 6 E	3.017 <sup>m</sup>
Cerro de la Jaula	28 10 0 8	0 0 31 2 O	1.021 <sup>m</sup>
Cerro de Chehueque	28 29 4 1	0 7 7 5 O	1.970 <sup>m</sup>
Cerro de Marañán	28 28 45 1	0 15 31 0 O	829 <sup>m</sup>
Cerro de Agua Amarga	28 49 8 0	0 3 35 1 O	3.218 <sup>m</sup>
Cerro de S. Juan	28 52 45 2	0 26 15 0 O	882 <sup>m</sup>
Cerro de Pajonal	29 12 13 4	0 21 37 3 O	985 <sup>m</sup>
Cerro de Cachiyuyo	29 20 12 6	0 28 12 9 O	872 <sup>m</sup>
Cerro del Potrero	29° 32' 6" 8'''	0° 16' 32" 9''' O	2.125 <sup>m</sup>
Cerro de Salapora	29 35 52 4	0 26 43 3 O	1.816 <sup>m</sup>
Cerro de Juan Soldado	29 41 50 5	0 39 49 4 O	1.266 <sup>m</sup>
La Serena (la torre)	29 54 12 6	0 36 23 4 O	86 <sup>m</sup>
Pan de Azúcar	29 59 28 7	0 35 23 3 O	367 <sup>m</sup>
Coquimbo (palo de señales)	29 56 46 5	0 41 43 4 O	59 <sup>m</sup>
Cerro Grande	29 56 22 5	0 34 35 4 O	577 <sup>m</sup>
Cerro del Toro	30 10 20 8	0 29 15 8 O	1.575 <sup>m</sup>
Cerro Blanco	30 18 23 9	0 39 26 9 O	1.302 <sup>m</sup>
Cerro de Tamaya	30 31 32 4	0 41 40 7 O	1.278 <sup>m</sup>
Cerro de Punitaqui	30 53 26 4	0 43 20 8 O	1.215 <sup>m</sup>
Cerro de Huatulame	30 50 16 4	0 14 10 5 O	2.532 <sup>m</sup>
Cerro de Pama	31 18 50 0	0 26 53 5 O	2.068 <sup>m</sup>
Cerro de las Lletetas	31° 22' 5" 5'''	0° 12' 13" 1''' O	3.216 <sup>m</sup>

NOTA. Las longitudes se refieren al meridiano del cerro Santa Lucía en Santiago; las altitudes son dadas en metros.

<i>Puntos formando los vértices</i>	<i>Latitud S</i>				<i>Longitud</i>				<i>Altitud</i>	
Cerro del Peralillo	31	41	41	3	0	26	35	0	O	1.002 m
Cerro del Maquí	31	48	29	3	0	42	26	1	O	988 m
Cerro de la Cortadera	32	3	13	0	0	21	57	1	O	1.861 m
Cerro de Santa Inés	32	12	50	8	0	50	47	9	O	873 m
Cerro de Longotoma	32	12	23	3	0	23	48	3	O	1.700 m
Cerro de Curichilonco	32	31	10	0	0	19	48	1	O	2.212 m
Cerro del Potrero Alto	32	30	2	2	0	3	52	0	O	1.970 m
Cerro del Tajo	32	41	4	6	0	5	12	3	O	2.315 m
Cerro de la Junta	32	51	48	1	0	5	30	5	O	911 m
Campana de Quillota	32	57	24	2	0	28	50	9	O	1.842 m
Cerro de Montenegro	32	58	38	3	0	4	35	1	O	1.592 m
Cerro del Roble	32	58	53	3	0	21	57	9	O	2.210 m
Cerro de Garfia	32	59	5	8	0	18	25	3	O	1.966 m
Cerro de la Vizcacha	33	5	8	0	0	24	28	2	O	1.981 m
Cerro de Cocalán	33	6	48	4	0	4	1	8	E	2.508 m
Cerro de la Petaca	33	25	13	8	0	18	15	2	O	1.855 m
Cerro de Santa Lucía	33	26	28	7	0	0	0	0		631 m
Cerro de Tango	33	35	32	6	0	5	13	1	O	912 m
Cerro de San Ramón	33	29	10	6	0	12	19	4	E	3.091 m
Cerro de Prado	33	29	58	0	0	18	30	1	O	1.201 m
Cerro de Chiñihue	33	29	41	2	0	27	30	5	O	948 m
Cerro de Huechún	33	44	42	1	0	40	3	8	O	487 m
Cerro de San Diego	33	44	50	4	0	49	58	3	O	526 m
Horcón de Piedra	33	55	5	8	0	26	48	1	O	2.221 m
Cerro de Chada	33	54	17	1	0	5	32	5	O	1.287 m
Cerro de Traucalan	34	14	42	2	0	6	35	9	O	1.270 m
Cerro de las Petacas	34	15	2	0	0	16	37	7	O	694 m
Cerro de los Barriales	34	28	2	4	0	16	57	0	O	697 m
Cerro del Tambo	34	30	29	5	0	26	18	5	O	1.180 m
Cerro de Chimbarongo	34	40	30	1	0	28	35	0	O	513 m
Cerro de Membrillo	34	47	23	2	0	23	20	8	O	1.180 m
Cerro de Curicó	34	58	23	5	0	37	51	9	O	293 m
Cerro de Traruñez	35	11	26	5	0	33	25	3	O	1.105 m
Cerro de Itahue	35	10	18	5	0	51	30	4	O	652 m
Cerro de Tutucura	35	21	11	0	1	7	36	4	O	582 m
Cerro de Huencuecho	35	25	26	2	0	43	26	7	O	649 m
Cerro del Chivato	35	32	11	0	1	5	45	9	O	285 m
Cerro de Quilipín	35	43	56	6	1	0	32	0	O	352 m
Cerro de Gupo	35	42	32	1	1	17	10	5	O	857 m
Cerro de Cuiquén	36	18	14	9	1	54	5	5	O	916 m
Cerro de Canucalqui	36	20	5	4	0	59	15	2	O	631 m
Chillán (la torre)	36	36	35	3	1	30	5	1	O	214 m
Cerro de Queime	36	47	13	5	1	56	48	1	O	685 m
Cerro de Neuquén	36	37	27	7	2	19	0	3	O	553 m
Cerro de Chiguayante	36	55	0	1	2	21	40	6	O	510 m
Cerro de Toca	37 °	9 ’	9 ”	4 ””	2 °	1 ’	23 ”	2 ””	O	195 m
Cerro del Guanaco	37	19	4	6	1	41	53	0	O	360 m

<i>Puntos formando los vértices</i>	<i>Latitud S</i>				<i>Longitud</i>				<i>Altitud</i>	
Cerro de las Estancias	37	25	51	7	2	5	53	1	O	486 <sup>m</sup>
Cerro de Cochenta...	37	42	16	8	1	39	50	3	O	445 <sup>m</sup>
Cerro de Nahuelbuta	37	47	10	0	2	22	13	5	O	1.440 <sup>m</sup>

COORDENADAS GEOGRÁFICAS  
DE LAS PRINCIPALES CIMAS DE LA CORDILLERA

<i>Nombre de las cimas</i>	<i>Latitud</i>				<i>Longitud</i>				<i>Altitud</i>
Volcán de Pular	24° 16' 6"				2° 32' 16" E				"
Volcán de Llullaillaco	24 41 41				2 19 15				6.173 <sup>m</sup>
Cerro del Juncal	25 39 0				2 11 30				5.342 <sup>m</sup>
Volcán de Doña Inés	26 33 10				1 59 50				5.559 <sup>m</sup>
Cerro de la Ternera	27 13 58				0 55 15				4.449 <sup>m</sup>
Cerro Negro	28 10 38				0 58 32				5.298 <sup>m</sup>
Cerro del Potro	28 28 8				0 51 53				5.584 <sup>m</sup>
Cerro de Doña Ana	29 36 28				0 18 22				5.714 <sup>m</sup>
Cerro de las Tórtolas	29 51 58				0 32 40				5.918 <sup>m</sup>
Cerro de Guanu	30 28 34				0 26 41				4.447 <sup>m</sup>
Cerro del Mercedario	31 58 46				0 34 42				6.797 <sup>m</sup>
Cerro de la Ramada	32 3 18				0 41 26				"
Cerro del Chamuscado	32 8 9				0 1 20				3.436 <sup>m</sup>
Cerro del Nacimiento	32 13 11				0 11 25				3.815 <sup>m</sup>
Cerro del Cuzco	32 18 9				0 15 0				3.922 <sup>m</sup>
Cerro Azul	32 58 13				0 12 48				3.420 <sup>m</sup>
Cerro de Aconcagua	32 39 42				0 40 22 E				6.835 <sup>m</sup>
Cerro Alto de la Laguna	32 49 26				0 26 3				4.208 <sup>m</sup>
Cerro del Juncal	33 2 2				0 32 52				6.151 <sup>m</sup>
Cerro de San Francisco	33 10 16				0 26 22				5.573 <sup>m</sup>
Cerro del Plomo	33 13 40				0 27 48				5.779 <sup>m</sup>
Tupungato	33 24 47				0 47 22				6.434 <sup>m</sup>
Cerro de San Ramón	33 29 11				0 12 19				3.091 <sup>m</sup>
Volcán de Maipo	33 44 38				0 25 21				5.917 <sup>m</sup>
Cerro de San Pedro Nolasco	33 45 54				0 19 32				3.339 <sup>m</sup>
Cerro de la Paloma	34 15 42				0 26 24				5.072 <sup>m</sup>
Alto de los Mineros	34 39 54				0 26 10				4.930 <sup>m</sup>
Volcán de Tinguiririca	34 49 49				0 15 7				4.478 <sup>m</sup>
Volcán de Peteroa	35 12 26				0 3 2 O				3.615 <sup>m</sup>
Cerro Colorado	35 17 21				0 0 48 E				4.039 <sup>m</sup>
Volcán del Descabezado	35 35 49				0 9 57 O				3.888 <sup>m</sup>
Volcán del Descabezado	35° 35' 49"				0° 9' 57"				O 3.888 <sup>m</sup>
Volcán Descabezado Chico	35 29 50				0 0 6 O				3.330 <sup>m</sup>
Cerro Azul	35 39 34				0 10 27 O				3.760 <sup>m</sup>
Cerro del Campanario	35 56 32				0 11 55 E				3.996 <sup>m</sup>
Volcán de las Yeguas	35 59 18				0 16 48 O				3.657 <sup>m</sup>

<i>Nombre de las cimas</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Volcán de Longaví	36 13 15	0 39 42 O	3.181 m
Volcán de Chillán	36 48 26	0 52 59	2.904 m
Cerro de el Polcura	36 56 3	0 40 3	2.408 m
Volcán de Antuco	37 23 15	0 47 44	2.762 m
Sierra Velluda	37 26 4	0 50 19	3.492 m
Cerro de Pichachén	37 24 27	0 34 38	2.319 m
Volcán de Callaqui	37 53 25	0 51 56	2.972 m
Volcán de Lonquimay	38 18 6	1 2 58	2.953 m
Volcán de Llaima	38 45 42	1 10 51	3.011 m
Volcán de Villarica	39 26 52	1 23 12	2.837 m
Quetropillán	39 38 43	0 53 40	3.688 m
Volcán de Osorno	41 8 29	1 52 16	2.198 m
Volcán de Calbuco	41 20 51	1 59 8	1.792 m
El Tronador	41 14 5	1 10 30	2.628 m

*Altitudes de algunas cimas dadas por Fitz-Roy*

	<i>Altitud</i>
Corcobado	2.250 m
Michinmavida	2.400 m
Yanteles	2.020 m
Burney	1.770 m
Monte Sarmiento	2.100 m

*Coordenadas geográficas  
de los principales boquetes de la cordillera de los andes*

<i>Nombres de los boquetes</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Come Caballos	27° 54' 50"	1° 12' 8" E	4.188 m
Doña Ana	29 37 24	0 18 12	4.669 m
La Laguna	30 23 32	0 29 10	4.528 m
Valle Hermoso	30 45 22	0 21 15	4.124 m
Del Viento	30 44 10	0 18 40	4.286 m
De Calderón	31 16 2	0 14 8	3.934 m
De Valle Hermoso	32° 20' 56"	0° 32' 12"	3.637 m
De Uspallata	32 58 50	0 31 16	3.927 m
De los Piuquenes	33 31 34	0 46 30	4.200 m
Del Diamante	34 2 2	0 41 4	3.838 m
Del Yeso	34 22 54	0 36 20	2.602 m
Del Planchón	35 11 20	0 0 3 O	3.048 m
Del Lontué	35 27 52	0 4 0 E	2.703 m
De las Barrancas	36 8 14	0 9 58 E	2.204 m

<i>Nombres de los boquetes</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
De Pichachén	37 27 52	0 34 30 O	2.176 m
De Cupullue	37 32 43	0 34 8	2.233 m
De Trapa-Trapa	37 49 45	0 35 53	2.310 m
De Pérez Rosales <sup>8</sup>	” ” ”		1.500 m

*Coordenadas geográficas de las ciudades, puertos y aldeas de Chile  
clasificadas por provincia y departamento*

*Provincia de Atacama*

*Departamento de Caldera*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Puerto de Caldera	27° 5' 8"	0° 9' 22" O	”
Paposo	25 0 36	0 12 12 E	”
Tal Tal	25 23 49	0 7 33 E	”
Chañaral de las Ánimas	26 21 9	0 3 34 E	”
Pajonal	27 43 35	0 19 18 O	”
Total	27 52 40	0 25 8 O	”

*Departamento de Copiapó*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Copiapó	27° 22' 30"	0° 18' 16" E	395 m
Tres Puntas	26 45 8	0 38 47 E	395 m
San Fernando	27 24 8	0 38 47 E	395 m
Pabellón	27 41 0	0 21 36 E	449 m
Juan Godoy	27 50 30	0 11 52 E	688 m
Romero (Placilla)	27 43 31	0 40 25 E	1.811 m
Apacheta	27 51 38	0 31 22 E	1.811 m
San Antonio	27 53 25	0 34 41 E	1.201 m

*Departamento de Vallenar*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Vallenar	28 ° 34 ' 42 "	0 ° 7 ' 13 " O	434 m
Placilla del Huasco	28 45 15	0 30 12 E	434 m
San Félix	28 46 12	0 25 10 E	434 m

<sup>8</sup> Esta última altitud ha sido medida por el Dr. Funk.

*Departamento de Freirina*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Freirina	28° 54' 11"	0° 22' 35" O	137 m
Puerto del Huasco	28 27 40	0 38 50 O	137 m
Puerto de Carrizal	28 54 2	0 28 50 O	137 m
Chañaral	29 1 8	0 45 30	137 m
Huasco Bajo	28 26 38	0 36 25	137 m

## PROVINCIA DE COQUIMBO

*Departamento de La Serena*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
La Serena (la torre)	29° 54' 11"	0° 36' 23"	87 m
Choros bajos	29 17 15	0 39 9	87 m
La Higuera	29 31 10	0 35 20	87 m
Arqueros (Mina Mercedes)	29 50 20	0 16 38	1.334 m
La Compañía	29 53 25	0 35 0	1.334 m
Algarrobito	29 56 48	0 29 56	1.334 m
Palo Negro	30 4 15	0 38 28	1.334 m
Tambillo	30 6 38	0 36 54	286 m
Andacollo	30 14 12	0 28 26	1.031 m
Puerto de Coquimbo	29 56 45	0 41 28	1.031 m

*Departamento de Elqui*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Villa Vicuña	30° 2' 36"	0° 3' 42"	729 m
El Molle	29 59 2	0 18 50	729 m
Gualeguiaca	30 1 20	0 9 50	729 m
El Tambo	30 2 16	0 8 11	729 m
San Isidro	30 2 6	0 2 12	729 m
Peralillo	30 2 48	0 3 18	729 m
Diaguitas	30 2 18	0 0 21 E	729 m
Guanta	29° 50' 20"	0° 19' 0" E	729 m
Paiguano	30 2 24	0 8 0 E	729 m
Pueblo Hundido	30 4 36	0 9 12 E	729 m
Monte Grande	30 6 50	0 9 10 E	729 m

*Departamento de Ovalle*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Ovalle	30 ° 36 ' 16 ''	0 ° 35 ' 5 '' O	217 m
Puerto de Tongoy	30 15 12	0 58 28	217 m
Tamaya (Mina Rosario)	30 33 3	0 35 5	905 m
Guamalata	30 33 54	0 31 41	905 m
Samo bajo	30 32 8	0 28 58	905 m
Samo alto	30 24 48	0 18 18	589 m
San Pedro	30 24 4	0 14 12	589 m
Hurtado	30 16 32	0 0 0	589 m
Zotaqui	30 38 14	0 29 18	589 m
Montepatria	30 42 38	0 17 20	589 m
Rapel	30 45 10	0 5 48	589 m
Mialqui	30 45 12	0 12 58	589 m
Carén	30 54 50	0 5 52	868 m
Agua Amarilla	30 54 58	0 0 25	868 m
Barraza	30 38 38	0 50 15	868 m
San Julián	30 35 54	0 42 28	868 m
La Chimba	30 37 4	0 35 32	868 m
Palqui	30 45 56	0 20 0	868 m
Río Grande	30 57 40	0 8 45	868 m
Guatulame	30 48 44	0 22 35	868 m

*Departamento de Combarbalá*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Combarbalá	31 ° 10 ' 56 ''	0 ° 14 ' 40 ''	1.065 m
Cogotí	31 5 50	0 14 44	1.010 m

*Departamento de Illapel*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Illapel	31 ° 37 ' 49 ''	0 ° 29 ' 40 ''	526 m
Angostura	31 27 18	0 51 30	526 m
Canela Baja	31 24 0	0 45 10	526 m
El Asiento	31 35 50	0 50 10	526 m
Mincha	31 ° 35 ' 28 ''	0 ° 45 ' 0 ''	526 m
Chalinga	31 46 29	0 16 38	526 m
Salamanca	31 47 58	0 15 54	526 m

*Provincia de Aconcagua*  
*Departamento de San Felipe*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
San Felipe	32° 47' 25"	0° 2' 0" O	657 m

*Departamento de Petorca*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Peteroa	32° 18' 43"	0° 17' 51"	501 m
Chincolco	32 17 10	0 13 7	715 m
Hierro Viejo	32 21 8	0 24 10	225 m
Pupido	31 55 6	0 32 44	312 m
Puerto de los Vilos	31 56 20	0 52 40	312 m
Quilimarí	31 58 12	0 50 28	312 m
Pichidangui	32 7 55	0 53 35	312 m

*Departamento de La Ligua*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
La Ligua	32° 27' 23"	0° 36' 15"	75 m
La Placilla	32 27 5	0 39 34	62 m
El Blanquillo	32 33 12	0 37 14	112 m
Puerto de Papudo	32 30 45	0 48 20	112 m

*Departamento de Putaendo*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
San Antonio de Putaendo	32° 40' 45"	0° 1' 49"	825 m
El Asiento	32 44 11	0 4 30	825 m

*Departamento de Los Andes*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Santa Rosa	32° 54' 54"	0° 6' 39" E	818 m
Curimonte	32 51 31	0 1 10 E	679 m
Tierra Blanca	32 51 24	0 1 23 O	679 m



Eug. Cicero lith.

Imp. Barouss, Cité C<sup>1</sup>12, Paris.

## MINAS DE CHAÑARCILLO

e' Formation jurassique e' Grenat. I Porphyre augitique. II MINES. 1 Yungay. 2 Manto de Osa. 3 Guías. 4 Colorado. 5 Rebenton.  
 6 Candelaria. 7 Bolaco. 8 Descubridora. 9 S. Francisco. 10 Delirio. 11 Constanca. 12 Flor de Maria. 13 Dolores primera.

Vista del mineral de Chañarcillo.

Además de las formaciones geológicas que constituyen este mineral, se ha indicado la situación de las minas principales de modo que se puede seguir la dirección de las vetas sobre las cuales se hallan situadas.  
 I. Dique de pórfido augítico. e. Calcáreo de la formación jurásica. e'. Calcáreo metamorfozido y cambiado en granate por la acción del pórfido augítico.



*Provincia de Valparaíso*  
*Departamento de Valparaíso*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Valparaíso	33 ° 1' 55''	0 ° 58' 50'' O	''
Placilla	33 7 0	0 55 42	363 m

*Departamento de Quillota*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Quillota	32 ° 51' 56''	0 ° 32' 46''	124 m
Puchuncaví	32 41 20	0 41 24	117 m
Conchalí	32 47 10	0 26 51	190 m
Tabolango	32 55 18	0 40 8	190 m

*Departamento de Limache*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Limache (viejo)	32 ° 58' 8''	0 ° 36' 36''	67 m
Olmué	32 58 36	0 32 2	67 m
Quilpué	33 7 10	0 45 58	67 m

*Departamento de Casablanca*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Casablanca	33 ° 14' 12''	0 ° 48' 12''	231 m
Las Dichas	33 12 38	0 53 42	231 m
Puerto de Algarrobo	33 21 50	1 6 5	231 m

*Provincia de Santiago*  
*Departamento de Santiago*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Santiago (cerro de Santa Lucía)	33 ° 26' 29''	0 ° 0' 0''	9.569 m
Colina	33 12 54	0 1 22	569 m
Tiltil	33 8 34	0 12 22	569 m
Lampa	34 14 17	0 11 26	569 m
Nuñoa	33 27 12	0 2 22 E	269 m
Renca	33 24 27	0 3 45 O	269 m

<sup>9</sup> Está altitud se refiere a la base del cerro Santa Lucía.

*Departamento de la Victoria*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
San Bernardo	33° 35' 33''	0° 3' 32'' O	512 m
San José de Maipo	33 39 45	0 16 18 E	1.010 m
Peñaflor	33 36 18	0 15 18 O	1.010 m
Talagante	33 38 55	0 14 52	1.010 m

*Departamento de Melipilla*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Melipilla	33° 44' 22''	0° 38' 49''	119 m
San Francisco del Monte	33 42 1	0 21 20	119 m
Pomaire	33 40 21	0 33 6	119 m
Curacaví	33 25 12	0 31 7	167 m
Cartagena	33 38 15	0 55 40	167 m
Puerto de San Antonio	33 43 3	0 55 5	167 m
Concunén	33 51 58	0 49 38	41 m

*Departamento de Rancagua*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Rancagua	34° 12' 0''	0° 7' 33''	513 m
Villa de Buin	33 43 52	0 5 45	513 m
Linderos	33 45 25	0 3 0	513 m
Maipo	33 44 18	0 8 15	513 m
Valdivia	33 45 44	0 17 0	513 m
Codegua	34 1 41	0 0 56	513 m
Alhué	34 5 48	0 34 13	513 m
San Pedro	33° 58' 27''	0° 4' 10''	513 m
Machali	34 12 45	0 2 33	513 m
Miranda	34 17 30	0 23 6	513 m
Doñihue	34 22 32	0 30 8	346 m
Idahue	34 26 50	0 30 46	225 m
Peumo	34 27 30	0 32 16	184 m
Llallauquén	34 18 20	0 48 24	114 m

## PROVINCIA DE COLCHAGUA

*Departamento de San Fernando*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
San Fernando	34° 35' 0''	0° 23' 44'' O	337 m
Chimbarongo	34 43 50	0 26 56	337 m

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Rancagua	34	39	43	0	36	7	337 <sup>m</sup>
La Estrella	34	11	8	1	3	16	337 <sup>m</sup>
Los Ciruelos	34	26	58	1	23	4	337 <sup>m</sup>
Peña Blanca	34	32	56	1	7	33	337 <sup>m</sup>
Rapel	33	58	34	1	9	22	337 <sup>m</sup>
Navidad	33	56	47	1	15	15	337 <sup>m</sup>
Rosario	34	6	58	1	8	0	337 <sup>m</sup>

*Departamento de Caupolicán*

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Rengo	34 <sup>o</sup>	25'	1''	0 <sup>o</sup>	15'	36''	284 <sup>m</sup>
El Olivar	34	12	21	0	12	42	284 <sup>m</sup>
La Requínoa	34	17	8	0	12	50	284 <sup>m</sup>
Coínco	34	15	40	0	19	59	284 <sup>m</sup>
La Quinta	34	21	10	0	22	7	284 <sup>m</sup>
Guacalhue	34	21	29	0	25	52	284 <sup>m</sup>
Zúñiga	34	21	52	0	31	21	284 <sup>m</sup>
Chanqueahue	34	23	47	0	25	51	284 <sup>m</sup>
Malloa	34	27	30	0	20	36	284 <sup>m</sup>
San Vicente de Taguatagua	34	27	14	0	28	33	284 <sup>m</sup>

*Provincia de Curicó*

*Departamento de Curicó*

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Curicó (el cerro)	34 <sup>o</sup>	58'	24''	0 <sup>o</sup>	37'	52''	284 <sup>m</sup>
Comalle	34	51	46	0	40	49	284 <sup>m</sup>
Santa Cruz	34	39	16	0	46	28	284 <sup>m</sup>
Romeral	34	58	18	0	31	56	284 <sup>m</sup>

*Departamento de Vichuquén*

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Vichuquén	34 <sup>o</sup>	55'	0''	1 <sup>o</sup>	26'	4'' O	284 <sup>m</sup>
Pumanque	34	37	8	1	4	23	284 <sup>m</sup>
Lolol	34	43	18	1	2	6	284 <sup>m</sup>
Quiahue	34	41	31	0	51	2	284 <sup>m</sup>
Bucalemu	34	39	0	1	27	58	284 <sup>m</sup>
Paredones	34	40	32	1	20	4	284 <sup>m</sup>
San Pedro de Alcántara	34	46	58	1	16	46	284 <sup>m</sup>
Puerto de Llico	34	46	11	1	32	25	284 <sup>m</sup>

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Cualane	35	0	1	1	12	34	284 m
Idahue	35	1	26	1	21	52	284 m

*Provincia de Talca*  
*Departamento de Talca*

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Talca	35 °	25 ' 53 ''		1 °	5 ' 28 ''		73 m
Chagres	35	15	5	0	52	5	73 m
Pelarco	35	20	10	0	56	9	73 m
Población	35	11	49	1	20	29	73 m
Tabunco	35	11	1	1	22	20	73 m
Las 200 casas	35	20	26	1	12	24	73 m
Pencahue	35	23	42	1	12	23	73 m
Malleco	35	14	36	1	22	36	73 m
Pudú	35	13	5	1	40	33	73 m

*Departamento de Lontué*

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Villa Molina	35 °	7 ' 14 ''		0 °	41 ' 44 ''		281 m

*Provincia de Maule*  
*Departamento de Cauquenes*

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Cauquenes	35 °	58 ' 1 ''		1 °	37 ' 58 ''		154 m
Chanco	35	43	45	1	59	54	154 m
Curanipe	35	50	22	2	4	38	154 m

*Departamento de Constitución*

	<i>Latitud</i>			<i>Longitud</i>			<i>Altitud</i>
Puerto de Constitución	35 °	19 ' 8 ''		1 °	46 ' 12 ''	O	154 m
Nirivilo	35	42	25	1	28	56	154 m
El Empedrado	35	39	32	1	28	50	154 m
Valdez	35	28	12	1	49	8	154 m
El Parral	35	31	30	1	58	40	154 m
La Greda	35	37	16	1	54	40	154 m

*Departamento de Linares*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Linares	35 ° 50 ' 48 "	0 ° 59 ' 56 "	151 m
Loncomilla	35 35 25	1 7 28	151 m
San Lorenzo	35 41 28	0 58 10	151 m
Yerba Buena	35 43 18	0 57 20	151 m
San Antonio de Ancos	35 53 32	0 55 16	151 m
La Palmilla	35 46 48	1 7 28	151 m
Liguay	35 56 6	1 2 14	151 m

*Departamento de Parral*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Parral	36 ° 8 ' 18 "	1 ° 10 ' 14 "	162 m
Cumpanoacura	36 0 46	1 20 28	162 m
Chimbarongo	36 5 50	1 10 12	162 m
Quito	36 10 48	1 2 54	162 m

*Departamento del Itata*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Quirihue	36 ° 17 ' 18 "	1 ° 58 ' 12 "	257 m
Huechupureo	36 4 12	2 12 8	257 m
Puerto de Cobquecura	36 ° 7 ' 30 "	2 ° 11 ' 52 "	257 m
Comullao	36 16 58	2 13 18	257 m
Ninhue	36 22 12	1 46 8	257 m
Portezuelo	36 30 52	1 44 34	257 m
Lunquén	36 25 16	2 1 8	257 m

*Provincia de Ñuble*

*Departamento de Chillán*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Chillán (latorre)	36 ° 36 ' 35 "	1 ° 30 ' 5" O	214 m
Villa Pinto	36 42 47	1 16 34	214 m
Bulnes	36 45 1	1 42 25	214 m
Pemuco	36 57 28	1 28 54	214 m
Yungay	37 9 23	1 23 47	214 m

*Departamento de San Carlos*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
San Carlos	36° 25' 22"	1° 23' 24"	128 m

*Provincia de Concepción*  
*Departamento de Concepción*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Concepción	36° 49' 37"	2° 29' 8"	13 m
Chiguayante	36 54 25	2 23 38	13 m

*Departamento de Coelemu*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Coelemu	36° 28' 49"	2° 5' 0"	40 m
Puerto de Tomé	36 37 1	2 21 6	40 m
Rafael	36 37 34	2 8 36	201 m
Puerto de Dichato	36 32 12	2 20 0	201 m
Puerto de Lirquén	36 42 33	2 19 35	201 m
Puerto de Penco	36 44 8	2 20 57	201 m

*Departamento de Puchacai*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
La Florida	36° 49' 32"	2° 3' 20"	233 m
Quellón	36 43 58	1 52 17	233 m
Hualqui	36 57 38	2 17 40	55 m

*Departamento de Talcahuano*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Talcahuano	36° 42' 5"	2° 27' 49" O	55 m

*Departamento de Rere*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Rere	37° 8' 5"	2° 6' 20"	154 m
Yumbel	37 5 51	1 56 45	148 m
Talcamávida	37 9 11	2 19 26	148 m

*Departamento de Lautaro*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Santa Juana	37° 10' 23"	2° 17' 30"	74 <sup>m</sup>
Puerto de Coronel	37 1 32	2 30 56	74 <sup>m</sup>
Puerto de Lota	37 5 23	2 31 40	74 <sup>m</sup>

*Provincia de Arauco*  
*Departamento de La Laja*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Los Ángeles	37° 28' 12"	1° 43' 51"	166 <sup>m</sup>
Tucapel	37 16 44	1 23 11	166 <sup>m</sup>
Antuco	37 19 47	1 6 45	602 <sup>m</sup>
Quilleco	37 27 42	1 27 41	360 <sup>m</sup>
San Carlos de Purén	37 37 28	1 39 29	360 <sup>m</sup>
Santa Bárbara	37 41 33	1 23 5	259 <sup>m</sup>

*Departamento de Nacimiento*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Nacimiento	37° 30' 3"	2° 3' 0"	113 <sup>m</sup>
Negrete	37 36 21	1 54 49	130 <sup>m</sup>
Mulchén	37 43 5	1 35 38	287 <sup>m</sup>

*Departamento de Arauco*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Puerto de Arauco	37° 14' 30"	2° 43' 25" O	287 <sup>m</sup>
Puerto de Quiapo	37 23 58	2 53 16	287 <sup>m</sup>
Puerto de Tubul	37 15 18	2 49 20	287 <sup>m</sup>
Puerto de Llico	37 22 45	2 56 12	287 <sup>m</sup>

*Departamento de Lebu*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Puerto de Lebu	37° 36' 34"	2° 58' 55"	287 <sup>m</sup>
Tucapel	37 46 22	2 31 48	287 <sup>m</sup>

*Departamento de Angol*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Angol	37° 48' 5"	2° 4' 3"	126 m
Purén	38 6 40	2 17 24	126 m

*Departamento de La Imperial*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Toltén	39° 15' 6"	2° 36' 45"	126 m
Puerto de Queule	39 25 28	2 38 42	126 m

*Provincia de Valdivia*  
*Departamento de Valdivia*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Valdivia	39° 48' 34"	2° 36' 8"	126 m
Puerto de Coral	39 53 10	2 47 34	126 m
Arique	39 48 50	2 27 20	126 m
Calle Calle	39° 46' 59"	2° 25' 10"	126 m
Quinchilca	39 50 54	2 13 20	126 m

*Departamento de La Unión*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
La Unión	40° 17' 45"	2° 26' 53"	25 m
Río Bueno	40 20 40	2 8 50	25 m
Trumao	40 21 55	2 32 43	25 m

PROVINCIA DE LLANQUIHUE

*Departamento de Llanquihue*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Puerto de Melipulli	41° 28' 29"	2° 16' 15" O	25 m
El Arrayán	41 24 0	2 13 50	25 m
Puerto Varas	41 19 38	2 16 10	50 m
Frutillar	41 11 40	2 20 0	50 m
Puerto Octay	41 2 10	2 11 25	50 m

*Departamento de Osorno*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Osorno	40 ° 34 ' 32 "	2 ° 30 ' 16 "	22 m
Tramalhue	40 29 20	2 23 45	22 m
Cancura	40 45 30	2 20 12	22 m

*Departamento de Carelmapu*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Carelmapu	41 ° 44 ' 25 "	3 ° 2 ' 20 "	22 m
Maullín	41 36 50	2 55 15	22 m
Rosario	41 45 50	2 27 50	22 m
Calbuco	41 46 30	2 28 0	22 m

*Colonia de Magallanes*

	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>
Punta Arenas	53 ° 9 ' 42 "	0 ° 12 ' 31 "	22 m

SUPERFICIE DE CHILE

Para calcular la superficie de la parte de Chile comprendida entre la costa y la línea de vertientes de la cordillera de los Andes desde el grado 28 hasta el 37 se han considerado los trapecios esféricos formados por dos meridianos y dos paralelos cuya superficie está dada por la siguiente serie:

$$S = \pi ab \frac{P' - P}{90} \left\{ \begin{array}{l} \sin \phi \cos \psi - 1/3 m (m + 2) \sin 3 \phi \cos 3 \psi + 1/5 m^2 2m + 3 \\ \sin 5 \phi \cos 5 \psi - \text{etc.}, \end{array} \right.$$

en la cual P, P' son las longitudes, la mitad de la diferencia de las latitudes,  $\psi$  la mitad de la suma de estas mismas;  $a$  y  $b$  los ejes de la tierra y

$$m = \frac{a - b}{a + b}$$

El cuadro siguiente da la superficie de los trapecios cuyos lados son de diez minutos calculados desde el grado 27 hasta el grado 37 en centésimos de kilómetros cuadrados.

<i>Latitudes</i>		<i>Áreas</i>		<i>Latitudes</i>		<i>Áreas</i>	
De 27°	0'	a 27°	10'	305 <sup>k</sup> ,	21	de 29°	10'
	10		20	304,	76	a 29°	20'
	20		30	304,	31		30
							40
							298,
							23

	<i>Latitudes</i>		<i>Áreas</i>			<i>Latitudes</i>		<i>Áreas</i>	
de	30	a	40	303, 86	de	40	a	50	297, 75
	40		50	303, 41		50	30	0	297, 27
	50	28	0	302, 96	30	0	30	10	296, 79
28	0	28	10	302, 49		10		20	296, 27
	10		20	302, 03		20		30	295, 75
	20		30	301, 57		30		40	295, 24
	30		40	301, 10		40		50	294, 72
	40		50	300, 62		50	31	0	294, 20
	50	29	0	300, 16	31	0	31	10	293, 68
29	0	29	10	299, 70		10		20	293, 16
31	20	31	30	29, 63	34	10	34	20	283, 26
	30		40	292, 10		20		30	282, 69
	40		50	291, 56		30		40	282, 12
	50	32	0	291, 02		40		50	281, 54
32°	0	32°	10'	290 <sup>k</sup> , 48		50'	35°	0'	280 <sup>k</sup> , 96
	10		20	289, 94	35	0	35	10	280, 38
	20		30	289, 40		10		20	279, 78
	30		40	288, 86		20		30	279, 19
	40		50	288, 31		30		40	278, 60
	50	33	0	287, 76		40		50	278, 01
33	0	33	10	287, 21		50	36	0	277, 42
	10		20	286, 65	36	0	36	10	276, 83
	20		30	286, 09		10		20	276, 23
	30		40	285, 53		20		30	275, 63
	40		50	284, 97		30		40	275, 03
	50	34	0	284, 46		40		50	274, 43
34	0	34	10	283, 83		50	37	0	273, 82

Se ha buscado en primer lugar el número de estos trapecios que contenía cada departamento de Chile y para las partes de un área más pequeña que la de un trapecio de 10' se las ha subdividido en trapecios de 5' y 1', considerando el área de éstos como proporcional a la del gran trapecio correspondiente; así se han calculado las áreas de los departamentos y provincias incluidos en el cuadro que sigue.

*Áreas de las provincias y departamentos de Chile en kilómetros cuadrados*

	<i>Áreas</i>	
	<i>Departamentos</i>	<i>Provincias</i>
Departamento de Valparaiso	12.536 <sup>k</sup> , 15	”
Departamento de Freirina	6.086, 42	”
Provincia de Atacama	6.086, 42	<sup>10</sup>
Departamento de Elqui	5.339, 00	”

<sup>10</sup> El área de la provincia de Atacama se dará más abajo.

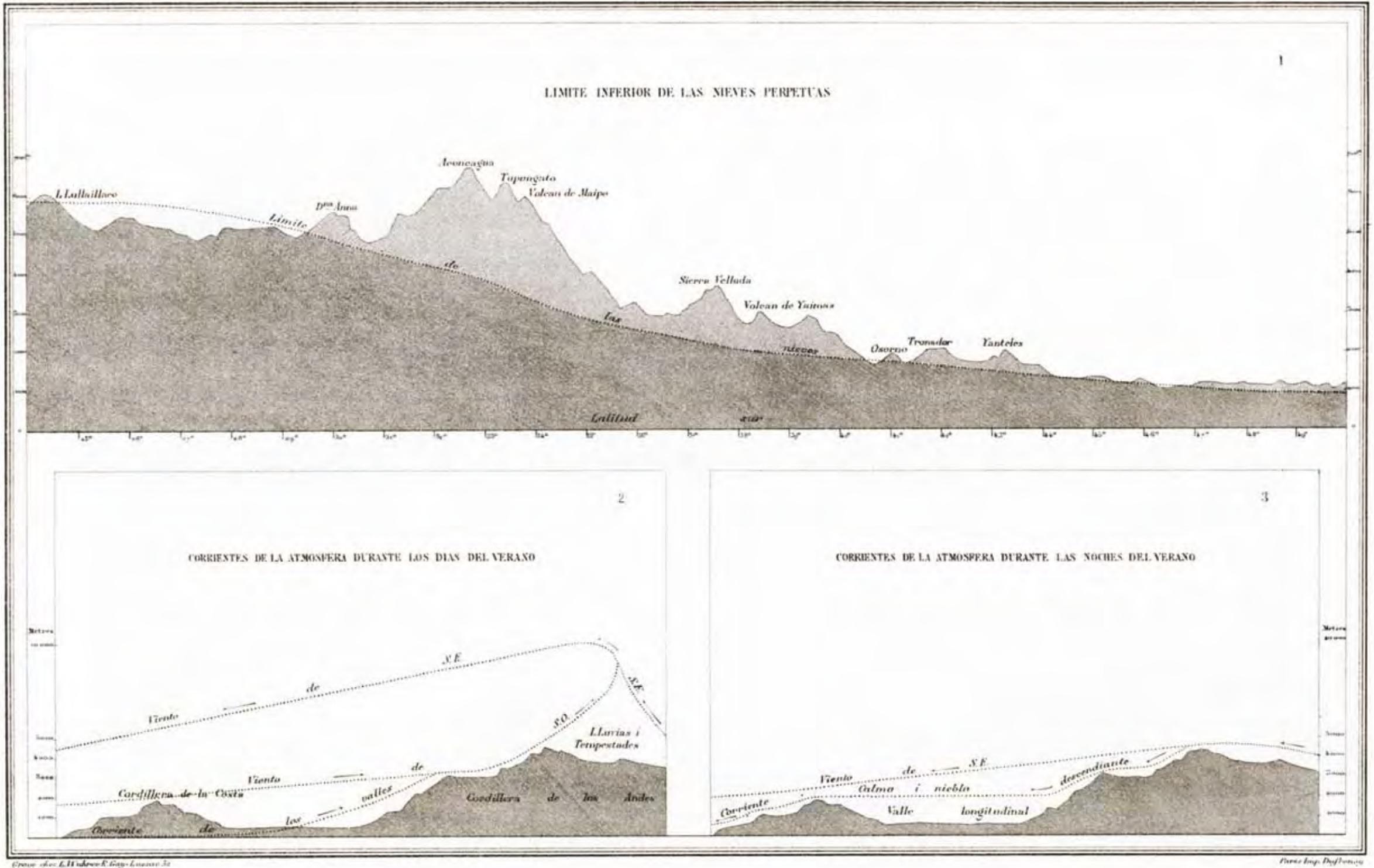


Fig. 1. Cuadro indicando el límite inferior de las nieves perpetuas desde el grado 24 hasta el grado 53. Este límite está indicado por una línea punteada; otras líneas horizontales que corresponden a espacios de mil metros hacen conocer las alturas, y las latitudes son indicadas de grado en grado sobre la línea inferior que representa al mismo tiempo el nivel del mar. La relación entre las alturas y las distancias horizontales es de 1 a 80.

Fig. 2. Cuadro de las corrientes atmosféricas que se manifiestan durante el verano en las provincias centrales de Chile desde las diez de la mañana hasta la noche. La corriente superior de S.-E está indicada por una línea discontinua; las corrientes inferiores, por líneas punteadas.

Fig. 3. Cuadro de las corrientes atmosféricas que se manifiestan durante la noche en las mismas provincias. Se han conservado las mismas indicaciones que en el cuadro anterior; la línea inferior que corresponde al valle longitudinal indica el límite superior de las nieblas que se forman a menudo durante la noche por el contacto del aire frío que baja de la cordillera.



	<i>Áreas</i>	
	<i>Departamentos</i>	<i>Provincias</i>
Departamento de La Serena <sup>11</sup>	6.923 , 50	”
Departamento de Ovalle	10.854 , 03	”
Departamento de Combarbalá	2.364 , 00	”
Departamento de Illapel	7.945 , 20	”
Provincia de Coquimbo	7.945 , 20	33.422, 73
Departamento de Petorca	8.104 , 18	”
Departamento de la Ligua	4.712 , 92	”
Departamento de Putaendo	2.261 , 88	”
Departamento de San Felipe	2.011 , 82	”
Departamento de Santa Rosa	2.034 , 88	”
Provincia de Aconcagua	”	16.125, 70
Departamento de Quillota	1.703 <sup>k</sup> , 88	”
Departamento de Casablanca	1.233 , 54	’
Departamento de Valparaíso	246 , 00	”
Departamento de Limache	936 , 00	”
Provincia de Valparaíso	”	4.120, 36
Departamento de Santiago	2.379 , 70	”
Departamento de la Victoria	4.394 , 78	”
Departamento de Melipilla	4.152 , 24	”
Departamento de Rancagua	9.137 , 28	”
Provincia de Santiago	”	20.864, 60
Departamento de Caupolicán	3.651 , 08	”
Departamento de San Fernando	6.178 , 14	”
Provincia de Cochagua	”	9.829, 22
Departamento de Curicó	3.847 , 05	”
Departamento de Vichuquén	3.697 , 61	”
Provincia de Curicó	”	7.544, 66
Departamento de Lontué	2.043 , 04	”
Departamento de Talca	7.483 , 50	”
Provincia de Talca	”	9.256, 54
Departamento de Constitución	903 , 44	”
Departamento de Linares	6.724 , 96	”
Departamento de Parral	2.086 , 00	”
Departamento de Cauquenes	4.242 , 52	’
Departamento del Itata	2.669 , 74	”
Provincia de Maule	16.626 , 66	”
Departamento de San Carlos	3.710 , 69	”
Departamento de Chillán	5.499 , 22	”
Provincia de Ñuble	”	9.209, 91
Departamento de Coelemu	1.291 , 50	”
Departamento de Talcahuano	112 , 25	”
Departamento de Concepción	62 , 60	”

<sup>11</sup> Se ha reunido a este departamento el de Coquimbo.

	Áreas	
	Departamentos	Provincias
Departamento de Puchucay	1.750 , 37	”
Departamento de Rere	3.825 , 69	”
Departamento de Lautaro	2.222 , 37	”
Provincia de Concepción	”	9.264, 86
Área de las provincias de Coquimbo, Aconcagua, Valparaíso, Santiago, Colchagua, Curicó, Talca, Maule, Ñuble y Concepción	”	136.554, 64

Las provincias que preceden son las solas sobre las cuales se extiende la triangulación; para las provincias de Atacama, Arauco, Valdivia y Llanquihue, la línea de vertientes de la cordillera no ha podido ser fijada con la misma exactitud; era pues inútil calcular las áreas de los trapecios con la misma precisión; son éstos los datos que han servido.

Área de los trapecios de 10' calculados de grado en grado:

Latitudes	Trapecios	Diferencias
De 24° a 24° 10'	3 12,79	
25 25 10	310,36	2,43
26 26 10	307,83	2,53
27 27 10	305,21	2,62
38 38 10	269,51	0,00
39 39 10	265,71	3,80
40 40 10	261,85	3,86
41 41 10	257,90	3,95
42 42 10	253,88	4,02

La provincia de Atacama está formada por los departamentos de Copiapó, Caldera, Vallenar y Freirina; el área de los dos últimos ha sido ya indicada: para los de Copiapó y Caldera los datos que preceden dan 82.105<sup>ke</sup>,88; resultando para el área de la provincia de Atacama, 100.728<sup>ke</sup>,45;

Se ha hallado del mismo modo,	
Para la provincia de Arauco	37.268 <sup>ke</sup> , 71
Para la de Valdivia	19.535 , 74
Para la de Llanquihue	18.193 , 04

Lo que da para la superficie total del espacio situado al oeste de la línea de vertientes de la cordillera desde el límite norte de Chile hasta el grado 42:312.280 kilómetros cuadrados.

## NOTA 2

### NOTAS DE LA OROGRAFÍA

En las cuestiones que se refieren a la orografía es a menudo necesario indicar sobre los mapas la situación de ciertos círculos de la esfera; estos círculos son representados por curvas cuya naturaleza varía según el modo de proyección empleado para estos mapas y de esto resulta a veces que se tienen que hacer cálculos bastante largos; he pensado, pues, que sería muy útil buscar un método que fuese independiente de los sistemas de proyección y permitiera trazar estos círculos sobre cualquier especie de mapa, lo que se obtiene calculando las coordenadas geográficas de los puntos de estos círculos; he aquí el método.

Si se considera un gran círculo que pasa por dos puntos  $m$  y  $m'$  cuyas coordenadas geográficas son conocidas y que se designa por  $H, H'$  sus latitudes, por  $P, P'$  sus longitudes; la porción de este círculo incluido entre los dos puntos forma con sus meridianos un triángulo esférico cuyos vértices son el polo de la tierra y los dos puntos dados; el lado  $pm$  que va del polo al punto  $m$ , tiene por valor  $90^\circ - H$  lo mismo  $pm' = 90^\circ - H'$  y se conoce, además, el ángulo que corresponde al polo y que es la diferencia de las longitudes  $P' - P$ ; si se designa por  $C, C'$  las colatitudes  $90^\circ - H, 90^\circ - H'$  por  $\Delta P$  la diferencia  $P' - P$  y por  $a$  el arco  $mm'$ ; las fórmulas conocidas dan

$$\cos a = \cos C \cos C' + \sin C' \cos \Delta P \quad (1)$$

y además, si se designa por  $Z$  y  $Z'$  los ángulos que forman el arco  $a$  con los meridianos.

$$\sin Z = \sin \Delta P \frac{\sin C'}{\sin a}; \sin Z' = \sin \Delta P \frac{\sin C}{\sin a} \quad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) harán conocer el arco  $a$  y los ángulos  $Z$  y  $Z'$ .

Un gran círculo encuentra siempre el ecuador en dos puntos opuestos y es fácil hallar estos puntos con los datos indicados arriba; sea  $M$  uno de los estos puntos  $P,$

$P_0$  su longitud, lo que da  $\Delta P = P_0 - P$ ,  $P_0 = P + \Delta P$ ; en el triángulo polar  $Mpm$ ,  $Mp = 90$   $mp = C$ , lo que da

$$\text{tang } \Delta P = \cos C \text{ tang } Z \quad (3)$$

y el ángulo  $A$  del círculo con el ecuador será dado por la ecuación

$$\sin A = \sin Z \sin C \quad (4)$$

Es fácil ahora formar la ecuación que servirá para calcular las coordenadas de todos los puntos del círculo; tomando por centro de coordenadas el punto  $M$  de la intersección ecuatorial y designando por  $a$  el arco  $Mm$ , el triángulo  $Mmp$  da

$$\sin c = \sin a_0 \frac{\sin(90^\circ - A)}{\sin \Delta P}; \cos c = \sin a_0 \cos(90^\circ - A)$$

y si se divide la primera ecuación por la segunda

$$\text{tang } c = \frac{\text{tang}(90 - A)}{\sin \Delta P}$$

y finalmente notando que  $C = 90^\circ - H$

$$\cot H = \frac{\cot A}{\sin \Delta P} \quad (5)$$

por cada valor de  $\Delta P$  se conocerá el valor correspondiente de  $H$ ; además la longitud que corresponde a  $H'$  será dada por la relación  $P = P_0 \pm P$

Cuando  $\Delta P = 90^\circ$  se tiene  $H = A$  es el máximo de la latitud que puede alcanzar el círculo; las latitudes de sus polos son pues  $90^\circ - A$  y sus longitudes  $P_0 \pm 90^\circ$

Se necesita a veces conocer los puntos de intersección de dos círculos y el ángulo que forman. Estas intersecciones son los polos de un tercer círculo que pasa por los polos de los dos primeros; bastará pues calcular las coordenadas de los primeros polos; en cuanto al ángulo será la suma o la diferencia de los ángulos  $Z$ ,  $Z'$  formados por los círculos con el meridiano del punto de intersección.

#### CÍRCULOS PARALELOS

El pequeño círculo que es paralelo a uno grande tiene por propiedad que todos sus puntos están a igual distancia de los polos de este círculo. Sea  $a$  el arco que mide esta distancia  $H$  y  $P$ , las coordenadas del polo correspondiente  $H$  y  $P$  las de uno de los puntos del paralelo, las fórmulas conocidas darán

$$\cos a = \sin H \sin H_1 + \cos H \cos H_1 \cos \Delta P$$

lo que hará conocer el valor de  $a$  y como éste es constante se tendrá finalmente

$$\cos \Delta P = \frac{\cos a - \sin H \sin H_1}{\cos H \cos H_1}$$

ecuación que dará por cada valor de  $H$  el valor correspondiente de  $P$ .

Para conocer el ángulo que forma el paralelo con un meridiano, basta notar que este ángulo es el complemento del que se hace el arco  $a$  con el mismo meridiano; éste está dado por la fórmula

$$\sin z = \frac{\sin \Delta P \cos H_1}{\sin a}$$

de donde resulta que el ángulo del paralelo es  $90^\circ - Z$ .

Damos enseguida las coordenadas de un cierto número de puntos de los grandes círculos de las zonas orográficas y de algunos de sus paralelos, calculados mediante estas fórmulas.

DATOS NUMÉRICOS QUE FIJAN  
LA POSICIÓN DE LOS CÍRCULOS DE LAS ZONAS OROGRÁFICAS

*Zona chilena*

Gran círculo

Polos       $H = 14^\circ 17' \text{ S}$  ;  $P = 13^\circ 13' \text{ E}$   
               $H = 14^\circ 17' \text{ N}$  ;  $P = 166^\circ 47' \text{ O}$

Intersección ecuatorial  $P = 103^\circ 13' \text{ E}$  ;  $76^\circ 47' \text{ O}$ .

Ángulo del círculo con el ecuador  $A = 75^\circ 41'$ .

*Coordenadas de los puntos del círculo*

<i>Longitud E<sup>12</sup></i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud O</i>	<i>Latitud</i>
0°	75° 19' N	0°	75° 19' N
10	75 40	10	74 29
20	75 35	20	73 2
30	75 0	30	70 42
40	74 3	40	66 55
50	72 19	50	60 29
60	69 33	60	48 32
70°	65° 1'	70°	24° 50'

<sup>12</sup> Las longitudes son contadas desde el meridiano de París.

<i>Longitud E</i>	<i>Longitud O</i>	<i>Latitud</i>	<i>Latitud</i>
80	57 5 N	80	12 24
90	53 36	90	53 36
100	12 24	100	57 5
110	24 50 S	110	65 1
120	48 32	120	69 33
130	60 29	130	72 19
140	66 55	140	74 3
150	70 42	150	75 9 O
160	73 2	160	75 35
170	74 29	170	75 40
180	75 19	180	75 19

*Paralelo pasando por Valparaíso*

<i>Longitud. E</i>	<i>Longitud O</i>	<i>Latitud</i>	<i>Latitud</i>
0°	66° 24' O.	0°	66° 24' O
10	68 51	10	63 36
20	71 6	20	60 13
30	73 18	20	60 13
40	75 54	20	60 13
50	78 8	20	60 13
60	81 28	20	60 13

ZONA DE LAS MONTAÑAS PEDREGOSAS  
(SISTEMA PERUANO)

*Gran círculo*

Polos H = 22° 41' S ; P = 173° 56' E  
 H = 22 41' N ; P = 66° 4' O

Intersección ecuatorial P = 83°56' E.; 96°4' O

Ángulo del círculo con el ecuador A = 67°19'

*Coordenadas de los puntos del círculo*

<i>Longitud E</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud O</i>	<i>Latitud</i>
0°	67° 12'	0°	67° 12' N
10	66 30	10	67 16
20	65 3	20	66 42
30°	62° 39'	30°	65° 26'

<i>Longitud E</i>	<i>Latitud</i>		<i>Longitud O</i>	<i>Latitud</i>	
40	58	56	40	63	16
50	53	11	50	59	52
60	44	9	60	54	38
70	29	37	70	46	26
80	9	2	80	33	30
90	14	10 N	90	14	10
100	33	30	100	9	2 N
110	46	26	110	29	37 N
120	54	38	120	44	9
130	59	52	130	53	11
140	63	16	140	58	56
150	65	26	150	62	39
160	66	42	160	65	3
170	67	16	170	66	30
180	67	12	180	67	12

*Paralelo pasando por Caldera*

Distancia al polo  $a = 81^{\circ} 43'$ .

Ángulo con el meridiano de Caldera  $30^{\circ} 48' N O$ .

*Coordenadas*

<i>Latitud S</i>	<i>Longitud</i>		<i>Latitud N</i>	<i>Longitud</i>	
0°	87°	5' O	0°	87°	5' O
10	81	59	10	91	12
20	77	31	"	"	"
30	71	8	"	"	"
40	62	24	"	"	"
50	48	16	"	"	"

*Paralelo pasando por el Illimani*

<i>Latitud S</i>	<i>Longitud</i>		<i>Latitud N</i>	<i>Longitud</i>	
0°	78°	41' O	0°	78°	41' O
10	73	55	10	82	48
20	68	2	20	86	32
30	60	10	30	90	7
40	48	17	40	93	48
50	21	15	50	97	59

ZONA DEL CAUCASIO  
(SISTEMA COLOMBIANO)

*Gran círculo*

Polos      40° 59' N    ;    174° 56' O  
              40° 59' S    ;    5° 4' E

Intersección ecuatorial P= 95° 4' E. ; 84 56' O

Ángulo del círculo con el ecuador A = 49° 1'

*Coordenadas*

<i>Longitud E</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud O</i>	<i>Latitud</i>
0°	48° 54' N	0°	48° 54'
10	48 54	10	48 1
20	48 2	20	46 12
30	46 13	30	43 18
40	43 21	40	39 7
50	39 11	50	33 23
60	33 28	60	25 53
70	26 0	70	16 31
80	16 36	80	5 39
90	5 49	90	5 49 S
100	5 39 S	100	16 39
110	16 31	110	26 0
120	25 53	120	33 28
130	33 23	130	39 11
140	39 7	140	43 21
150	45 18	150	46 13
160	46 12	160	48 2
170	48 1	170	48 54
180	48 54	180	48 54

ZONA DE NORUEGA

*Gran círculo*

Polos      H = 13° 53' N    ; P = 112° 55' O  
              H = 13° 53' S    ; P = 67° 5' E

Intersección ecuatorial P= 157° 5' E. ; 22° 55' O

Ángulo del círculo con el ecuador A = 76° 7'

*Coordenadas*

<i>Longitud E</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud O</i>	<i>Latitud</i>
0°	57° 56' N	0°	57° 56'
10	63 33	10	42 7
20	70 3	20	11 38
30	72 47	30	26 31 S
40	74 29	40	49 55
50	75 30	50	61 30
60	76 1	60	67 43
70	76 6	70	71 21
80	75 41	80	73 36
90	74 59	90	74 59
100	73 36	100	75 41
110	71 21	110	76 6 S
120	67 43	120	76 1
130	61 30	130	75 30
140	49 55	140	74 29
150	26 31	150	72 47
160	11 38 S	160	70 3
170	42 7	170	65 33
180	57 56	180	57 56

*Paralelo pasando por Ceara*

<i>Latitud. N</i>	<i>Longitudes</i>				<i>Latitud S</i>	<i>Longitudes</i>					
0°	175°	57'	E	41° 47'	O	0°	175°	57'	E	41° 47'	O
10	73	38		39 28		10	178	56		44 46	
20	171	48		37 38		20	177	11	O	43 39	
30	171	25		36 15		30	171	50		54 0	
40	169	29		35 19		40	163	55		61 55	
50	169	7		34 57		50	150	1		75 49	
60	169	46		35 36		57 50'	112	55		112 55	
70	172	31		38 21			"	"		"	"
80	175	30	O	50 20			"	"		"	"
85	36'	112	55	112 55			"	"		"	"

ZONA DEL HIMALAYA

*Gran círculo*

Polos H = 60° 42'. N ; P = 112° 10'. O  
 H = 60° 42'. S ; P = 67° 50'. E

Intersección ecuatorial P= 157° 50'. E. ; 22° 10'. O

Ángulo del círculo con el ecuador A= 29° 18'

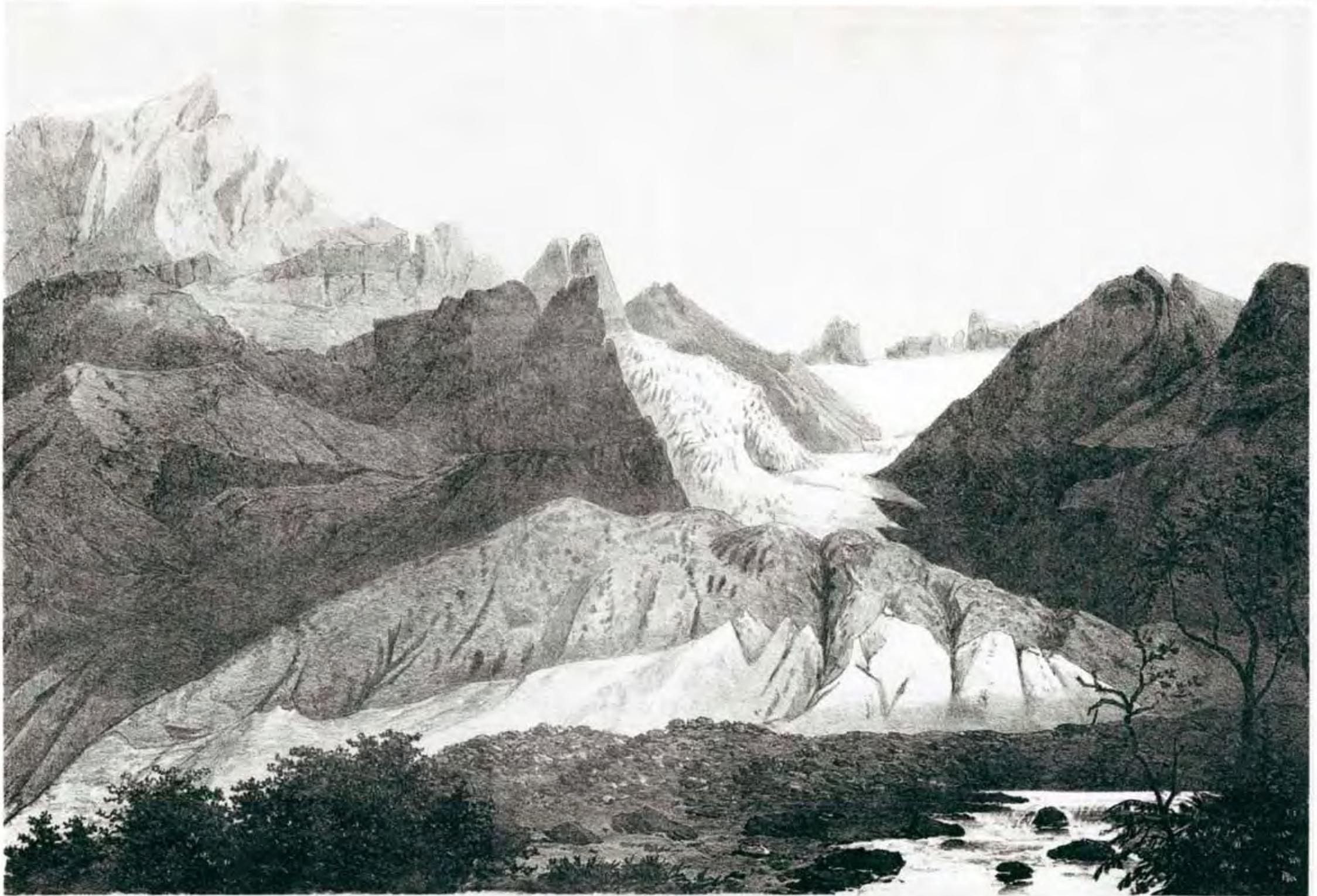
Coordenadas

<i>Longitud. E</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud O</i>	<i>Latitud</i>
0°	11° 57' N	0°	11° 57' N
10	16 38	10	6 45
20	20 39	20	1 13
30	23 54	30	4 22 S
40	26 24	40	9 45
50	28 7	50	14 41
60	29 3	60	19 0
70	29 17	70	22 35
80	28 45	80	25 25
90	27 27	90	27 27
100	25 25	100	28 45 S
110	22 35	110	29 17
120	19 0	120	29 5
130	14 41	130	28 7
140	9 45	140	26 24
150	4 22	150	23 54
160	1 13 S	160	20 39
170	6 45	170	16 38
180	11 57	180	11 57

No se ha calculado las coordenadas de ningún paralelo a los círculos del Caucasio y del Himalaya, porque el primero pasa muy cerca de las cordilleras de Colombia y el segundo atraviesa América del Sur en toda su anchura desde las costas de Chile hasta Brasil.

El paralelo al círculo de Noruega que pasa por Caera sigue con una exactitud muy notable la dirección de la costa oriental de América del Sur y es muy probable que las orientaciones N 26° a 30° E, que presentan las cordilleras de Chile se refieran a esta zona más bien que a la del Caucasio.

Es de notar también que los tres grandes círculos de la zona chilena, la del Himalaya y la de las Montañas Pedregosas vienen a cortarse en un mismo punto muy cerca de la isla de San Ambrosio.



Eug. Ciceri lith.

Imp. Barousse Petit

### VENTISQUERO DEL RIO DE LOS CIPRESES.

Vista del ventisquero del valle de Los Cipreses en las cordilleras de Rancagua.



## NOTA 3

### NOTAS DE LA PARTE GEOLÓGICA

Para facilitar la inteligencia de esta parte de la obra a los lectores que no han hecho un estudio especial de la Geología, hemos creído útil colocar aquí un corto resumen de los principios que sirven de base a esta ciencia, así como la significación de los términos que se emplean más generalmente.

Los geólogos designan con el nombre de *rocas* las grandes masas que constituyen la parte sólida de nuestro planeta: las dividen en dos clases, conforme se presentan en capas regulares sobrepuestas, o colocadas al lado unas de otras o, bien, formando masas irregulares en las cuales no se descubre ninguna huella de estratificación. Las rocas de la primera clase toman el nombre de *rocas estratificadas* y las demás el de *rocas plutónicas*.

Las rocas estratificadas están casi siempre formadas por despojos de otras rocas más antiguas que han sido arrastradas por las aguas y depositadas en el fondo de los mares o de los grandes lagos; no son, pues, más que arenas o fango del antiguo mundo, que se han endurecido a consecuencia de las reacciones químicas que se han efectuado entre sus elementos: así es que se encuentran numerosos despojos de seres que vivían en aquellas épocas remotas, siendo estos despojos, a veces, tan abundantes, que forman por sí solos capas de gran espesor, tales como las calizas conchíferas y las capas de hulla y de lignitos, formadas enteramente de despojos vegetales.

Por el modo mismo con que las rocas estratificadas se han formado resulta que en una serie de capas sobrepuestas, unas encima de otras, las más antiguas deben ocupar la parte inferior; y así se puede determinar la edad relativa de cada una de ellas y reconocer, enseguida, por el estudio de los restos organizados que encierran, una parte de los animales y vegetales que poblaban el globo en la época en que se depositaron. Tal es el principio fundamental de la Geología.

La disposición y el origen de las masas plutónicas difieren enteramente de los de las rocas estratificadas: se presentan en medio de éstas como cuerpos extraños que han llenado las hendiduras o cavidades de una extensión más o menos grande. Muchas veces envuelven fragmentos o pedruscos considerables de estos mismos estratos, circunstancia que indica suficientemente que la materia que ha producido

las masas plutónicas debía tener en su origen cierto grado de fluidez. Finalmente, siguiendo estas masas al interior de la corteza terrestre, se echa de ver que se prolongan hasta las mayores profundidades a que haya podido llegar el hombre. Todo indica, pues, que han sido impelidas desde el interior del globo hacia su superficie, a la manera de las materias fluidas que arrojan aún los volcanes. Por otra parte, la composición de estas rocas es de una notable sencillez y muy sensiblemente la misma para las más antiguas como para las más modernas: todas están formadas de ácido silícico combinado con bases alcalinas o térreas, entre las cuales son las más abundantes la potasa, la sosa, la cal, la magnesia, la alúmina y el óxido de hierro. Estos diferentes silicatos simples se combinan entre sí y forman minerales conocidos bajo las denominaciones de feldespato, mica, anfíbol, piroxeno, hiperstene y dialaga; en fin, estos mismos minerales son los que, agrupándose entre sí, forman las rocas plutónicas, cuyos tipos principales vamos a indicar.

#### *Granito*

Se da el nombre de granito a una roca compuesta de cuarzo (ácido silícico), de feldespato (silicato de alúmina y potasa) y de mica (silicato de hierro y de potasa). El cuarzo, el feldespato y la mica se hallan reunidos en granos de tamaños diferentes; el cuarzo es generalmente blanco y de un brillo vítreo: el feldespato blanco, o rosado, se reconoce por sus quebraduras planas y resplandecientes; en fin, el mica forma unas pequeñas lentejuelas que se dividen en laminitas muy delgadas.

#### *Sienita*

Se da este nombre a un granito que, además de los tres minerales precedentes, contiene aún anfíbol. Este último mineral, que es generalmente negro y de un verde oscuro, se presenta en agujetas o láminas cuya superficie finamente estriada, tiene un aspecto sedoso.

#### *Diorita*

La diorita es una roca compuesta de anfíbol y de feldespato con base de sosa.

#### *Hiperstenita*

Esta roca tiene mucha semejanza con la diorita; se compone de feldespato con base de cal y de hiperstene, que es un silicato de magnesia y de hierro.

#### *Pórfido*

Se designa con el nombre de pórfido a una roca formada de una parte amorfa y compacta, compuesta de silicato de alúmina y de diferentes bases, en la cual se hallan diseminados cristales de feldespato, de cuarzo, de piroxeno y de anfíbol.

### *Traquita*

La traquita se parece mucho a los pórfidos con los cuales se confunde muchas veces; sólo difiere de ellos en que la parte amorfa es mucho menos compacta y como escoriácea.

### *Fonolites*

Los fonolites son rocas compactas de apariencia homogénea y de un gris claro; están formadas de cristales microscópicos de feldespato y contienen siempre cierta cantidad de hierro titanífero que se halla diseminado en pequeños cristales.

### *Basalto*

El basalto es también una roca compacta compuesta de feldespato con base de cal, piroxeno, silicato de cal, óxido de hierro y hierro titanado.

### *Retinita y obsidiana*

Se da este nombre a unas masas vítreas y homogéneas, cuya composición es la misma que la de los feldespatos; encierran además cierta cantidad de aguas.

Finalmente, las lavas que arrojan aún los volcanes se refieren sea a las traquitas, sea a las retinitas.

Todas las rocas que preceden se designan con la denominación de rocas feldespáticas. Nos resta aún dar a conocer otro pequeño grupo en que la magnesia representa el principal papel, tales son las rocas talcosas y las serpentinas que tienen por base el talco y la dialaga, dos silicatos de magnesia.

El talco, que se reconoce por su color verdusco y su untuosidad, forma en unión con el cuarzo y el feldespato una especie de granito conocido con el nombre de protógina.

La dialaga unida al feldespato forma las ofitas y cuando es compacta e hidratada, constituye la serpentina.

Para hacerse cargo del origen y de la estructura de las rocas estratificadas es necesario detenerse un momento en los cambios que experimentan las rocas plutónicas cuando están mucho tiempo expuestas a la acción del aire y del agua. Todos los minerales que constituyen estas rocas, excepto el cuarzo, son susceptibles de descomponerse; el silicato de alúmina se une al agua y se transforma en arcilla, mientras que los silicatos de potasa y de sosa son disueltos por las aguas de infiltración, pero antes que esta descomposición haya llegado a su último término, se despegan las rocas y estas partes desagregadas, arrastradas por las aguas torrentosas, son las que van a depositarse en los mares o en los lagos. Las partes más pesadas, es decir, las que han resistido a la descomposición, tales como el cuarzo y el hierro titanado, se detienen en los álveos de los ríos o en las cercanías de las costas: las partes más ligeras, tales como, la mica y la arcilla, son, al contrario transportadas a

grandes distancias y forman el fango que cubre el fondo de los mares; por último, hay que añadir aún, a estos materiales, las partes de rocas no alteradas que los desmoronamientos precipitan al álveo de los torrentes o chocando, unas contra otras, forman esas masas redondeadas que se encuentran en las playas y en el álveo de los ríos. Por otra parte, el agua del mar, como la de los lagos, contiene siempre en disolución cierta cantidad de ácido silícico y sales calcáreas; estos cuerpos son los que separados poco a poco van a unir esas partículas segregadas y a formar rocas más o menos duras: así se tienen sucesivamente los conglomerados, las areniscas o arenas aglutinadas, los esquistos y las arcillas. En fin, por el solo hecho de la evaporación, el agua del mar abandona lentamente una parte del carbonato y sulfato de cal de que estaba cargada, lo cual da lugar a la formación de las capas de caliza y de yeso que son, como se ve, capas esencialmente sedimentosas formadas a la manera de esos depósitos que gran número de aguas minerales abandonan sobre los cuerpos que mojan. Hay también otra serie de rocas que están dispuestas por estratos, pero que al mismo tiempo presentan el carácter cristalino de las rocas plutónicas: se da a esta serie el nombre de esquistos cristalizados. Las rocas estratificadas forman así tres series diferentes, a saber: la de las *rocas detríticas*, la de las *rocas sedimentosas* y las de las *rocas cristalizadas*.

Los esquistos cristalizados comprenden el gneiss, cuya composición es la misma que la del granito, pero que se distingue de él por su estructura ojosa.

El micaquisto, compuesto de cuarzo y de mica.

Los esquistos satinados compuestos de mica en particular microscópicas, notables por su brillo sedoso.

Los esquistos talcosos en que el talco reemplaza la mica.

Los cuarcitos, formados de cuarzo compacto o por la reunión de granitos cristalizados.

En fin, los petrosílex formados únicamente de feldespatos compacto o granoso.

En la serie detrítica se hallan los conglomerados formados de fragmentos de rocas bastante voluminosas, para poder reconocer sus caracteres.

Las areniscas, que no son más que arenas aglutinadas por sílice, carbonato de cal u óxido de hierro.

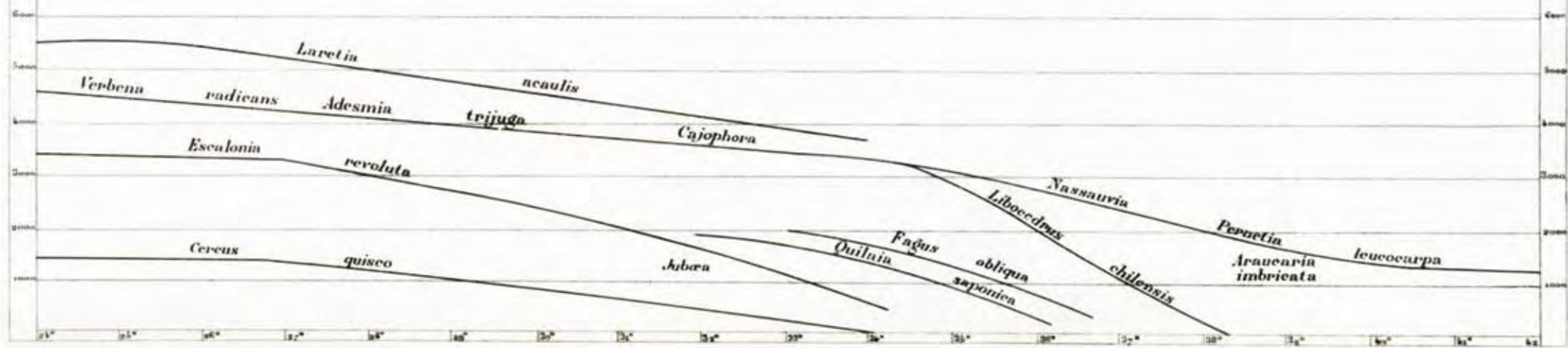
Los esquistos, mezcla de arena muy fina y de arcilla igualmente endurecida por la sílice o la caliza, y notables por su estructura ojosa.

En fin, las arcillas.

La serie de las rocas sedimentosas comprende las calizas, los yesos y los sílex.

<i>Sorema</i>		<i>Paradoxa</i>		<i>Calandrinia</i>		<i>Cæspitosa</i>		<i>Libocedrus</i>		<i>Chilensis</i>	
		<i>Cordia</i> <i>décandra</i>		<i>Puya</i>		<i>Coarctata</i>		<i>Fagus</i>		<i>Dombeyi</i> <i>Alsophylla</i> <i>pruinata</i>	
<i>Salicornia</i>		<i>peruviana</i>		<i>Myrtus</i>		<i>Coquimbensis</i>		<i>Opuntia</i> <i>Maihuen</i>		<i>Chusquea</i> <i>quila</i>	
		<i>Pinton</i> <i>chilensis</i>		<i>Fabianna</i>		<i>imbricata</i>		<i>Pernetia</i>		<i>leucocarpa</i>	
<i>Salsola</i>		<i>Vermicularis</i>				<i>Bellota</i> <i>Miersii</i>		<i>Viola</i> <i>glacialis</i>		<i>Gaultheria</i> <i>Parpigii</i>	
		<i>Balsamocarpon</i> <i>brevifolium</i>				<i>Lucuma</i> <i>paradisca</i>		<i>Psoralea</i> <i>glandulosa</i>		<i>Ibdoarpus</i> <i>chilina</i>	
<i>Laretia</i>		<i>neaulis</i>						<i>Viola</i> <i>volcalina</i>		<i>Euchryphia</i> <i>cordifolia</i>	
		<i>Gourliara</i> <i>chilensis</i>				<i>Cajophora</i> <i>coronata</i>		<i>Guevina</i>		<i>novellana</i>	
<i>Azorella</i>		<i>Mdreporica</i>						<i>Verbena</i> <i>cæspitosa</i>		<i>Lomatia</i> <i>Ferruginea</i>	
		<i>Cruckankia</i> <i>lymenodon</i>				<i>Aleucia</i> <i>cavienn</i>				<i>Eugenia</i> <i>temu</i>	
<i>Verbena</i>		<i>radicans</i>						<i>Fagus</i> <i>obliqua</i>		<i>Fitzroya</i> <i>Patagonic.</i>	
		<i>Oxalis</i> <i>giganten</i>				<i>Quilnia</i> <i>saponica</i>		<i>Saxe-Gothea</i>		<i>Conspicua</i>	
<i>Adesmia</i>		<i>Trijuga</i>						<i>Persea</i> <i>lingue</i>		<i>Philesia</i> <i>buxifolia</i>	
		<i>Echinocactus</i> <i>sandillon</i>				<i>Drymis</i> <i>chilensis</i>				<i>Fagus</i> <i>antartica</i>	
		<i>Escalonia</i> <i>revoluta</i>						<i>Araucaria</i> <i>imbricata</i>		<i>Veinmania</i> <i>trichospermum</i>	
		<i>Psierophylla</i> <i>andicola</i>								<i>Pitavia</i> <i>punctata</i>	
<i>Litreu</i>		<i>molle</i>						<i>Nassauvia</i> <i>spicata</i>		<i>Libocedrus</i> <i>tetragona</i>	
<i>Prosopis</i>		<i>siliquastrum</i>				<i>Jubæa</i> <i>spectabilis</i>		<i>Lapaçeria</i>		<i>rosen</i>	
<i>Baccharis</i>		<i>racemosa</i>								<i>Bromelia</i> <i>sphaeclata</i>	
<i>Cereus</i>		<i>quisco</i>				<i>Rodostachis</i> <i>andicola</i>		<i>Licopodium</i> <i>paniculatum</i>			

DISTRIBUCION DE LOS VEGETALES SEGUN LAS ALTURAS



Gravé des: L. Wulfer-E. Gey-Kunze et al.

Paris Imp. Dufrenoy

Cuadro de la distribución de los principales vegetales de Chile según la latitud y según la altura.

Para formar este cuadro se han escogido las especies más notables que crecen en el territorio de Chile, está dividido por líneas verticales que corresponden a los grados de latitud desde 24° hasta 42°. El nombre de cada especie está encerrado en un pequeño rectángulo cuyas extremidades corresponden a los límites entre los cuales se halla esta especie, de tal modo que haciendo la lectura en el sentido horizontal se ve el orden en el cual se suceden las especies vegetales a medida que aumenta la latitud; mientras que si se lee en el sentido vertical se abraza el conjunto de los vegetales que crecen entre dos paralelos.

En la parte inferior se ha dado la distribución de los vegetales según la altura; éstas son indicadas de 1.000 en 1.000 metros; las latitudes son las mismas que en la parte superior y se ha figurado por una línea punteada el límite de la vegetación que corresponde a estas latitudes. Al fin de no complicar demasiado este segundo cuadro, se ha escrito únicamente el nombre genérico de las especies siendo las mismas que las del cuadro superior.



## ÍNDICE ALFABÉTICO

	<b>A</b>		
Abeja	234	Andalién (río)	204
Aconcagua (macizo de)	24	Andalucita	133
Aconcagua (río)	24	Andaribel (río)	187
Aculeo (cerros de)	40	Andes (cordillera de los)	17
Ágata	138	Angostura de Paine	28
Agua (cantidad anual)...	165	Ana (doña)	21
Aguas minerales	115	Antimonio	130
Agua Amarilla (río)	177	Antacrita	54
Agua Amarga	22	Antracitosa (formación)	53
Águila	229	Antuco (volcán de)	101
Alacrán	234	Apatita	137
Álamo	220	Apoquindo (aguas de)	115
Albaricoque	221	Araña	231
Albita	133	Arca	79
Alerce	219	Arcilla	56
Alfalfa	223	Área de las provincias	264
Algarrobo	220	Arenisca colorada	
Alhué (cerros de)	40	(formación de la)	53
Almendro	221	Arqueros	127
Amalgama de plata	146	Arseniato de cobalto	141
Ammonites	76	Arseniuro de cobre	142
Amphidesma	74	Arseniuro de hierro	141
Ancoa (río)	190	Arseniuro de níquel	142
Andacollo (minas de)	128	Avellano	220
		Avestruz	230

	<b>B</b>	Carbonato de plomo	145
Baculites	70	Cardita...	78
Baritina	141	Caliboro (río)	193
Barrancas (boquete de los)	30	Carnero	232
Barroso	183	Carrizal (minas de)	130
Belemnites	76	Castaña	221
Belloto	218	Catemu (cerros de)	39
Biobío (hoya del)	193	Cato (río de)	192
Bismut	145	Cauquenes (aguas de)	115
Blanco (cerro)	129	Cautín (río)	194
Blanco (río)	183	Cayumanque	42
Borato de cal y magnesia	114	Ciprés	219
Bromuro de plata	146	Cipreses (río de los)	184
Bueno (hoya del río)	199	Claro (río)	176
Bulla	73	Cloruro de plata	146
Bureo (río)	193	Cloruro - bromuro de plata	146
		Cobre (minas de)	126
	<b>C</b>	Cobre nativo	141
Caballo	231	Cobre abigarrado	142
Cabra	232	Cobre oxidulado	143
Cachapoal (río)	183	Coimas (minas de las)	127
Cal (piedra de)	149	Colombiano (sistema)	184
Calamita	54	Colliguay	39
Calbuco (volcán de)	102	Combarbalá (río de)	178
Calcárea (formación)	57	Compañía (cordillera de la)	28
Calderón (boquete de)	119	Conchalí (río)	202
Caleu (minas de)	130	Coordenadas geográficas	241
Calle Calle (río)	195	Copiapó (río)	174
Camarones	231	Coquimbo (río)	176
Camisas (río de)	179	Cortaderal (río)	184
Campana (cerro de la)	39	Coya (río)	39
Cáñamo	224	Cretácea (formación)	81
Caracoles (minas de)	126	Cuervo	230
Caranpangue	206		
Carbonato de cobre	143	<b>CH</b>	
Carbonato de hierro	141	Chacabuco (cerros de)	27
Carbonato de manganeso	141	Chacai	218

Chamuscado (cerro del)	24	Estilbita	139
Chañar	215	Estratificadas (formaciones)	48
Chañarcillo (morro de)	21	Estratigráficos (sistemas)	104
Chañarcillo (minas de)	120		
Chillán (volcán de)	101	<b>F</b>	
Chillán (río de)	192	Flamenco	230
Chillán (baños de)	112	Formación antracitosa	52
Chimbarongo (río de)	187	Formación de arcilla y yeso	56
Chirimoyo	221	De la arenisca colorada	53
Choapa (río de)	179	Azoica	81
Choapa (macizo de)	23	Formación calcárea	57
Chuño de Concepción	224	Formación carbonífera	80
		Formación cretácea	81
<b>D</b>		Formación cuaternaria	82
Damas (río de las)	194	Formación devoniana	80
Danicalqui (río)	191	Formación del lias	82
Dentalium...	74	Formación de lignita	63
Descabezado (macizo del)	29	Formación perniana	82
Descabezado (volcán del)	96	Formación plutónica	82
Diamante (río)	181	Formación terciara	81
Diguillín (río)	191	Formación triásica	82
Dormida (boquete de la)	40	Fusus	70
Duqueco (río)	193	Futa (río de)	196
		<b>G</b>	
<b>E</b>		Garza	232
Emanaciones volcánicas	110	Garzas (río de las)	190
Empedrado (río del)	203	Geología	47
Enargita	143	Gneis	49
Encina	220	Granate	140
Epidota	139	Granito	82
Erupciones volcánicas	101	Guanaco	228
Escolosita	140	Guanaco (cerro del)	44
Escorpión	234	Guanta (cerro de)	22
Espino	214	Gupo (cerro de)	41
Espejismos	170		
Esquistos cristalizados	49		
Esquistos antracitosos	52		

<b>H</b>		<b>L</b>	
Halloisita	138	Laguna (macizo de la)	22
Hierro oligisto	134	Laja (río de)	193
Hierro pisolítico	134	Laja (laguna de la)	193
Hierro sulfurado	134	Lajara (volcán de)	102
Hierro titanado	134	Lanahue (lac de)	204
Higuera	220	Larqui (río de)	191
Higuera (minas de la)	130	Laurel	219
Homalonotus	80	Leiva (río de)	179
Horcón de piedra	40	León	227
Hornblenda	134	Leñas (río de las)	184
Huala	231	Lebu (río de)	204
Huasco (hoya del)	175	Lías	81
Huatulame (cerro de)	23	Ligua (río de la)	203
Huatulame (río de)	178	Lignita (formación de)	63
Hurtado (río)	177	Lignita (minas de)	132
		Lima...	79
<b>I</b>		Limache (río de)	180
Ibis	230	Limarí (río)	177
Illapel (río de)	179	Lingue (río)	207
Imperial (ver Cautín)	194	Litre	220
Inés (macizo de Doña)	20	Loica	229
Inés (cerro de Santa)	39	Loncomilla	190
Itata (hoya del)	191	Longaví (volcán de)	97
		Longaví (río de)	188
<b>J</b>		Lonquimay (volcán de)	32
Jahuel (minas de)	143	Lontué (río)	187
Jaula (cerro de la)	62	Lontué (boquete de)	188
Jesús María (minas de)	147	Lota (minas de)	132
Jilguero	229	Lumaco (vega de)	194
Jorquera (río de)	174	Lunquén	192
Juan (minas de San)	129	Lutraría	70
Juan soldado (cerro de)	35		
Jubaea spectabilis	217	<b>LI</b>	
Juncal (cerro del)	27	Llaima (volcán de)	194
Juncal (río del)	180	Llanquihue (lago de)	199
Jurásica (formación)	81		

Llareta	220	<b>N</b>	
Llullaillaco (macizo del)	20	Nacimiento (cerro del)	23
Lluvias	164	Nahuelbuta (cerros de)	42
		Name (cerro)	41
		Naranja	220
<b>M</b>		Natica	77
Mactra	70	Nautilus	79
Malleco (río)	194	Negrete (ciudad de)	193
Maipo (macizo del)	27	Negro (cerro)	31
Maipo (hoya de)	181	Neuquén (cerro de)	42
Maipo (volcán de)	97	Nieves permanentes	158
Maitén	217	Níquel	141
Maíz	222	Nogal	220
Manflas (río de)	175	Nucula	70
Mañío...	219		
Manzano	221	<b>O</b>	
Mapocho (río)	182	Odontaspis	83
Maqui	214	Ojanco (minas de)	129
Marañán (cerro de)	21	Oliglocasia	83
Mármol	150	Oliva	73
Mataquito (hoya del)	187	Olivo	220
Maule (hoya del)	188	Oro	147
Maule (macizo del)	30	Orolongo (cerro de)	24
Mauullín (hoya del)	200	Osorno (volcán de)	102
Melado (río)	189	Ostiones	234
Melocotón	221	Ostra	232
Mercedario (cerro del)	23	Ostraea	75
Mercurio	145	Orthis	80
Minchimahuida (volcán)	102		
Mineros (altos de los)	28	<b>P</b>	
Molibdeno	144	Petrohué (río)	201
Molle	217	Peulo (río)	204
Mondaca (lago de)	188	Peumo	215
Monoceros	73	Phacops	80
Mulchén (río)	193	Pholadomia	77
Murta	220	Pichachén (boquete de)	89
		Pidén	230

Piedra de cal	149	<b>R</b>	
Pichoi	196	Rafael (río de)	63
Pichoi de cantera	148	Rahué (río)	202
Pichoi de afilar	155	Ranco (lago)	200
Pichoi Pómez	96	Rapel (hoya del)	183
Pilmaiquén	200	Reloca (río)	203
Pirita cobriza	137	Reloncaví (río)	201
Pirita arsenical	140	Renaico (río)	194
Pintadas (cerros de las)	21	Renegado (río)	191
Piuquenes (boquete de los)	23	Riñihue (lago de)	186
Pinquen	232	Roble...	213
Pirula	70	Romero (minas de)	125
Pizarra	151		
Planchón (boquete del)	187	<b>S</b>	
Plata nativa	145	Sacramento (minas de)	125
Plata bismutal	146	Sarmiento (monte)	33
Plata antimonial	146	Sierra velluda	19
Plomo	145	Sienita	53
Plomo (cerro del)	27	Spirifer	58
Polcura (cerro de la)	31	Sulfuro de cobre	142
Posidonia	78	Sulfuro de bismuto	145
Potro (cerro del)	18	Sulfuro de hierro	140
Prehinita	139	Sulfuro de molibdeno	145
Presión atmosférica	167	Sulfuro de mercurio	145
Productus	80	Sulfuro de plata	146
		Sulfuro de plomo	145
		Sulfuro de zinc...	144
<b>Q</b>		Sulfato de alúmina	139
Quelén (río de)	181	Sulfato de cobre	143
Queltehue	230	Sulfato de hierro	140
Quetropillán (volcán de)	102	Sulfato de plomo	145
Quenle (río)	209		
Quila	212	<b>T</b>	
Quilimarí (río)	202	Tagua	234
Quilipín (cerro de)	44	Tajo (cerro del)	39
Quilpué (río de)	203	Talinai (altos de)	22
Quillay	224	Taltal (minas de)	132
Quiriquina (isla de la)	70		

Tamay (minas de)	140	<b>U</b>	
Tambillo (minas de)	137	Uchuni (cerro de)	22
Tavolevu (río)	194	Unión (río de la)	201
Temperatura media	155	Uspallata (boquete de)	24
Tempestades	166		
Temu	214	<b>V</b>	
Teno (río)	187	Valdivia (río de)	195
Terciaria (formación)	81	Valle longitudinal	43
Terebrátulas	75	Vanadio	144
Tenera (cerro de la)	20	Vegas (río de las)	183
Titanio	134	Venus	70
Tinguiririca (río)	183	Vergara (río)	194
Tinguiririca (volcán)	113	Vientos	159
Toca (cerro de)	42	Villarrica (volcán de)	102
Toltén (río)	195	Viña	221
Toro (cerro)	22	Vizcacha	229
Toro (aguas del)	117	Volcanes (distribución)	96
Tórtola (cerro de la)	22	Volcánicas (rocas)	96
Traquita	86	Volcánicas (erupciones)	110
Traro	229	Volcánicas (emanaciones)	110
Traruñez (cerro de)	187		
Traulalán (cerro de)	29	<b>Y</b>	
Tres Puntas (minas de)	122	Yanteles (monte)	33
Trías (formación del)	80	Yeso	149
Trigonía	70	Yeso (río del)	181
Tritón	73	Yeso (boquete del)	28
Tronador (cerro del)	33	Yoduro de plata	146
Trucha	231		
Tupungato (cerro del)	24	<b>Z</b>	
Turcasa	232	Zapallar (minas de)	125
Turitella	76	Zapallos (minas de)	145
Turmalina	80	Zapata (cuesta de)	40
Tutubén (río)	190	Zinc	144



## ANEXOS



PLANO TOPOGRÁFICO Y GEOLÓGICO  
DE LA REPÚBLICA DE CHILE

LEVANTADO POR ORDEN DEL GOBIERNO  
BAJO LA DIRECCIÓN  
DE A. PISSIS











































A R G E N T I N A













AMADO PISSIS  
PAISAJES DE CHILE  
1853-1869\*

---

\* Museo Histórico Nacional.





A.P.

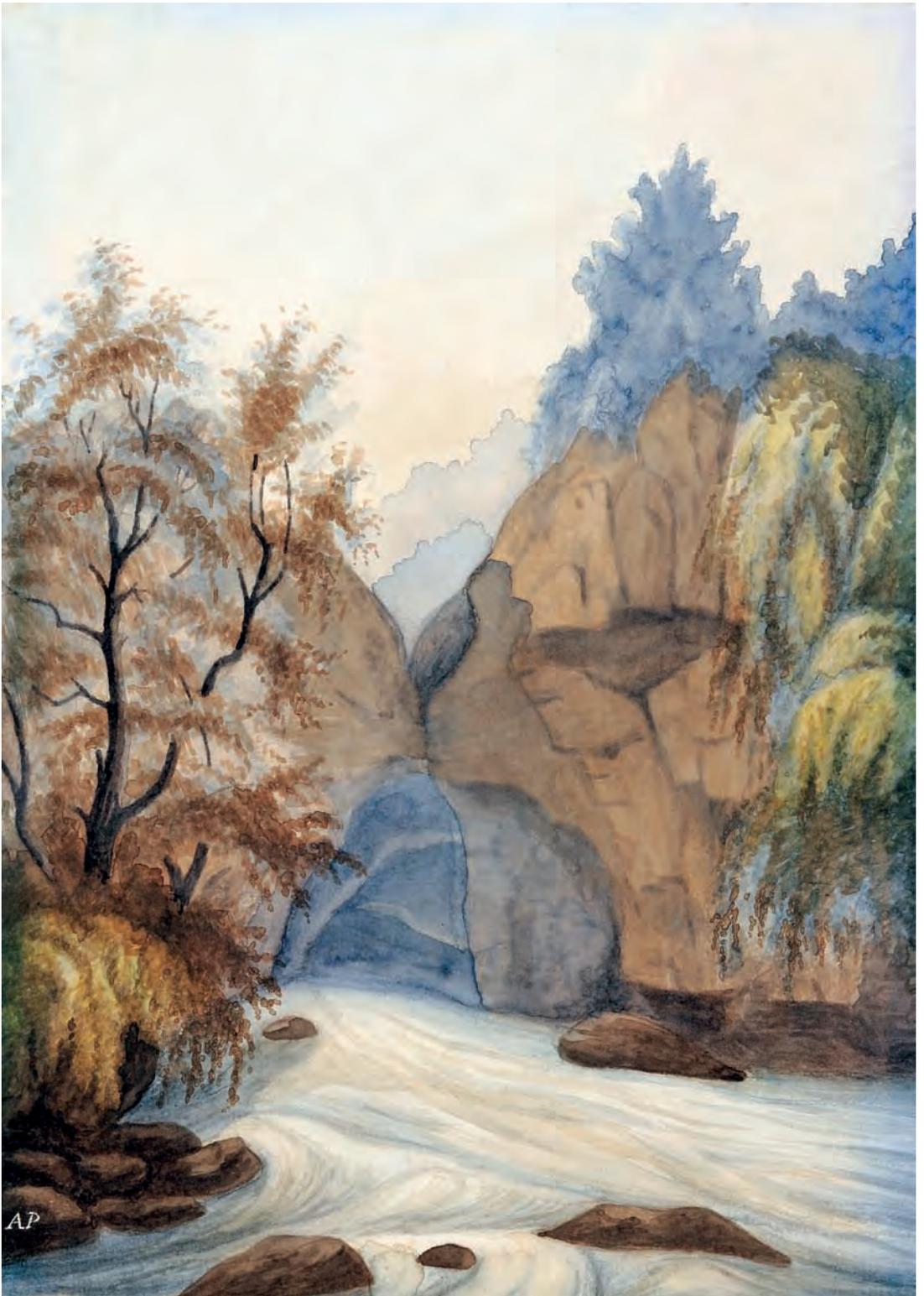
Chile austral, 1867.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Bosques en río Cachapoal, Chile, 1862.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.

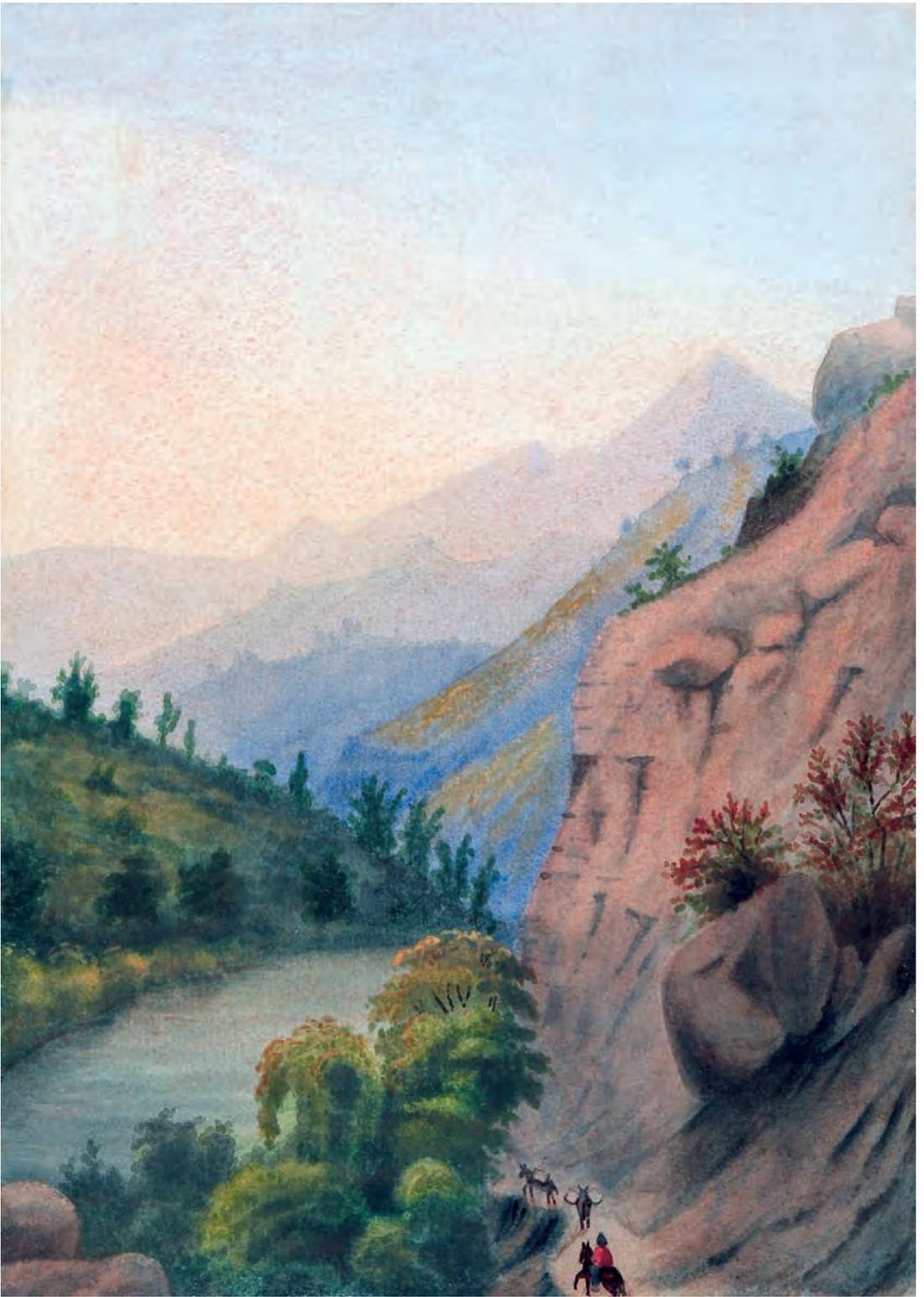


Bosques provincia de Valdivia, Chile, 1867.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



AP

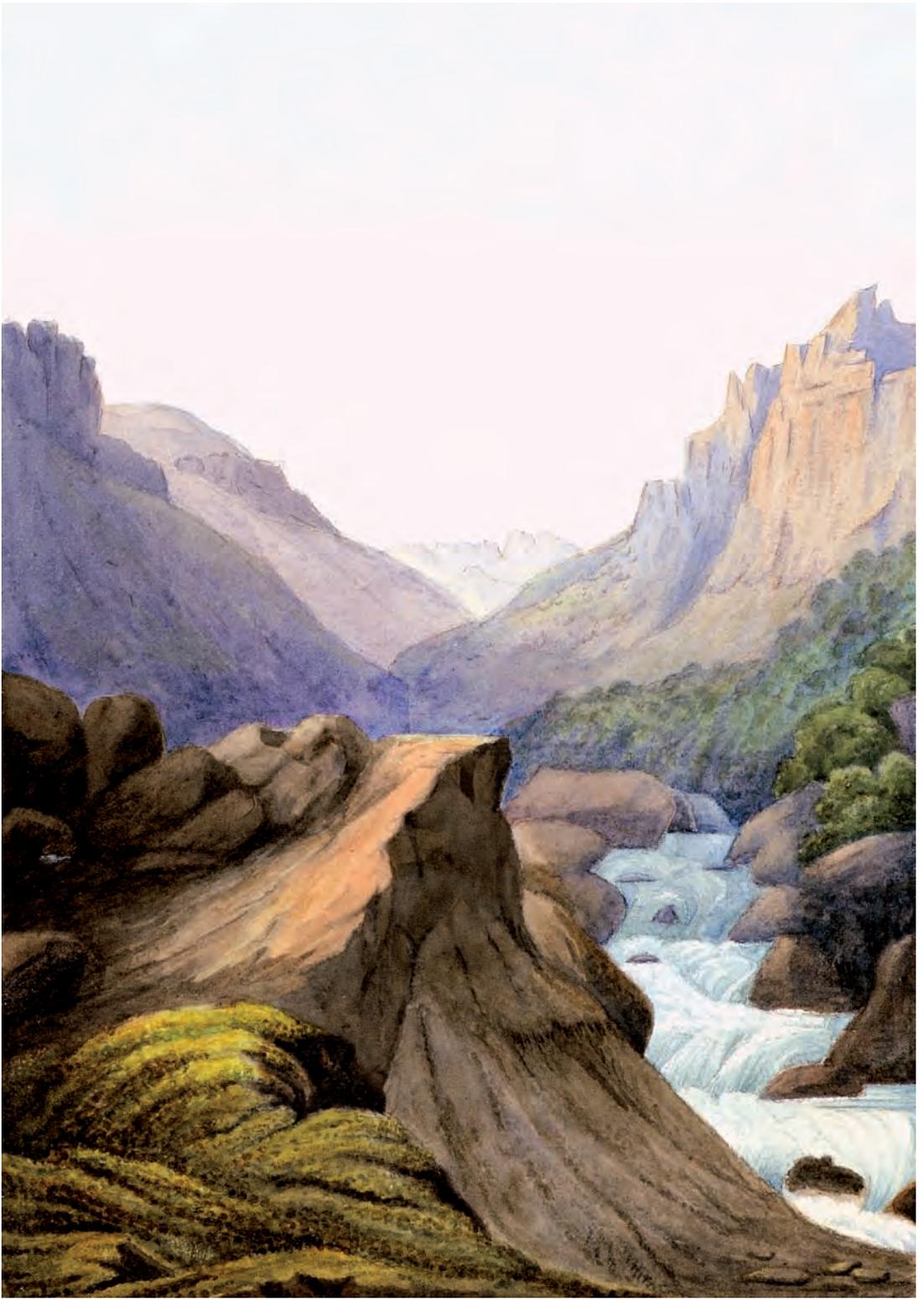
Puente natural sobre el río de La Vinilla, Chile, 1860.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Valle de Aconcagua, camino de Uspallata, Chile, 1865.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



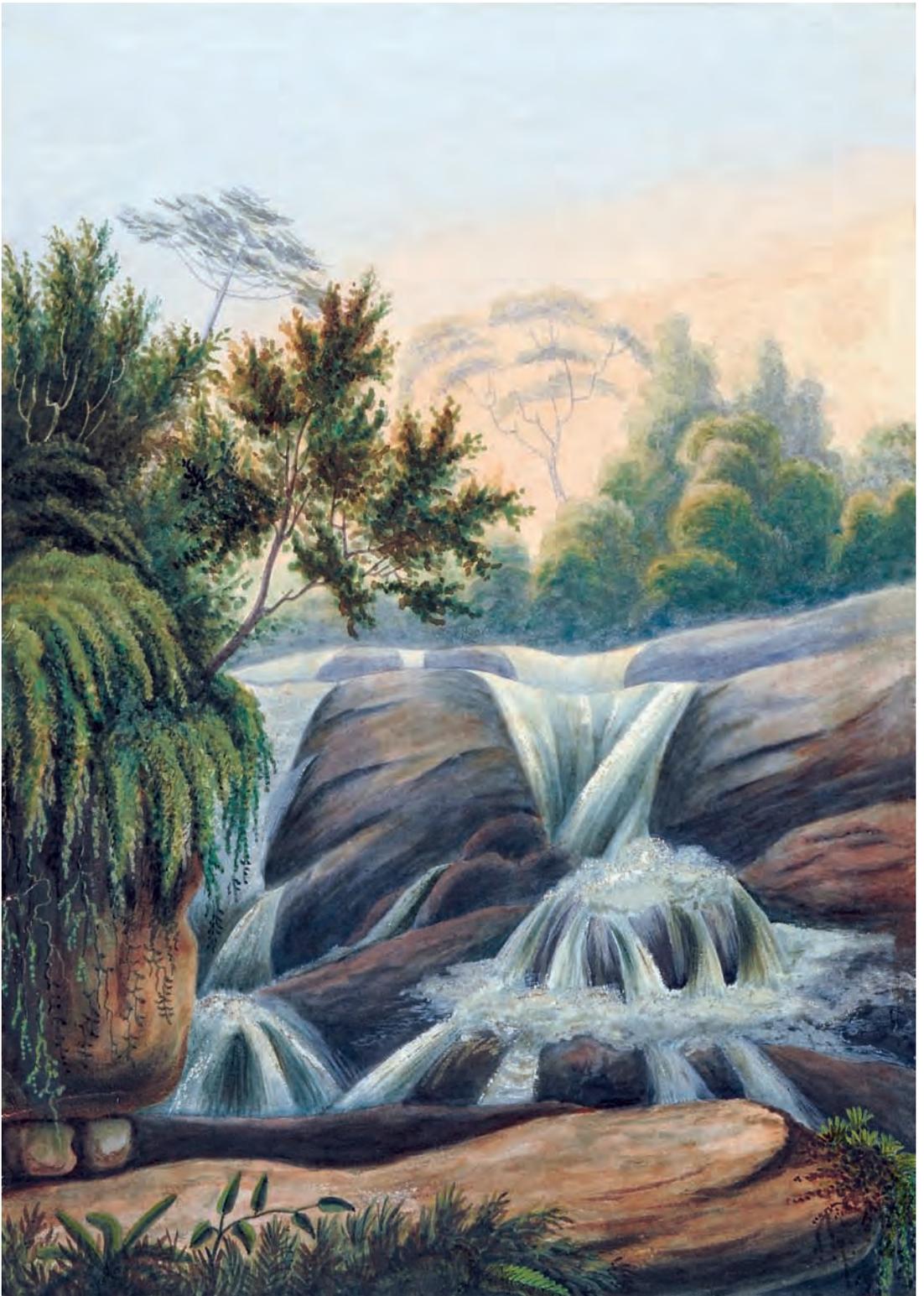
Paisaje, Chile.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Río Colorado, Chile, 1854.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Bosques en Corral, Chile, 1867.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Río Lontué, Chile, 1862.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Río de Valdivia, Chile, 1867.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Volcán Antuco, Chile, 1864.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Volcán de Chillán, Chile, 1863.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Laguna de Ranco, Chile, 1868.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



AI

Lago Llanquihue, Puerto Varas, Chile, 1868.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Valle del Huasco, Chile, 1858.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



San Felipe, Chile, 1867.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



AP

Laguna de La Laja, Chile, 1864.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Laguna de Llanquihue, camino a Puerto Montt, Chile, 1869.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.



Rocas en el puerto de constitución, Chile, 1863.  
A. Pissis. Acuarela sobre papel.

## ÍNDICE GENERAL

Presentación	v
Geografía física de la república de Chile por Pedro José Amado Pissis Marín 1812-1889 <i>por José Ignacio González Leiva y Belisario Andrade Johnson</i>	ix
Prefacio	3
Introducción: Situación, límites y área de Chile	7

### GEOGRAFÍA FÍSICA DE CHILE

#### PRIMERA PARTE: REINO INORGÁNICO

<i>Orografía</i>	15
Sistema Chileno	17
Sistema Colombiano	17
Sistema Peruano	18
Sistema Brasileiro	18
Macizo del Llullaillaco	19
Macizo de Doña Inés	20
Macizo del Huasco	20
Macizo de Doña Ana	21
Macizo de La Laguna	22
Macizo de Choapa	23
Macizo del Aconcagua	24
Macizo del Tupungato	24
Macizo del Maipo	27
Macizo del Tinguiririca	28

Macizo del Descabezado	29
Macizo del Maule	30
Macizo de Chillán	30
Macizo del Antuco	31
Macizo del Lonquimay	31
Macizos del Llaima y del Villarrica	32
Macizo de Panguipulli	32
Macizo del Osorno	33
Cordillera de la Costa	33
Segmentos del desierto de Atacama	34
Segmentos de la parte mediana	35
Valle longitudinal	43
<i>Geología</i>	47
Formaciones estratificadas	48
Esquistos cristalizados	49
Formación antracitosa	52
Formación de la arenisca colorada	53
Formación de arcillas y yeso	56
Formación calcárea	57
Formación de las lignitas	63
Formación de arenas y conchas	67
Relaciones de las formaciones estratificadas de Chile con las del antiguo continente	68
<i>Plesiosaurus Chilensis</i>	69
<i>Odontaspis</i>	69
<i>Nautilus Valencienii</i>	69
<i>Baculites Anceps</i>	70
<i>Scalaria Chilensis</i>	70
<i>Fusus Difficilis</i>	70
<i>Pirula Dilatata</i>	70
<i>Natica Araucana</i>	70
<i>Crassatella Veneriformis</i>	70
<i>Lutraria cruciformis</i>	70
<i>Mactra araucana</i>	70
<i>Venus orea</i>	70
<i>Venus rouaultii</i>	70
<i>Nucula largillartii</i>	70
<i>Trigonia hanetiana</i>	70

Fósiles de los estratos superiores	73
<i>Bulla antiqua</i>	73
<i>Turritela affinis</i>	73
<i>Fusus equinulatus</i>	73
<i>Fusus petitianus</i>	73
<i>Fusus cleryanus</i>	73
<i>Fusus strío-nodosus</i>	73
<i>Fusus clathratus</i>	73
<i>Fusus orbigny</i>	73
<i>Pleurotoma lanceolata</i>	73
<i>Triton armatum</i>	73
<i>Monoceros blainvillii</i>	73
<i>Monoceros labiale</i>	73
<i>Monoceros opimum</i>	73
<i>Concholepas kienerii</i>	73
<i>Cassidaria tuberculifera</i>	73
<i>Oliva tumorifera</i>	73
<i>Natica pachystoma</i>	73
<i>Natica orbigny</i>	74
<i>Sigaretus elegans</i>	74
<i>Dentalium corregatum</i>	74
<i>Dentalium intermedium</i>	74
<i>Panopea coquimbensis</i>	74
<i>Amphidesma curvirostrum</i>	74
<i>Amphidesma radula</i>	74
<i>Amphidesma variabilis</i>	74
<i>Mactra colchaguana</i>	74
<i>Mactra auca</i>	74
<i>Venus coquandii</i>	74
<i>Venus hanetiana</i>	74
<i>Venus cleryana</i>	74
<i>Venus petitiana</i>	74
<i>Venus chilensis</i>	74
<i>Venus villanova</i>	74
<i>Venus pulvinata</i>	74
<i>Venus insulsa</i>	74
<i>Nucula elegans</i>	75
<i>Pentunculus colchaguensis</i>	75
<i>Perna gaudichaudii</i>	75
<i>Pecten propinquus</i>	75
<i>Ostræa rostrata</i>	75
<i>Ostræa transitoria</i>	75
<i>Ostræa maxima</i>	75

Fósiles de formación calcárea	75
Estratos inferiores	76
<i>Belemnites giganteus</i>	76
<i>Ammonites canaliculatus</i>	76
<i>Ammonites bifurcatus</i>	76
<i>Turritella andii</i>	76
<i>Trigonia catenifera</i>	76
<i>Ostræa arcuata</i>	76
<i>Terebratula domeykoana</i>	76
<i>Terebratula perovalis</i>	77
<i>Terebratula ornithocephala</i>	77
<i>Terebratula tetraedra</i>	77
<i>Spirifer tumidum</i>	77
Fósiles de las margas y calizas	77
<i>Ammonites fimbriatus</i>	77
<i>Ammonites radians</i>	77
<i>Ammonites tripartitus</i>	77
<i>Ammonites gemmatus</i>	77
<i>Ammonites macrocephalus</i>	77
<i>Natica phasanila</i>	77
<i>Pholadomia fidicula</i>	77
<i>Pholadomia attenuata</i>	77
<i>Pholadomia abbreviata</i>	77
<i>Pholadomia acosta</i>	77
<i>Pholadomia zietenii</i>	77
<i>Pholadomia lævigata</i>	77
<i>Panopea peregrina</i>	77
<i>Panopea turgida</i>	77
<i>Posidonomya</i>	78
<i>Venus dubia</i>	78
<i>Cardita enigmata</i>	78
<i>Cardita mytiloides</i>	78
<i>Arca santiaguensis</i>	78
<i>Lima rustica</i>	78
<i>Lima raricosta</i>	78
<i>Lima dubia</i>	78
<i>Pecten alatus</i>	78
<i>Pecten unguiformis</i>	78
<i>Pecten abnormis</i>	78
<i>Ostræa oblonga</i>	78
<i>Ostræa marsii</i>	78
<i>Ostræa rivoti</i>	78
<i>Ostræa sandalina</i>	78

<i>Ostræa gregarea</i>	78
<i>Ostræa pulligera</i>	78
<i>Ostræa incarpifera</i>	79
<i>Ostræa santiaguensis</i>	79
<i>Ostræa cymbium</i>	79
<i>Terebratula concina</i>	79
<i>Terebratula ficoides</i>	79
<i>Terebratula emarginata</i>	79
<i>Terebratula bicanaliculata</i>	79
Calizas con sílex	79
<i>Nautilus chilensis</i>	79
<i>Nautilus striatus</i>	79
<i>Crioceras duvelii</i>	79
<i>Arca santiaguensis</i>	79
<i>Ostræa couloni</i>	79
<i>Ostræa columba</i>	79
Formaciones plutónicas	81
Granito	82
Sienita	83
Pórfidos cuarcíferos	85
Traquita	86
Fonolita	91
Serie de las rocas de base de labradorita	92
Pórfidos Augíticos	93
Rocas volcánicas	95
Sistemas estratigráficos	104
Sistema colombiano	104
Sistema chileno	105
Sistema peruviiano	106
Emanaciones volcánicas	110
Aguas termales	114
Depósitos metalíferos	117
Depósitos argentíferos	119
Depósitos cupríferos	126
Depósitos cobrizos en relación con la hiperstenita	129
Depósitos de combustibles	131
Minerales de Chile	133
Minerales del granito	133

Minerales de las sienitas.	134
Minerales de las hiperstenitas	137
Minerales de las rocas volcánicas	138
Silicatos	138
Caliza y barita	139
Manganeso	140
Hierro	140
Cobalto	141
Níquel	141
Cobre	141
Vanadio	143
Molibdeno	144
Zinc	144
Antimonio	144
Bismuto	144
Plomo	145
Mercurio	145
Plata	145
Oro	147
Piedras de cantera	147
Piedra de cal	149
Yeso	149
Mármol	150
Pizarra	150
Arcillas	150
Cuarzo	151
Sílex	151
Jaspes	151
Ágatas	152
Lazulita	152
Piedras de afilar	152
METEOROLOGÍA	155
Temperatura	155
Vientos	159
Lluvias	164

Tempestades	166
Presión atmosférica	167
HIDROGRAFÍA	173
Hoya de Copiapó	174
Hoya del Huasco	175
Hoya de Coquimbo	176
Hoya del Limarí	177
Hoya del Choapa	178
Hoya del Aconcagua	180
Hoya del Maipo	181
Hoya del Rapel	183
Hoya del Mataquito	187
Hoya del Maule	188
Hoya del Itata	191
Hoya del Biobío	192
Hoya del Cautín	194
Hoya del Toltén	195
Hoya del Valdivia	195
Hoya del Río Bueno	199
Hoya del Maullín	200
Hoya del Reloncaví	201
SEGUNDA PARTE: GEOGRAFÍA BOTÁNICA	211
Agricultura	219
Fauna de Chile	227
NOTA 1	237
Coordenadas geográficas de los vértices de los triángulos del primer orden	241
Coordenadas geográficas de las principales cimas de la cordillera	243
Provincia de Coquimbo	246
Provincia de Colchagua	252
Provincia de Llanquihue	258

NOTA 2	265
Círculos paralelos	266
Datos numéricos que fijan la posición de los círculos de las zonas	
oroográficas	267
<i>Zona chilena</i>	267
Zona de las montañas pedregosas (Sistema Peruano)	268
<i>Gran círculo</i>	268
Zona del caucasio (Sistema Colombiano)	270
<i>Gran círculo</i>	270
Zona de Noruega	270
<i>Gran círculo</i>	270
Zona del Himalaya	271
<i>Gran círculo</i>	271
NOTA 3	275
Índice alfabético	281
ANEXOS	
Plano topográfico y geológico de la República de Chile levantado por orden del gobierno bajo la dirección de A. Pissis	291
Amado Pissis, Paisajes de Chile 1853-1869	319



# B

Cuando Chile se encontraba en su etapa de formación republicana, y la necesidad de información sobre la naturaleza del territorio nacional y la potencialidad de sus recursos naturales era urgente, las autoridades contrataron al geógrafo y geólogo francés Amado Pissis para que a partir de la elaboración un catastro del mundo natural chileno, preparara un texto relativo a su geografía física, abarcando aspectos tales como su geomorfología, geología, hidrología, climatología y biogeografía. El libro debía estar acompañado de una cartografía, en la que se revelaran las características geológicas y topográficas del territorio nacional.

Fruto del trabajo de Pissis es la *Geografía física de la República de Chile* que, en esta edición, también incluye su *Atlas*, con láminas que ilustran diferentes aspectos de la geografía física del país, las acuarelas que elaboró durante su comisión y el *Plano topográfico y geológico de la República de Chile*.

Como se podrá apreciar, cada uno de estos trabajos fue parte de un mismo propósito, el de generar información para efectos de una eficiente planificación y ordenación del territorio de la república. Requisito indispensable para su desenvolvimiento.

