

# FACULTADES DE MEDICINA I DE CIENCIAS FÍSICAS I MATEMÁTICAS.

---

DESCRIPCION JEOLÓJICA *de la República de Chile* por DON  
A. PISSIS.

Al presentar la primera parte del trabajo jeológico que el Supremo Gobierno ha tenido a bien encargarnos, creemos necesario entrar en algunos pormenores relativos al plan que hemos adoptado para su redaccion. Esta obra cuyo conjunto debe suministrar un tratado completo de la jeolojia de Chile, se dividirá en doce partes, correspondientes a las doce provincias que forman el territorio de la República.

En la descripcion de cada provincia, indicaremos primeramente su posicion jeográfica, sus dimensiones, la estension de su superficie i sus limites. Considerando despues esta superficie en su conjunto, describiremos su relieve i la direccion, estension i altura de las cadenas de montañas. La hidrografia comprenderá todo lo que tenga relacion con la distribucion de las aguas, la division en hoyas hidrográficas, el orijen, direccion i lonjitud de los rios i sus desagües, la elevacion gradual de su cauce, desde su embocadura hasta sus fuentes; i en una palabra, todos los datos que puedan ser de alguna utilidad para la industria, la agricultura o la navegacion.

Despues de haber dado a conocer de este modo todas las partes de la superficie de la provincia, examinaremos su estructura interior, la composicion, distribucion i estension de las diversas rocas que en ella se encuentran, i las formaciones jeológicas a que corresponden. Este capitulo terminará por la descripcion de todos los minerales que pueden beneficiarse con utilidad para la agricultura, la industria o las artes. En esta descripcion nos fijaremos sobre todo en indicar su situacion relativamente a las diversas especies de rocas que constituyen el suelo de Chile, a fin de que estas indi-

caciones puedan servir de guia para descubrir nuevos asientos fuera de los parajes en que los hemos señalado. Finalmente, para hacer esta descripcion tan completa como fuere posible, consagraremos un capitulo mas a todo lo que tenga relacion con el clima i los diversos fenómenos meteorológicos del pais.

La descripcion de cada provincia irá acompañada de una carta jeológica circunscrita para que pueda hallarse en ella todo lo relativo a la configuracion del terreno, a la distribucion de las aguas i de las masas minerales, asi como la situacion de los pueblos, de las aldeas, de las haciendas i de los establecimientos fabriles. Para levantar esta carta hemos empleado a la vez los métodos jeodésicos i los astronómicos. La posicion de los puntos mas importantes de la provincia de Santiago, se ha determinado por 47 triángulos de primer orden, i los puntos intermedios por triángulos secundarios, que se ligan siempre a tres o cuatro estaciones determinadas por los triángulos de primer orden. Este último medio ha sido mas especialmente empleado para fijar la posicion de las principales cimas de los Andes, que a causa de su grande elevacion son casi siempre inaccesibles. Las observaciones astronómicas i particularmente las relativas a las latitudes, nos han servido, ya como medio de comprobacion de las medidas jeodésicas, ya para fijar la localidad de algunos parajes que por efecto de su situacion no podian desde ninguna estacion divisarse. Para las nivelaciones, hemos empleado, a la vez, las distancias zenitales i las observaciones barométricas. Las primeras nos han servido sobre todo para calcular la altitud (1) de los cerros, mientras que hemos empleado las segundas para la nivelacion de las llanuras i de los valles.

El método de proyeccion adoptado en Francia en el gran mapa de la administracion de la guerra, nos ha parecido el mas aplicable a la configuracion de Chile, que formando una larga faja de Norte a Sur, presenta una anchura de mui poca consideracion en el sentido de los paralelos, que por tanto se encuentran representados por líneas sensiblemente rectas. El Meridiano mediano es el que pasa por Santiago sobre el punto culminante del cerro de Santa Lucía. La longitud de este punto se ha determinado por un gran número de observaciones, sea de ocultacion, sea de culminacion lunar; i tambien la hemos determinado por cronómetros, comparándola con la de Valparaiso dada por Fitzroy. En fin, Mr. Gilliss ha tenido la bondad de comunicarnos el resultado de sus observaciones, hechas con instrumentos mucho mas exactos que los nuestros. Por los números siguientes podrá juzgarse de la conformidad que existe entre estos diversos resultados.

LONGITUD DEL CERRO DE SANTA LUCIA AL OESTE DE PARIS.

Por las ocultaciones i las culminaciones lunares, 1839, término medio.	4h 51 <sup>m</sup> 37 <sup>s</sup>
Por los cronómetros correspondientes a Valparaiso, término medio . . .	4h 51' 49 <sup>s</sup>
Por las observaciones de Mr. Gilliss . . . . .	4h 51' 41 <sup>s</sup>
Término medio final . . . . .	4h 51' 42 <sup>s</sup>

El término medio final difiere en 7" de la longitud deducida de la de Valparaiso por los cronómetros, en 5" de la obtenida por nuestras observaciones, i en un solo segundo de la dada por las observaciones de Mr. Gilliss. Podemos, pues, considerarla como mui aproximada a la verdad; lo cual coloca al Meridiana mediano por los 72° 55' 30" al oeste del observatorio de Paris.

La escala del mapa se halla en la proporcion de uno por 250,000; las altitudes de las localidades mas notables estan allí espresadas en metros por números colocados cerca de estas localidades. Independientemente de estas acotaciones de altura, la ele-

(1) Altura sobre el nivel del mar.

vacion gradual del suelo se ha señalado con líneas de nivelacion desde 50 hasta 500 metros. Sobre estas líneas, las undulaciones del terreno se han figurado con sombras, tanto mas oscuras, cuanto eran mas rápidas las pendientes. Por último, las rejiones de las nieves eternas se han marcado con tintes mas claros.

En lo relativo a la parte jeolòjica, cada formacion se ha señalado con una letra o un tinte particular, i hemos empleado diversos signos para indicar la situacion de las principales vetas metalíferas; i en fin, se designa con flechas el declive de las capas o bancales inclinados. Aquellos tintes, así como los diferentes signos empleados, se hallan esplicados en un cuadro que hace parte del mapa.

Habiéndose dado todas las medidas en metros, que hoi es la unidad lineal mas jeneralizada, indicamos en el cuadro siguiente la relacion de esta unidad con las antiguas medidas mas usuales en Chile.

**REDUCCION DE PIES, VARAS, ETC., EN METROS, I RECIPROCAMENTE.**

1 pié vale . . . . .	279 milímetros.
1 vara . . . . .	836 id.
1 cuadra de 150 varas . . . . .	125 metros 380 milimetros.
1 legua de 36 cuabras . . . . .	4,513 metros.
1 cuadra cuadrada . . . . .	15,725 metros cuadrados.
1 metro . . . . .	1 vara i 196 milésimos.
1 kilómetro . . . . .	1,196 varas.
1 miriámetro . . . . .	11,960 varas.
1 hectárea . . . . .	14,304 varas cuadradas.
1 kilogramo cuadrado . . . . .	63 cuabras cuadradas i 574 milésimos.

Ultimamente, para facilitar la intelijencia de las descripciones i poner esta obra al alcance de toda clase de lectores, hemos hecho preceder a ella una introducción que comprende una breve esposicion de los principios jenerales que sirven de base a la Jeolojia.

## INTRODUCCION.

La jeolojia tiene por objeto el estudio del globo terrestre considerado en su conjunto e independientemente de los seres organizados que viven en su superficie. Considerada bajo el punto de vista de sus relaciones con las otras ciencias, ella forma la parte mas importantes de la jeografia fisica, es a saber: la que trata de la configuracion de la tierra, de su composicion i de los fenómenos físicos que se manifiestan, tanto en la superficie, como en el interior. Cada uno de los tres órdenes de cuestiones que acabamos de indicar, forma un ramo separado, o mas propiamente dicho, una ciencia aparte, que descansa sobre principios que le son propios; así, por ejemplo, la jeodesia o la ciencia que trata de la figura de la tierra, se funda en las observaciones astronómicas i las medidas trigonométricas; la jeognosia toma de la química los principios que le sirven de base; i la jeogonia, considerando los efectos de las fuerzas físicas que obran sobre la materia, se remonta a la causa de los fenómenos que han cambiado la superficie de la tierra, desde las épocas mas remotas hasta nuestros dias. Tales son las diversas ciencias, cuyos principios fundamentales vamos a esponer.

### FIGURA DE LA TIERRA.

Diferentes observaciones prueban que la tierra es un cuerpo esférico, aislado en medio del espacio, como lo son el sol, la luna i los planetas. Así, por ejemplo, cuan-

do en el mar se percibe un buque, las partes mas elevadas de éste son las que primero se ven, i parece como que sale poco a poco de debajo del horizonte a medida que camina hácia el espectador; efecto que no podria verificarse si la superficie del mar no fuese convexa. La observacion de las estrellas, conduce al mismo resultado: a medida que un  $\gamma$  se aleja de cualquiera de los polos, se ven ciertas estrellas que aparecian en el zenit aproximarse al horizonte i al fin desaparecer, mientras que se descubren en la direccion opuesta nuevos astros que eran invisibles desde el punto de donde se habia partido. Por fin, se sabe que en los eclipses de luna, la sombra de la tierra es la que se proyecta sobre su satélite; i como esta sombra es circular, el cuerpo que la proyecta debe ser necesariamente de figura esférica. Pero como estas diversas observaciones no son suficientes cuando se quiere conocer con exactitud la forma de nuestro planeta, es necesario ocurrir a métodos mas exactos, cuyo conjunto forma la jeodesia. Entre estos métodos, la medida de un arco del meridiano o de los grados de la circunferencia terrestre, tomada en la proximidad del polo i del Ecuador, es la que conduce a los resultados mas notables. Los primeros trabajos de este jénero se comenzaron en 1735 por los académicos franceses que midieron la longitud del grado del meridiano bajo el Ecuador, en Francia i en Laponia. Estas medidas tomadas con todo el cuidado posible, demostraron que la tierra no era un cuerpo perfectamente esférico, pero si un esferoide algo achatado hácia los polos. Mas tarde, medidas semejantes, ejecutadas en Inglaterra, en Italia, en Austria, en el Perú, en el cabo de Buena-Esperanza, en Francia i en Pensilvania, vinieron a confirmar este resultado. Tomando el término medio de todas estas medidas, aparece que la diferencia entre el rádio ecuatorial i el rádio polar es de 20,660 metros; i como el mayor de estos rádios tiene 6.376,084 metros, esta diferencia es aproximativamente un trescientos-nueve-avo. Si calculamos; además, en conformidad con las leyes conocidas de la mecánica, la figura que tomaria una masa líquida del mismo volumen i de la misma densidad que la tierra, se ve que esta figura es del todo semejante a la que se ha deducido de las observaciones precedentes; i como tal concordancia no puede ser efecto de la casualidad, es menester coleccionar que la tierra ha debido encontrarse primitivamente en estado de fluidez. Las observaciones jeognósicas de que hablaremos en el capítulo siguiente, vienen a confirmar este resultado, demostrando que nuestro globo conserva aun en gran parte ese estado de fluidez.

## JEOGNOSIA.

Entre el número infinito de sustancias diversas que forman la parte sólida del globo, la masa líquida de los mares o la atmósfera que lo envuelve, los trabajos de los químicos han hecho descubrir cierto número de cuerpos que resistiendo a todos los medios de descomposicion conocidos, deben ser considerados como principios elementales. Son estos cuerpos, cuyo número asciende hoy a 58, los que combinándose entre si reproducen todas las materias conocidas. Este número, ya bastante pequeño, es aun mas reducido si se considera, que la mayor parte de los principios elementales se encuentran por una rareza, i desempeñan un papel del todo secundario en la composicion de la tierra; mientras que otros, en muy pequeño número, forman por si solos la masa de los continentes, las mares i la atmósfera. Entre estos, el oxígeno debe colocarse en primera línea: este cuerpo naturalmente gaseoso, forma con el azo casi la totalidad de la atmósfera; combinado con el hidrógeno produce el agua i así representa una parte constitutiva del mar i de los ríos; i en fin, uniéndose con otros principios sólidos, forma las grandes masas minerales que se presentan en la superficie de la tierra. Estas últimas combinaciones, conocidas bajo el nombre de óxidos, se encuentran, ya solas, ya combinadas unas con otras, i forman de este modo dife-

rentes especies minerales. La que hace el papel más importante en la composición de las masas sólidas, es la sílice u óxido de silicium. En el estado de pureza se reconoce este cuerpo por su gran dureza i por su brillo vítreo. Muchas veces es transparente, i entónces constituye el cuarzo-cristalizado o cristal de roca; otras, es opaco, i presenta en general todos los grados intermedios entre la opacidad i la transparencia mas perfecta. Bajo estos diversos estados, forma en la superficie del globo masas considerables, ya compactas, ya compuestas de pequeños granos unidos unos con otros. Combinado con cierta cantidad de agua, forma la calcedonia i el ópalo, sustancias que se encuentran en abundancia en la naturaleza; pero es, sobre todo, en el estado de combinacion con otros óxidos, en el que se presenta como la parte predominante de la composición del globo; i entónces forma las diferentes especies minerales que son la base de las principales rocas, que es indispensable conocer cuando se quiere formar una idea exacta de la composición de la tierra.

Estas especies son el feldspato, la mica, la anfíbola, el piróxeno, el talco, la serpentina i el peridot.

Dáse el nombre de feldspato a los minerales que resultan de la combinacion de tres óxidos, en la cual entran siempre la sílice i la alumina: el tercer óxido, puede ser la potasa, la sosa o la cal; de donde resultan tres especies principales de feldspatos, cuyos caracteres exteriores son los siguientes:

El feldspato potásico se conoce sobre todo en la quebradura que presenta, de anchas hojas lisas i como nacaradas; casi siempre se deja atravesar por la luz; es a veces diáfano; jmas completamente opaco. Sus colores mas comunes son el blanco, el amarillo claro, el rojo o el gris. Calentado al soplete, produce un vidrio transparente i casi sin color.

El feldspato sódico se divide en hojas, solo en un sentido; es por lo comun opaco i nunca del todo transparente: sus colores son, el blanco amarillento, el azul pálido, o el rojo claro; se funde difícilmente al soplete i da un vidrio blanco i opaco.

El feldspato cálcico es siempre de un color mas oscuro, variado entre el negro i el gris; su quebradura presenta en un sentido hojas pulidas, i en otros un aspecto vítreo, con reflejos azulados o iris; se funde al soplete, produciendo un vidrio parduzco o negro.

Las micas son tambien ciertas especies minerales formadas por la combinacion de la sílice i de la alumina con otros óxidos. Se distinguen mui fácilmente de las otras especies por su brillo casi metálico, por su estructura hojosa i por la facilidad con que se dividen en laminillas mui delgadas i elásticas.

La anfíbola i el piróxeno son especies cuya composición i caracteres exteriores se asemejan mucho.

Se componen de sílice, de alumina, de cal, de magnesia i de óxido de hierro. Su color es siempre negro o de un verde oscuro; ellas se dividen, como el feldspato, en hojas: las de la anfíbola son frecuentemente estriadas i de un brillo sedoso; lo cual basta muchas veces para distinguir esta especie del piróxeno. Se funden fácilmente al soplete i dan un vidrio opaco, negro o verde oscuro.

El talco es una combinacion de sílice i de magnesia, que contiene siempre una pequeña cantidad de agua. Su color mas comun es el verde, i se divide en pequeñas hojas untuosas i sin elasticidad; lo que le distingue de la mica.

La serpentina es mui parecida al talco por su composición, pero difiere en su aspecto i su color, que siempre es mas oscuro que el del talco. Ella es compacta, i da, cuando se raspa con cuchillo, un polvo untuoso i de un blanco verdoso.

El peridot ofrece la misma composición que la serpentina; carece si absolutamente de agua, i ademas se distingue con facilidad por sus caracteres exteriores: es un cuer-

po mui duro, de aspecto vítreo; su color es variado entre el amarillo i el verde; se descompone con facilidad i entónces toma un color rojo i opaco.

Los otros cuerpos elementales que figuran en la composicion del globo son, el hierro, el carbono i el azufre. El hierro se encuentra siempre en estado de óxido, i aunque ménos abundante que el silicium, está casi igualmente esparcido; porque hai pocas especies minerales que a lo ménos en pequeña cantidad no lo contengan; i él es el que forma casi siempre el principio colorante de las diversas rocas. El óxido de hierro en su estado de pureza forma masas enormes, montañas enteras muchas veces; combinado con el agua produce bancales mui gruesos, i él es al que se debe atribuir el color verdoso, amarillo o rojizo que aparece en la mayor parte de las arcillas.

El carbono, en su estado de pureza, existe en pequeña cantidad, i entónces es conocido bajo el nombre de grafito i de antracita. Su color es negro con cierto brillo metálico; se distingue fácilmente de todas las otras sustancias minerales por su propiedad de arder al contacto del aire, transformándose en ácido carbónico. Es sobre todo en este último estado en el que se le encuentra en mayor abundancia. Combinado con la cal forma la caliza, roca que aparece en poderosos bancales i figura de una manera importante en la composicion del globo. En su estado de pureza, la caliza se asemeja algo al felspató potásico, pero es mucho mas tierna i se distingue inmediatamente por la facilidad con que se disuelve en los ácidos, produciendo una gran efervescencia debida al desprendimiento del ácido carbónico. Las mas veces forma masas compactas, cuyo aspecto i colores son mui variados, pero siempre es fácil de conocer por los efectos que produce con los ácidos.

El azufre existe como el carbono en estado de pureza, pero es aun ménos abundante. Sus caracteres son mui conocidos para que sea necesario indicarlos aqui. Combinado con el oxígeno produce el ácido sulfúrico que, uniéndose con la cal, forma el yeso. De ordinario se encuentra este cuerpo en grandes masas, i es mas tierno que la caliza, a la cual se asemeja mucho por sus caracteres exteriores. Al calentársele, deja escapar agua, i se hace entónces mui fácil de desmoronar. Si en este estado se le pulveriza, i se deslie en un poco de agua, se convierte en una masa dura. Estos caracteres bastan siempre para distinguirlo de otros minerales.

Tales son los principales materiales que entran en la composicion del globo; i para completar su historia únicamente nos falta examinar la manera en que se encuentran repartidos sobre la superficie i el interior de la tierra. Sucede con frecuencia que una de las especies precedentemente descritas se manifiesta sola en grandes masas, i entónces forma lo que los jeólogos llaman roca simple. El cuarzo, el felspató i el carbonato de cal se encuentran en este caso. Otras veces, i esto es lo mas ordinario, se hallan asociados varios minerales, i las masas que resultan, forman las rocas compuestas, en las cuales es fácil distinguir, sea a la simple vista o con ayuda del microscopio, las diversas especies que entran en su composicion; como sucede con el granito, la diorita, etc.

*Origen de las rocas.*—Ciertos fenómenos que se manifiestan diariamente en la superficie de la tierra, pueden darnos idea del modo como se han formado las grandes masas que componen la parte sólida del globo. Las materias fluidas que se derraman en las erupciones volcánicas, presentan, despues de enfriadas, una composicion i estructura del todo semejantes a las de ciertas rocas. Examinándolas con atencion, se conoce que se han formado por la aglomeracion de pequeños cuerpos pertenecientes, ya a una misma especie mineral, ya a diferentes. Estos diversos cuerpos se penetran mutuamente, presentando, los unos partes salientes, i los otros depresiones que se corresponden; circunstancia que prueba su estado anterior de fluidez. Ahora bien, al considerar, relativamente a su estructura, todas las diversas especies de rocas que

se encuentran en la superficie de la tierra, se echa de ver que cierto número de ellas presentan la misma disposición que las lavas; i como para que esta estructura haya podido realizarse ha sido necesario que ésus materias hayan estado primitivamente fluidas, es menester coleccionar que esas rocas tienen el mismo origen; es decir, que son el resultado del enfriamiento de materias fluidas procedentes del interior del globo, como se verifica con los productos volcánicos.

Estas rocas consideradas en su conjunto, presentan, por otra parte, variaciones sucesivas que establecen una transición no interrumpida desde el granito hasta las lavas; de tal manera, que si se admite respecto de una de ellas un origen cualquiera, fuerza es admitirlo para todas las demás. En fin, su posición relativamente a otras rocas de que vamos a hablar, confirma también esta opinión, porque se las ve llenar las grietas que existían en las últimas, encubrir sus fragmentos, i extenderse sobre su superficie, del mismo modo que lo habría hecho una materia fluida inyectada por debajo de estas masas.

Si volvemos ahora la vista a lo que se verifica en la superficie de los continentes, vemos que las rocas más duras se desmoronan poco a poco i se trasforman en materias movedizas que son arrastradas por las lluvias, los torrentes i los ríos hasta depositarse en el seno de los mares. En esta larga travesía, las partes mayores o las más densas son las primeras que se asientan i forman los cúmulos de peñascos que llenan el álveo de los torrentes; más abajo se forma con las arenas el fondo de los ríos; i en fin, las partes más ténues, largo tiempo suspendidas en las aguas, llegan hasta el mar, donde se depositan lentamente formando capas horizontales, en cuya superficie van a vivir multitud de animales marinos, que dejan allí sus despojos, los cuales aparecen después envueltos i cobijados por nuevos depósitos. I aun sucede algunas veces que es tal la abundancia de estos cuerpos, que sus despojos componen capas enteras.

Si en lugar de desembocar en el mar una corriente de agua va a parar en un lago, se reproducen los mismos fenómenos en menor escala; pero en este caso las capas contienen restos de animales que viven en agua dulce, i de vegetales que crecían en las márgenes de ese lago. Ahora bien, encuéntranse frecuentemente en el interior de los continentes i hasta en la cima de los más elevados montes, capas enteramente semejantes a las que se forman por estos depósitos, i que componiéndose ya de fragmentos de diversas rocas, ya de partes desmoronadas, que encierran ordinariamente restos de cuerpos organizados, deben tener por consiguiente el mismo origen.

Todas las rocas conocidas pertenecen a uno u otro de los dos tipos que acabamos de describir. Las unas del mismo origen que las lavas, han recibido el nombre de rocas endojénicas, es decir, originarias del interior del globo; las otras, que tienen por tipo los depósitos que se forman actualmente, bien sea en la embocadura de los ríos, o bien en el fondo de los grandes lagos, producen las rocas exojénicas; es decir, de origen estérno. En el cuadro siguiente damos la clasificación de estas diferentes especies de rocas i de los caracteres que sirven para conocerlas.

## CLASIFICACION DE LAS ROCAS.

	1. <sup>a</sup> CLASE.	ROCAS.	ENDOJENICAS.
	Caractéres jenerales, Nombre de las rocas		Composicion.
Granitoides.....	} Rocas formadas por la aglomeracion de diversas especies minerales,	Granito.	Cuarzo, felspato potásico i mica;
		Pegmatita.	Cuarzo i felspato potásico.
		Sienita.	Felspato hojoso i anfíbola.
		Diorita.	Felspato granudo i anfíbola.
		Traquita.	Felspato vítreo.

Porfiroides.....	} Rocas de pasta compacta, homogénea, o que contienen diversos cristales.	Eurita.	Felspato compacto.
		Pórfido.	Felspato compacto i felspato cristalizado.
		Ofita.	Serpentina i felspato.
		Basalto.	Felspato, piróxeno, peridot, hierro titánico.

2.ª CLASE.—ROCAS EXOJÉNICAS.

Conglomeradas.	} Rocas compuestas de los restos de las precedentes.	Conglomeratos	Fragmentos angulosos o rodados de diversas rocas.
		Arenisca.	Partículas desprendidas de diversas rocas, reunidas por un cemento.
		Arenas.	Partículas desprendidas i movedizas.
Compactas.....	} Rocas homogéneas formadas por via de depósito.	Esquita.	Masa hojosa, compuesta de partículas muy menudas.
		Arcilla.	Silicato de alumina hidratado.
		Caliza.	Carbonato de cal.

3.ª CLASE.—ROCAS METAMÓRFICAS.

Compactas.....	} Rocas exojénicas i compactas endurecidas por la acción de otras rocas.	Cuarzita.	Reunión de pequeños cristales de cuarzo, cuarzo compacto.
		Petrosilex.	Rocas parecidas a la eurita i a los pórfidos;
Esquistosas.....	} Rocas de estructura hojosa compuestas u homogéneas.	Jaspe.	Esquita i arcillas endurecidas.
		Micacita.	Mica, cuarzo i felspato.
		Pizarra.	Mica i felspatos en muy pequeñas partículas.
		Talcita.	Talco, cuarzo i felspato.
		Esquita talcosa	Talco en partículas muy menudas.

## JEÓGONIA.

La determinación de la edad relativa de los diversos materiales que componen la corteza del globo, descansa a la vez sobre la superposición de las diferentes capas estratificadas i sobre el estado de los restos organizados que ellas encierran. Cuando se encuentran muchas capas de rocas sobrepuestas las unas a las otras, siempre es fácil determinar con precisión su edad relativa; porque, conocida la manera cómo estas rocas se han formado, es evidente que las más recientes deben encontrarse en la parte superior. Pero cuando se quiere comparar unas con otras las capas que están separadas por grandes distancias, i con más razón las que pertenecen a diversos continentes, este medio no tiene ya aplicación, i entónces es forzoso recurrir a otros datos.

Estudiando en una misma región los fósiles que se encuentran diseminados en diferentes rocas sobrepuestas, se ha reconocido que cada capa encerraba exclusivamente ciertas especies que no aparecían ya en las demás, i cuya existencia correspondía, por consiguiente, a la época de este depósito; de lo cual resulta que cada capa puede caracterizarse por los fósiles que ella encierra, i que basta darlos a conocer para indicar el lugar que ellas deben ocupar en la escala jeológica. Como semejantes observaciones, repetidas en gran número de localidades diferentes, han confirmado la concordancia que existe entre la naturaleza de los fósiles i el orden de superposición de los bancales o capas, ha parecido natural coleccionar que todas las capas que encerraban unos mismos fósiles, se habían depositado durante un mismo periodo. Tal es el principio a cuya luz se puede determinar la edad relativa de las diversas especies de rocas, i que ha servido para clasificarlas en orden cronológico.



El siguiente cuadro reproduce esta clasificación. Las rocas caracterizadas por unos mismos fósiles, se hallan en él reunidas bajo la denominación general de terreno, i se suceden ordenadamente de las mas modernas a las mas antiguas.

CLASIFICACION JENERAL DE LOS TERRENOS.

Nombre de los terrenos:	Fósiles característicos.
Terreno moderno....	Restos de cuerpos organizados semejantes a los que viven actualmente.
Terciario.....	Manmíferos pertenecientes a especies perdidas, vejetales análogos a los de las rejiones intertropicales.
Cretáceo.....	Restos de grandes reptiles de especies perdidas. Belemnitas i escafitas.
Jurásico.....	Ammonitas.
Lias.....	Conchas semejantes a las ostras ( <i>Gryphea arcuata</i> , <i>Gryphea Cimbium</i> .)
Triásico.....	Voltzia (vejetales de la familia de los coníferos); i ceratitas.
Carbonífero.....	Peces de especies perdidas; vejetales pertenecientes a las familias de las helecháceas i las equisetáceas.
Devonense.....	Conchas pertenecientes a los jéneros <i>Spirifer</i> i <i>Orthis</i> .
Siluriense.....	Crustáceos de especies perdidas, conocidos bajo el nombre de trilobitas.

*Oríjen de las montañas.*—La posición que ocupan actualmente las rocas exojénicas, los restos organizados que contienen, i que pertenecen casi todos a especies que ya han desaparecido, atestiguan que la superficie de la tierra ha experimentado grandes mutaciones. Bancales o capas casi enteramente formadas de conchas marinas, i que por consiguiente, solo han podido ser depositadas debajo del mar, se encuentran con frecuencia en el interior de los continentes i aun algunas veces sobre las mas elevadas montañas. Esta posición de las rocas exojénicas no puede explicarse sino de dos modos: es necesario, o admitir que disminuyendo de volúmen la masa de las aguas, ha bajado su nivel dejando descubiertos los continentes actuales, o que las partes cubiertas por las mares se han elevado por una causa cualquiera que las ha llevado al nivel que hoy ocupan. De estas dos hipótesis, la última solamente concuerda con las observaciones hechas. En efecto, si se considera lo que se ha dicho respecto al oríjen de las rocas exojénicas, será forzoso convenir en que estas rocas depositándose en las aguas han debido formar bancales cuya posición primitiva debió ser muy sensiblemente horizontal; i si los actuales continentes debieran su existencia a un simple descenso del nivel del mar, tal sería hoy también la posición de todos los terrenos estratificados. Pero no sucede así: los bancales, lejos de presentar siempre una posición horizontal, estan frecuentemente inclinados, i aun verticales algunas veces; circunstancia que solo puede explicarse admitiendo que ciertas partes se han elevado o han descendido relativamente al nivel que ocupaban despues de su formación; i como este nivel no podia ménos de ser inferior a la superficie del mar, es evidente que las partes de estas capas que ahora se encuentran en los continentes han sido solevantadas.

Las cordilleras o grandes cadenas de montañas no tienen otro oríjen. Estudiando su estructura, se conoce que se han formado de bancales levantados hacia el eje de la cadena. Frecuentemente la continuación de estos bancales está interrumpida cerca de la línea culminante, haciendo ver sobre la pendiente opuesta el corte de todos los bancos inferiores. Una cadena de montaña debe en general mirarse como el resultado de fractura verificada en la parte sólida del globo a consecuencia de un solevan-

famiento: el filo de la parte solevantada forma la línea culminante, mientras que la hendidura, propiamente dicha, forma un valle longitudinal.

*Edad de las cadenas de montañas.*—Supongamos ahora que una cadena de montañas forme el límite de un continente; los bancales inclinados hácia el mar se zahullirán en las aguas hasta cierta profundidad, i si algun río viene acarreado a esta costa nuevas materias, se depositarán estas en capas horizontales, cuyos bordes se hallarán apoyados sobre las precedentes. En este caso se tendrán dos terrenos en contacto: el más antiguo presenta bancales inclinados; el otro capas horizontales; i como estas capas debieron comenzar a depositarse inmediatamente despues del solevantamiento del primer terreno, podrán servir para fijar la época de ese solevantamiento i por consiguiente la edad de las montañas que son su resultado.

*Edad de las rocas endojénicas.*—Estudiando, por otra parte, la posición de las rocas endojénicas, se conoce que ellas ocupan casi siempre el fondo de las grandes hendiduras que se prolongan paralelamente a las cadenas de montañas: exactamente del mismo modo que lo haría una materia fluida, que comprimida en el interior del globo se derramase por sus aberturas; resultado completamente conforme a lo que hemos dicho precedentemente con relacion al orijen de estas rocas, i que además sirve para determinar su edad relativa, de la misma manera que la discordancia de los bancales estratificados sirve para fijar la de las cadenas de montañas.

*Metamorfismo: orijen de las vetas metalíferas.*

El contacto de las masas endojénicas con los bancales de los terrenos solevantados, da lugar a una multitud de observaciones muy importantes para el jeólogo. Jeneralmente se observa que cerca de este contacto las rocas exojénicas han cambiado enteramente de aspecto; amenudo han sido fundidas; los diversos elementos de que se componen han formado nuevas combinaciones, i entónces aparecen en ellas todos los caracteres de las rocas endojénicas, de las que difieren solo por su disposición en capas paralelas. Otras veces materias volátiles escapándose de estas masas fundidas, han penetrado en las masas i alterado su composición, introduciendo nuevos cuerpos; o llenando las numerosas hendiduras producidas por el solevantamiento, han formado la infinita variedad de combiunaciones que presentan las vetas metalíferas; que por semejante causa se encuentran siempre al contacto de estas dos clases de rocas.

Los bancales así modificados por la acción de las masas endojénicas, presentando a la vez los caracteres propios a cada una de las dos grandes divisiones que hemos establecido en las rocas, debían formar una clase separada. Ellos son los que bajo el nombre de rocas metamórficas, que recuerda su orijen, forman la última clase en el cuadro jeneral de las grandes masas que entran en la composición del globo.

## PROVINCIA DE SANTIAGO.

SU POSICION JEOGRAFICA, SU ETENSION I LIMITES.

La provincia de Santiago está situada entre los 32° 54' i 34° 26' de latitud sur, i los 72° 0' 74° 42' de longitud al oeste del meridiano de Paris. Su mayor largura, estimada desde la punta del Algarrobo hasta el Tupungato, es de 212 kilómetros; i su anchura tomada en una dirección casi perpendicular a la precedente, es decir, desde la cuesta de Zapata hasta el nacimiento del Cichapoal, es de 187 kilómetros. La superficie comprende 24,016 kilómetros cuadrados: ella se divide en dos rejiones naturales; la una ocupada por los Andes, i en jeneral poco a propósito para el cultivo, abraza 10,150 kilómetros cuadrados; la otra, que comprende la parte situada al oeste de los Andes, se compone de llanuras i montañas que no alcanzan jamás a la altura de las

nieves eternas: su superficie es de 13,866 kilómetros cuadrados; así es que las de estas dos rejiones estan, con corta diferencia, en la proporcion de 10 a 14.

Los limites de la provincia, son: al este, la línea culminante de los Andes que la separa de la República Argentina; al norte, la línea divisoria de las aguas entre el Maipo i el rio de Quillota, que la separa de las provincias de Aconcagua i Valparaiso; al oeste, el mar i el cordon de Zapata; i al sur, el rio Rapel o Cachapoal, que la separa de la provincia de Colchagua.

## OROGRAFIA.

Las cadenas de montañas que cruzan la provincia de que tratamos, son: la cordillera de los Andes que ocupa la parte oriental, los *macizos* (2) de Polpaico i Aculeo, que están situados en la mediana, i el cordon de Zapata que forma el limite occidental.

### CORDILLERA DE LOS ÁNDES.

Los Andes ocupan una ancha faja dirigida de Norte a Sur, i se componen de tres macizos de donde parten las diversas crestas que establecen la division de las aguas. El Tupungato, situado por los 37° 22' 45" de latitud sur, i los 0° 55' 20" de longitud al este del meridiano de Santiago, forma el centro i el punto culminante del primer macizo. Su altura, sobre el nivel del mar, es de 6,710 metros. Al norte de esta montaña se encuentra la cuesta que divide las aguas de la hoya de Aconcagua de la del Maipo. Esta línea dirigida desde luego al nord-oeste se encorva desde el cerro del Juncal i va a juntarse con el cerro del Plomo, situado cerca de Santiago; de allí desciende para formar el portezuelo del Polrero-Alto, i elevándose en seguida cerca de la Mesa-Alta, vuelve a tomar la direccion nord-oeste i va a terminar en la rama de Chacabuco.

Una segunda rama, poco mas o ménos perpendicular a la primera, es decir, dirigida al oeste-sud-oeste, separa la hoya del rio Colorado de la del rio del Yeso, i viene a terminar en el cerro de San Lorenzo. Por fin, una tercera línea, separando esta última hoya de la del Tumuyan i formando la cumbre de los Andes, corre al sur con alguna inclinacion al oeste i remata en el portillo de los Piuquenes que la divide del macizo siguiente.

El segundo macizo, cuya parte central está ocupada por los grupos de los volcanes de San José, se halla situado a los 33° 42' 15" de latitud sur, i por los 0° 43' 43" al este del meridiano de Santiago. La altura absoluta del punto culminante, es de 5,532 metros. De las cinco ramas que estan ligadas a este macizo, dos se estienden sobre el territorio de la República Argentina i las otras tres pertenecen a la provincia de Santiago. La primera, que corre al norte inclinándose algun tanto al este, pertenece a la línea culminante i termina en el portillo de los Piuquenes. La segunda corre aproximativamente del este al oeste, i separa las aguas del rio del Yeso de las del rio del Volcan. La tercera, que es la mas estendida i continúa la línea culminante, se dirige al sud-sud-este i forma el limite oriental de la hoya del Maipo terminando en un vasto circo, cuyo centro está ocupado por la laguna del Diamante. Sobre el borde oriental de este circo, se eleva el volcan de Maipo, separado del último macizo por el portezuelo de la Cruz de Piedra.

Este macizo, mucho mas estendido que el precedente, presenta, sin contar la cresta que corresponde a la línea culminante i que corre, poco mas o ménos, de norte a sur, una segunda línea dirigida al nord-nord-este, que cierra el limite occidental del valle

(2) Llámase macizo (*massif*) el cuerpo o parte principal de un cerro o grupo de cerros, haciendo abstraccion de los pequeños accidentes o desigualdades de la configuracion.

de Maipo, i renata cerca de la confluencia de este río con el Colorado. El punto culminante de esta línea está situado por los 34° 11' 45" de latitud austral i los 0° 32' 13" de longitud oriental. Su altura sobre el nivel del mar, es de 5,220 metros. Tales son las principales crestas que diseñan el relieve de los Andes. Nievés perpétuas las cubren en casi toda su longitud; i van elevándose gradualmente a medida que se acercan a los macizos que les sirven de puntos de partida. De estas diversas líneas parten varios ramos secundarios que sería largo describir aquí, i cuya posición es fácil ver dando una ojeada al mapa.

*Cadena central.*—El nacimiento de la cadena central se halla hacia el límite norte de la provincia, a los 32° 58' 50" de latitud sur i los 0° 19' 47" de longitud oeste. Ella se dirige de norte a sur, i se compone de dos macizos separados por el valle de Maipo. El primer macizo, después de haber echado dos ramas, de las cuales la una va a enlazarse con las montañas de Chacabuco, i la otra con el cordón de Zapata, llega a su mayor elevación, que es de 2230 metros, a los 37° 18' 10" de latitud austral; descendiendo en seguida gradualmente hasta el portezuelo de Prado, i después de dar dos pequeños ramales, que se dirijen al oeste, termina cerca de la confluencia del Mapocho i el Maipo. El segundo macizo, que comprende los cerros de Aculco i de Alhué, se encuentra colocado sobre la prolongación del primero, i se extiende desde el Maipo hasta el Cachapoal. El punto culminante alcanza a una altitud de 2,238 metros, i se halla situado aproximativamente en la medianía del macizo, a los 33° 59' 20" de latitud sur. Del extremo norte parte una gran rama, que dirijiéndose al oeste-sud-oeste separa las aguas del Maipo de las del Cachapoal, i termina cerca de costa en la Hacienda de Bucalemu. Una segunda rama, ménos estendida, siguiendo la misma dirección, se desprende de la estremidad sur i va a rematar en la llanura de Yallauquen cerca de la confluencia del Cachapoal con el Tinguiririca.

*Cordón de Zapata.*—El cordón o cadena de Zapata que debe considerarse como una rama de la Central, se une a esta por el cerro de la Chapa, situado en la hacienda del Colliguai; corre al oeste-sud-oeste hasta los Altos de Totoral, donde se dobla para tomar la dirección norte-sur, que sigue hasta cerca de la hacienda de Puangue; aquí se divide en dos ramas, de las cuales, la una, corriendo hacia el oeste, se extiende por la provincia de Valparaíso; i la otra siguiendo la dirección sur, va a reunirse con los cerros de San Diego, que forman su estremidad. Esta cadena es mucho ménos elevada que la precedente; el punto culminante, situado entre las haciendas de Puangue i de la Viñilla, solo alcanza a la altura de 1,633 metros.

Fuera de las tres cadenas que acabamos de describir, existen aun algunas eminencias, diseminadas sobre la llanura que costea la base occidental de los Andes. Así, pues, notamos al norte el pequeño macizo situado entre Colina i Polpaico; cerca de Santiago, el cerro de Renca; i mas al sur, las montañas de San Bernardo, las de la Calera i el Cerro Negro. Mas allá del Maipo, se encuentra asimismo el cerro de Chada, que cierra por el sur la llanura de Santiago, el Pan de Azúcar i las colinas de la Compañía. Para completar estos detalles orográficos, damos en el cuadro siguiente las altitudes de los puntos mas dignos de notarse.

ALTITUDES DE LAS PRINCIPALES CUMAS DE LAS MONTAÑAS DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO.

El Tupungato. . . . .	6710
» Cerro del Juncal. . . . .	6208
» Volcan de San José . . . . .	5532
» Volcan de Maipo. . . . .	5384
» Cerro del Plomo. . . . .	5433

» Pico de San Francisco . . . . .	5181
» Cerro de la Cruz de Piedra . . . . .	5220
» Cerro de San Lorenzo . . . . .	4021
» Cerro de San Pedro Nolasco . . . . .	3339
» Cerro de Peñalolen . . . . .	3245

*Pasos de los Andes.*

El Portillo de los Piuquenes . . . . .	4200
» Portillo del Potrero Alto . . . . .	4064
» Portillo, de la Cruz de Piedra . . . . .	3442

*Cadena Central.*

El Cerro de Chapa . . . . .	4908
» Cerro de los Amarillos . . . . .	2230
» Cerro de Prado . . . . .	4854
» Horcon de Piedra . . . . .	2229
» Cerro de Alhué (punto culminante)	2238

*Cordon de Zapata.*

El Pico de la Viñilla . . . . .	1633
» Pico de Puangue . . . . .	972
Los Cerros de San Diego (punto culminante) . . . . .	525

*Macizos de la llanura longitudinal.*

Los Cerros de Colina (punto culminante) . . . . .	1048
El Cerro de Renca . . . . .	889
« Cerro de San Cristóval . . . . .	847
« Cerro de Santa Lucía . . . . .	627
Los Cerros de San Bernardo (punto culminante) . . . . .	911
El Cerro Negro . . . . .	686
Los cerros de la Calera (punto culminante) . . . . .	1074
El Cerro de Chada . . . . .	4287
El Pan de Azúcar . . . . .	586

## HIDROGRAFIA.

La provincia de Santiago comprende dos hoyas hidrográficas: la de Maipo, que ocupa la mayor parte; i el costado septentrional de la hoya del Cachapoal.

*Rio Maipo.*—El Maipo desemboca en el mar cerca del puerto de San Antonio, por los 33° 38' 40" de latitud sur, i los 1.° 6' 30" de longitud occidental. Este rio sube primeramente al este, algo inclinado al sur, hasta el pueblo de Concumén; i despues de dõblar la punta formada por los cerros de San Diego, cambia de direccion i sube al este algunos grados norte, hasta unirse con el rio Colorado cerca de la hacienda de San Juan. Su direccion, desde este punto, es casi perpendicular a la que tenia al principio; corre al sur 28° este, ocupando el fondo de una hoz mui estrecha que se estiende entre dos ramas de la cordillera de los Andes, prolongándose hasta la línea culminante. Tiene su orijen en el portezuelo que separa el volcan de

Maipo del macizo de la Cruz de Piedra a una elevación absoluta de 3,442 metros. Al este de ese portezuelo se encuentra un vasto circo, en el fondo del cual está situada la laguna del Diamante, cuyas aguas, infiltrándose bajo un antiguo manto de lavas, forman, según una opinión popular, las fuentes del Maipo. Para comprobar el fundamento que esta opinión pudiera tener, hemos ejecutado una nivelación, de la cual resulta, que las aguas del lago se encuentran a 23 metros debajo del punto de donde nacen los manantiales que alimentan a este río; resultado del todo contrario a aquella opinión. Tomando en cuenta las principales curvas que describe Maipo, aparece que su largura total es de 24 miriámetros, lo que le da una pendiente media de 1 metro sobre 70. Pero esta pendiente, lejos de ser uniforme, disminuye rápidamente a medida que se aleja de su origen, i se hace casi imperceptible cerca de la costa. Así es que esta pendiente, desde el nacimiento hasta el río Barroso, es de 1 metro por 35; entre este último punto i San José, de uno por 28; de San José al puente de los Morros de uno por 174; i de este punto al mar, de uno por 391. En esta última parte, la pendiente tiene casi el duplo de la del Ródano desde Lyon hasta su embocadura. Los principales ríos que entran en el Maipo son: por la ribera derecha, el arroyo de Puangue, el río Mapocho, el río Colorado, el río del Yeso, el río del Volcán i el río Negro; i por la ribera izquierda, el río de la Angostura, el río Claro, el río Blanco, el río Barroso i el río de la Cruz de Piedra.

*Arroyo de Puangue.*—El arroyo de Puangue se une al Maipo poco mas abajo de las habitaciones de la Junta; costea la base de los cerros de San Diego i el cordón de Zapata, pasa a inmediaciones de Curacavi, i nace en la hacienda del Colihuai hacia el extremo Norte de la cadena Central.

*Río Mapocho.*—El río Mapocho, que se junta al Maipo cerca de San Francisco del Monte, sube primeramente al nord-este hasta Pudagüel. Aquí recibe por la ribera derecha un pequeño río que costea la base oriental de la cadena Central i se divide en dos brazos que tienen su origen en la cordillera de los Andes, sobre la cuesta occidental del cerro de la Mesa-Alta. El uno forma el arroyo de Chacabuco, i el otro el de Colina. Hacia el este del punto donde recibe este río, entra el Mapocho en los pantanos situados al pié de las colinas de Renca. Frecuentemente sucede que en los veranos estos pantanos se secan, i entonces el río se pierde por infiltración i aparece de nuevo algo mas abajo. El Mapocho riega en seguida los alrededores de Santiago i sube al este hasta el pié de los Andes, donde tiene su origen. Durante esta travesía, recibe por la derecha al arroyo de la Dehesa, que desciende del portezuelo de los Neveros, i por la ribera izquierda al arroyo de Tollo i al río de las Yerbas-Locas; i desde este punto sube al norte hasta el portezuelo del Potrero-Alto, donde sale de un pequeño lago situado en la rejion de las nieves eternas.

El curso de éste río, desde su confluencia con el Maipo hasta su nacimiento, es de 11 miriámetros; la diferencia del nivel entre estos dos puntos es de 3,670 metros, lo cual da una pendiente media de un metro sobre 30. Desde Santiago hasta Maipo, el curso es de 6 miriámetros; la diferencia del nivel, de 359; i la pendiente media, de un metro por 167.

*Río Colorado.*—El río Colorado es el mayor de los tributarios del Maipo. Este río que debe su nombre al color rojizo de sus aguas siempre turbias, sube hacia el nord-oeste hasta la base oriental del cerro del Plomo, donde recibe un impetuoso torrente alimentado por las nieves de aquella rama de los Andes. Partiendo de este punto, cambia de dirección: sube hacia el este, recibe otro torrente, procedente de una hoz que remata en el cerro del Juncal; i por fin, tuerce otra vez, i subiendo al sud-este, va a recibir las aguas de las nevadas cimias que se estienden al sud-este

del Tupungato. Su curso poco dilatado relativamente al volumen de sus aguas, es solo de 7 miriámetros, i su pendiente media, de un metro sobre 24.

*Rio del Yeso.*—El rio del Yeso se junta con el Maipo un poco al este de San Gabriel, sube al nord-este, i recibe al rio de los Manzanos, que nace al este del cerro de San Lorenzo. Despues de salvar una garganta mui estrecha, entra al valle de los Piuquenes, donde se divide en dos brazos, de los cuales uno, subiendo al norte, recibe su orijen en las cimas que alimentan al rio Colorado; i el otro, corriendo al noroeste, se bifurca al pié del Portillo de los Piuquenes, i recibe sus aguas principalmente de una hoz que remata en el volcan de San José. Su curso es, poco mas o ménos, de 5 miriámetros, i su pendiente media de un metro por 27.

*Rio del Volcan.*—El rio del Volcan se hace notar por el volumen de sus aguas, la corta estension de su curso i su gran rapidez. Su longitud es de 3 miriámetros, poco mas o ménos, i su pendiente media de un metro por 18. Nace al pié del volcan de San José, i despues de recibir, a corta distancia de su orijen, un impetuoso torrente que viene del sud-este, corre al oeste i va a juntarse con el Maipo algo mas arriba del rio del Yeso.

*Rio Negro.*—El rio Negro es el último que se encuentra sobre la ribera derecha del Maipo. Su orijen se halla sobre el declive meridional del grupo volcánico de San José, i se precipita en una garganta que corre al sur, con alguna inclinacion al oeste. Su confluencia se encuentra a los  $34^{\circ} 8' 35''$  de latitud sur i los  $0^{\circ} 38' 21''$  de longitud oriental.

*Rio de la Angostura.*—Desde su embocadura hasta la pequeña poblacion de Valdivia, no recibe el Maipo ningun caudal de aguas importante. El primer rio que se encuentra es el de la Angostura, que viene a juntarse con él un poco mas abajo del lugarejo de Valdivia. Este rio sube primeramente hácia el sur, algo inclinado al este, i por su derecha recibe una vertiente bastante considerable, que tiene su orijen sobre la cuesta occidental de la rama de San Pedro Nolasco. En seguida atraviesa la Angostura, i dirijiéndose al este-sud-este, entra en la hoz de Peuco, donde lo forma la reunion de los torrentes que descien den de las montañas situadas al sur del cerro de San Pedro Nolasco. Su curso es de 7 miriámetros, i su pendiente, rapidísima al principio, se reduce en seguida a un metro por 350, en el intervalo comprendido entre la Angostura i su union con el Maipo.

*Rio Claro.*—El rio Claro se junta con el Maipo a los  $33^{\circ} 57' 15''$  de latitud austral, i los  $0^{\circ} 29' 53''$  de longitud oriental. El curso de este rio, notable por lo cristalino de sus aguas, llega apénas a dos miriámetros: sube al sud-este, i nace sobre el declive oriental de las montañas que alimentan al rio de la Angostura.

*Rio Blanco i Rio Barroso.*—El rio Blanco i el rio Barroso se unen al Maipo un poco mas abajo de la confluencia del rio Negro, de que ya hemos hablado. Ellos suben al sud-oeste, i nacen sobre el declive oriental de la rama de los Andes que se para la hoya del Maipo de la del Cachapoal, un poco al oeste del cerro de la Cruz de Piedra.

*Rio de la Cruz de Piedra.*—Por fin, el último rio que desemboca en el Maipo por la ribera izquierda, es el rio de la Cruz de Piedra, que tiene su orijen en la montaña de este nombre, i se junta con el Maipo a los  $34^{\circ} 13' 36''$  de latitud austral i los  $0^{\circ} 46' 31''$  de longitud oriental. Estos tres últimos rios, cuyo curso es de poca estension, son mui rápidos; sus aguas mui turbias; i acarrean al Maipo una crecida cantidad de materias terrosas, que provienen de las montañas de Yeso, donde nacen.

*Rio Cachapoal.*—El Cachapoal, que forma el límite austral de la provincia, se echa al mar por los  $33^{\circ} 53'$  de latitud austral, i los  $1^{\circ} 16' 8''$  de longitud occidental. Este rio lleva el nombre de Rapel hasta su confluencia con el Tinguiririca, i

desde este punto hasta su orijen, el de Cachapoal. Sube primero al sud-este hasta el pueblo del Peumo, i despues de doblar la punta formada por la prolongacion de la cadena Central, corre al nord-este hasta la proximidad de Rancagua, donde volviendo a tomar la direccion del sud-este, sube por el valle transversal que se estiende desde Cauquenes hasta la base de las montañas que forman la linea culminante de los Andes; aqui cambia de direccion otra vez, i va a tomar su orijen en el declive oriental del Macizo de la Cruz de Piedra. Su total longitud es de 25 miriámetros, i su pendiente, medida desde su confluencia con el rio de los Cipreses hasta el mar, es de un metro por 203. Al desembocar en la llanura de Rancagua se divide este rio en dos brazos principales que van a reunirse cerca de la Punta del Peumo, formando de este modo una isla, poco mas o menos de 5 miriámetros de largo, enteramente compuesta de tierras de aluvion, i notable por su fertilidad. Algunos brazos mas pequeños dividen esta lengua de tierra en muchas partes, entre las cuales se notan las islas de Coico i de Coltauco.

Los principales rios que entran al de Cachapoal son por la derecha el pequeño rio de Alhué, el de la Compañía, el rio de Colla, el de Concle i el de las Vegas.

*Riachuelo de Alhué.*—El primero se forma por la union de los torrentes que descienden del declive o cuesta occidental del último macizo de la cadena Central, i va a juntarse con el Cachapoal un poco mas abajo de las habitaciones de la hacienda de Quilaya; el segundo, por la union de dos arroyos que descienden de los últimos estribos de los Andes, i reciben su orijen, el uno cerca de Machali i el otro un poco al este de las casas de la Compañía.

*Rio de Colla.*—El rio de Colla es un torrente rapidísimo alimentado por las nieves del ramo de los Andes que separa las aguas del Maipo de las del Cachapoal. Tiene su orijen por el costado occidental del mismo macizo en que se halla el del rio Claro, i cae al Cachapoal cerca de las habitaciones de Colla.

*Rio de Concle.*—El rio de Concle, algo mas crecido que el precedente, tiene su orijen en la misma rama de los Andes. Despues de subir al nordeste, se divide en dos brazos, de los cuales el uno partiendo al norte se aproxima al orijen del rio Blanco, i otro el dirigido al sud-este nace en el costado occidental del macizo que alimenta al rio Barroso. Despues de haber andado un espacio de tres miriámetros cae al Cachapoal como 18 kilómetros mas arriba del rio precedente.

*Rio de las Vegas.*—En fin, el rio de las Vegas que se une al de Cachapoal por los 34° 25' 10" de latitud austral i los 0° 33' 13" de longitud oriental, sube casi al norte, i tiene su orijen en el mismo macizo que el rio de la Cruz de Piedra.

Los rios que recibe por la izquierda son, el Tinguiririca, el rio Claro que se junta con él cerca del Peumo, otro rio Claro que viene a echarse por el lado de abajo de las habitaciones de Cauquenes, i el rio de los Cipreses. Todos pertenecen a la provincia de Colchagua, i su descripcion tendrá lugar en la parte hidrográfica de esa provincia.

*Lagos.*—Fuera de las aguas corrientes que acabamos de describir, hai en la provincia de Santiago un número bastante crecido de lagos. El mas notable se halla en la hacienda de Aculeo, donde ocupa el fondo de una pequeña hondonada circular al este del último macizo de la cadena Central. Su longitud es de 10,500 metros i su mayor anchura de 4000. Es alimentado por varios torrentes que descienden de las montañas vecinas i derraman sus aguas en el rio de la Angostura. Nótase tambien en la llanura de Santiago el lago de Batuco, que es mucho ménos estendido que el precedente i se seca frecuentemente en verano. En la proximidad de la costa se encuentran los lagos salados de Santo Domingo i de Bucalemu, que solo se hallan separados del mar por mogotes de arena.



Por fin, en la Cordillera de los Andes se encuentran los dos pequeños lagos que alimentan al Mapocho; i el lago de los Piuquenes, que derrama sus aguas en el río del Yeso, i se halla situado a 2600 metros sobre el nivel del mar.

## JEOGNOSIA.

Estudiando las masas minerales que forman el suelo de la provincia de Santiago, aparecen representantes de cada una de las tres grandes clases en que las jeólogos han distribuido las diversas especies de rocas. Las formaciones endojénicas están allí representadas por las materias volcánicas: las traquitas, las serpentinas, las sienitas i los granitos. Las rocas exojénicas, por diversos conglomeratos, por areniscas, arcillas i calizas. Por fin, los pórfidos estratificados, los yesos i un gran número de otras rocas mas o ménos modificadas, pertenecen a las formaciones metamórficas.

### PRODUCTOS VOLCANICOS.

La provincia de Santiago no presenta niugun volcan en actividad. El único de que se conserva memoria, es el de San José, que todavia lanzaba humo en 1838. Desde esta época no ha manifestado el menor signo de actividad, i su cráter se encuentra hoy cegado por las nieves. El último efecto de las fuerzas volcánicas en esta parte de los Andes, fue el gran sacudimiento que en 1843 trastornó el fondo del valle de los Piuquenes. El suelo se volvió completamente de arriba abajo en una estension de mas de tres leguas; formáronse pequeños conos de escorias sobre varios puntos; i de las montañas vecinas, conmovidas tambien por este sacudimiento, se precipitaron enormes trozos al valle, colmándolo de ruinas. Semejante accidente parece no haberse limitado solo a este paraje; porque se nota todavia en la garganta de donde nace el rio del Volcán un derrumbe reciente, formado de diformes peñascos, que ocupa mas de una legua de longitud i parece haber acaecido a la misma época.

Pero si esta provincia no presenta en la actualidad ninguna boca ignivoma, el estudio de las rocas que forman la línea culminante de los Andes, da a conocer la existencia de varios centros volcánicos, cuyas erupciones corresponden a una época muy remota. El mas notable de estos volcanes apagados es la cúpula del Tupungato, que se eleva a 6,710 metros sobre el nivel del mar, i forma la punta culminante de esta parte de los Andes. Mas al sur se descubre el grupo volcánico de San José, formado de cuatro conos terminados por cráteres. El mas elevado alcanza a una altitud de 5,532 metros; está enteramente cubierto de escorias, i deja ver a su base algunos pequeños macizos de lavas. Los otros conos son de igual composicion; i en dos de ellos se ve un gran cráter abierto por el costado.

Otro cono volcánico, notable por su regularidad i lo enhiesto de su forma, se alza sobre el borde del grande circo en que se encuentra situada la laguna del Diamante.

Él produjo la poderosa avenida de lava, que ha llenado toda la parte occidental de este circo i se estiende hasta el borde del lago, mientras que otra corriente menor se dilata sobre el declive occidental de los Andes i forma las escarpadas cuestas de donde brotan los manantiales del Maipo.

El último respiradero volcánico de la Cordillera está situado a corta distancia del precedente sobre el extremo norte del macizo de la Cruz de Piedra. De su base salió una corriente de lavas que, dirijiéndose al oeste, produjo las barrancas que dominan la ribera izquierda del Maipo. Este derrame se hace reparar sobre todo por su estructura prismática i su mucho espesor.

Las diversas rocas que forman estas montañas volcánicas, ofrecen unas con otras

la mas notable analogia i difieren muy poco de un volcan a otro. Son escorias con base de felspatos vitreos, que contienen algunos cristales de piróxeno, i presentan matices varios del negro al rojo claro. El piróxeno que ellas contienen es precuente mente verde oscuro, i se observan allí ademas algunos cristales de felspatos vitreos, cuyo tinte blanco resalta vivamente sobre el color sombrío de la masa.

Las lavas compactas ofrecen la misma composicion que las escorias, i su color varia del negro al gris claro. Son amenudo de una pasta homogénea que se compone de cristales microscópicos de felspato; otras veces son mas voluminosos estos cristales i entónces se asemejan mucho a las traquitas.

La corrida prismática que se ve sobre la ribera izquierda del Maipo, presenta asi mismo esta composicion, con la diferencia de que el piróxeno es mas abundante aquí, i se encuentran ademas algunos granos de peridot; sustancia bastante rara en las otras lavas de los Andes. El hierro titánico, tan comun en las lavas antiguas de Europa, no se encuentra en las de esta provincia. Otro tanto sucede con el labradorito, que forma la base de los terrenos basálticos de Auvernia, i que aquí no hemos encontrado en ninguno de los productos volcánicos.

*Traquitas.*—En diferentes puntos de la provincia, desde los Andes hasta la costa, se encuentran rocas que en su composicion se asemejan bastante a las que acabamos de describir, de las que difieren solamente por la ausencia del piróxeno i por la presencia de algunas láminas de mica. Su pasta es en jeneral mas tosca que la de las lavas, sus cristales de felspato mas voluminosos, i su tinte mas claro. Ofrecen, en una palabra, todos los caracteres de las traquitas. Estas rocas forman, ya mesetas aisladas, como las que existen sobre el declive de los Andes entre las haciendas de Chacabuco i de Peldegué, en la de Tavon, en la de Santo Domingo, etc.; ya pequeños pezones que se elevan en medio de la llanura, como se observa a inmediacion de Puangue i de Yallauquen. Allí no aparecen escorias, propiamente dichas; pero los otros que existen en las llanuras, están siempre rodeados de conglomeratos en que se encuentra una gran cantidad de piedra pómez mezclada con fragmentos de traquitas i de otras rocas. Este pómez es notable por su estructura fibrosa i su mucha finura: en él se observan acá i allá algunos cristales de felspato, i hojas hexágonas de mica.

Los conglomeratos en que se encuentra, se estienden sobre una gran superficie, formando la parte elevada de la llanura de Santiago, comprendida entre el Cerrillo, las Lomas i la cuesta de Prado. Tambien aparece en el llano de Puangue, en la Junta i sobre la ribera opuesta del Maipo en la hacienda de Puro, donde forma mesetas que van a juntarse con las traquitas de Santo Domingo. Se encuentra tambien en el llano de Yallauquen, en el valle de Alhué i hasta en los últimos estribos de los Andes cerca de Machali.

La superficie de todas las rocas que acabamos de describir, se altera lentamente al contacto de la atmósfera; las partes angulosas son las primeras que se descomponen, i desprendiéndose de la masa producen formas redondeadas. La descomposicion, continuando de la circunferencia al centro de esas masas, produce una serie de capas concéntricas, que desprendiéndose despues en escamas, forman la tierra arcillosa que cubre casi en todas partes las rocas volcánicas. Los fenómenos químicos que se efectúan durante esta descomposicion, son los siguientes: el ácido carbónico de la atmósfera, obrando por el intermedio del agua sobre el felspato, se une a las bases alcalinas i las transforma de este modo en carbonatos alcalinos i silicato de alúmina. Por su parte el protóxido de hierro que entra en la composicion del piróxeno, de la anfíbola i del peridot, absorbiendo el oxígeno disuelto en el agua, pasa al estado de peróxido, i destruye asi la combinacion que formaba estas especies minerales. A esta última causa es a la que debe atribuirse el cambio de color que se percibe entre las partes intactas i las partes alteradas.

ROCAS SIENITICAS.

Las rocas que reunimos bajo esta denominacion, representan un papel importante en la constitucion jeognósica de la provincia de Santiago, donde se las encuentra con frecuencia desde los Andes hasta cerca de la costa. Ellas presentan en sus caracteres exteriores, i muchas veces tambien en su composicion, tan grandes diferencias, que nos sentiriamos tentados a considerarlas como otras tantas especies distintas, si el tránsito que se observa de una a otra no indicase que han tenido todas un origen-comun.

La variedad mas esparcida, la que puede considerarse como el tipo a que corresponden todas las demas, se compone de felspato ortoclasia, que tiene las mas veces un lijero tinte rosa, de labradorito de un gris azulejo, i de anfibola negra o de un verde oscuro. Las dos especies de felspato ofrecen una estructura hojosa; guardan poco mas o ménos igual proporcion, i forman el fondo de la roca, que mirada de lejos presenta un color gris rosa, salpicado de puntos negros formados por la anfibola. La especie tipo a que mas se aproxima esta roca, es la sienita, de la que difiere solamente por la presencia del labradorito. En algunos parajes la anfibola es reemplazada en todo o en parte por la mica, i entónces la roca se aproxima mucho al granito, del que se distingue sin embargo por faltarle el cuarzo. Otras veces, en lugar de asociarse nuevos elementos, su composicion se simplifica; la anfibola desaparece, i solo queda una masa formada de ortoclasia i de labradorito. Finalmente, otra variedad que puede considerarse como el limite de tales cambios, ofrece una masa compacta de un gris azulado, en donde no se distingue ya vestijio de cristalización. Esta última roca presenta muchas veces las formas prismáticas de los basaltos o una division tabular semejante a la que se observa en las fonolitas.

Las diferentes variedades que acabamos de describir no están distribuidas al acaso: cada una de ellas ocupa, por el contrario, una rejion determinada; así, por ejemplo, la variedad micácea se encuentra principalmente en los Andes, donde ocupa el fondo de los valles. El punto mas elevado en que la hemos observado, es la garganta que divide las aguas del Mapocho de las del rio Blanco. Ella alcanza allí a una altitud de mas de 4,000 metros. Vuélvesela a encontrar despues en el valle de Maipo desde San Juan hasta el rio Barroso, i en el valle de los Piuquenes, en que forma la garganta que da paso al rio del Yeso. La variedad anfibolifera se manifiesta sobre el declive occidental de la cadena Central, i forma todas las ramas que se extienden hácia el oeste; miéntras que la variedad compacta forma diques que atraviesan los macizos aislados de la llanura de Santiago, tales como el cerro de Renca, el cerro de San Cristóval, el cerro de Santa Lucia, etc. La epidota, la turmalina, el cuarzo i la pirita, se encuentran con frecuencia en estas rocas; sobre todo en la variedad micácea i anfibolifera.

La accion de la atmósfera sobre las partes interiores de las masas formadas por estas rocas, es del todo semejante a la que se efectúa sobre los productos volcánicos. El felspato se descompone abandonando las bases alcalinas i se transforma en arcilla; la anfibola i el mica se destruyen tambien por la sobreoxidacion de los silicatos de hierro; de lo que resulta una tierra arcillosa teñida de un rojo amarillento por el hidrato de este metal. Pero ántes de consumarse esta descomposicion, se desmorona la roca, i produce una arena gruesa compuesta de felspatos alterados. Las variedades compactas dan una arcilla mas firme, i las masas alteradas presentan aquella descomposicion en capas concéntricas de que ya hemos hablado al tratar de las rocas volcánicas.

*Serpentina.*—Las rocas ofíticas son mui raras: solo las hemos encontrado en un paraje cercano a la hacienda del Durazno. Es una serpentina de color verde retinto, de

fractura ceroide, i presenta algunas hojas de *dialajs*, como tambien particulas de hierro cromado. Encuéntrase en medio del granito, donde forma un dique de poca estension.

#### GRANITO.

El granito se encuentra cerca de la costa, donde forma una pequeña mesa, que se estiende desde los cerros de San Diego hasta el puerto de San Antonio. Esta roca compuesta de feldspato ortoclasia, de cuarzo i de mica, se halla casi siempre cubierta de una corteza arcillosa, formada por la descomposicion de las partes superficiales. En las masas que aun no han sido alteradas, el feldspato ofrece un tinte amarillento o de un gris verdoso; el cuarzo es gris i la mica de un pardo oscuro. A consecuencia de la alteracion estos colores cambian: el feldspato se vuelve opaco, i el hierro que entra en su composicion, sobreoxidándose, le da un tinte rojo amarillento. La mica se descompone tambien, i como contiene una gran cantidad de óxido de hierro, suministra una arcilla de un color rojo oscuro, que basta muchas veces para reconocer desde muy lejos la presencia de las rocas graníticas; finalmente, el cuarzo, único que queda sin alterarse, se encuentra diseminado en pequeños granos en la arcilla producida por la descomposicion del feldspato i de la mica, i sirve para distinguirla de la que proviene de la descomposicion de las rocas sieníticas. Este último carácter (la presencia del cuarzo) es muchas veces el único que puede servir para diferenciar estas dos formaciones; porque en muchas localidades sucede que la capa arcillosa es de tal modo gruesa, que no puede percibirse la parte intacta. La roca que con mas frecuencia acompaña el granito, es la pegmatita, que se encuentra en él, ya en venas o ya en montones. Las variedades que contienen mica blanca dan por su descomposicion kaolín, de bella calidad, que forma entónces venas blancas en medio de la capa arcillosa. Los otros minerales que allí aparecen, son el cuarzo en vetas, la anfíbola i la turmalina.

Fuera de la localidad que acabamos de indicar, forma tambien el granito las colinas que se ligan a la punta del Algarrobo, i una pequeña lonja de tierra que se estiende entre el Maipo i el rio Rapel desde la hacienda de Santo Domingo hasta la del Durazno.

#### ROCAS EXOJENICAS.

Las rocas exojénicas forman la llanura que se dilata entre la cadena Central i la base occidental de los Andes; la que atraviesa el rio de Puangue, i la mesa situada cerca de la costa entre los rios Maipo i Rapel. Se las vuelve a encontrar en los Andes i hasta sobre la línea culminante. De estas rocas, las unas pertenecen a depósitos lacustres, las otras a formaciones marinas, i corresponden a terrenos de diferentes edades, cuyos caracteres vamos a dar a conocer. Fuera de las materias acarreadas por las aguas que hoy corren, se encuentra en la llanura de Santiago, en las de Puangue i de Yallauquen, un bancale de rocas rodadas, mezcladas con arena i arcilla, que cubre las partes elevadas de estas llanuras, donde se confunde muchas veces con los conglomeratos de pómez de que hemos hablado en el capítulo precedente. Debajo de este bancale se encuentran arcillas arenosas que alternan con bancos de arena. En algunas localidades toman estas arcillas un tinte gris o negruzco, debido a la existencia de materias orgánicas; i contienen entónces algunos restos de vegetales que han pasado al estado de lignita. La situacion de estas rocas en vastas hoyas cercadas de montañas, las materias de que se componen i en que se descubren fragmentos de las rocas que las rodean, su posicion en capas casi horizontales, todo indica que ellas se han depositado en grandes lagos que ocupaban en otro tiempo el lugar donde están las llanuras actuales.

Entre las formaciones marinas se observa desde luego un gran banco de arena que corre a lo largo de la costa desde Cartajena hasta la hacienda de Bucalemu. Estas arenas cuyas capas superiores se encuentran a mas de 50 metros sobre el nivel del mar, ofrecen absolutamente la misma composición i las mismas conchas que las de la playa. Cerca de la embocadura del Maipo aparece ademas en ellas una gran cantidad de tallos vegetales que conservan su posición natural i hasta sus raíces. En la mayor parte de esos tallos la materia leñosa ha sido destruida i reemplazada por arena conglomerada que conserva aun la forma del vegetal. Otras veces se ha transformado en una lignita terrosa i muy quebradiza. Tambien se encuentran arenas semejantes al otro lado del Maipo, i llenan la pequeña llanura en que están situados los lagos de Santo Domingo i de Bucalemu, desde donde se estienden hasta la embocadura del rio Rapel.

Otras rocas de origen marino forman la meseta situada entre el Maipo i el Rapel. Descansan al este sobre rocas graníticas i al oeste se hallan cubiertas por las areniscas de que acabamos de hablar. Los barrancos que dominan el rio Rapel dejan ver en su parte inferior una arenisca arcillosa de grano muy fino i ligeramente teñida de amarillo por el hidrato de hierro. Esta roca está cubierta por una capa mas dura de arenisca califera de un gris claro, en la cual aparece una gran cantidad de conchas bivalvas perfectamente conservadas. Allí se notan almejas, citereas, i entre las univalvas una especie de *natica*.

Areniscas semejantes a las primeras vuelven a aparecer sobre esta capa i están cubiertas por un conglomerato de guijarros, formados en gran parte de rocas sieníticas i porfíricas. Estas diversas capas que se componen de varios mantos paralelos, van levantándose en la dirección del este i alcanzan, cerca de su limite, a una altura de 145 metros.

Al este de la provincia i cerca de la línea culminante de los Andes, aparecen tambien rocas estratificadas, correspondientes a una época mucho mas antigua que las que acabamos de describir. Este terreno, que puede verse en conjunto cerca del Portillo de los Piuquenes, se compone de tres especies de rocas que se hallan sucesivamente sobrepuestas. En la parte inferior se notan areniscas rojizas de grano fino i compuestas de partículas felspáticas i cuarzosas. Están cubiertas de esquistas bituminosas arcilloso-calcáreas, en las cuales se notan algunas estampas vegetales; i estas esquistas sostienen a su vez una caliza arjillifera, compacta i de un gris claro. Estas calizas, que forman en muchos puntos la línea culminante de los Andes, alcanzan en el Portillo a una altitud de 4,800 metros; i se encuentran tambien algunos bancales mas elevados en la línea que va a juntarse con el Tupungato. Allí se vé un crecido número de conchas fósiles i sobre todo dos especies de grifea, la *gryphaea arcuata* i la *gryphaea cambium*, núculas, terebrátulas i ammonitas. Los bancales que componen este terreno están siempre muy levantados, verticales algunas veces, i otras inclinados en sentido inverso: ellos forman una ancha faja que sigue todas las sinuosidades de la línea culminante, desde el Tupungato hasta las fuentes del Cachapoal; pero frecuentemente los cortan, o las rocas volcánicas o el terreno metamórfico de que vamos a hablar.

#### ROCAS METAMORFICAS.

Las rocas metamórficas ocupan aproximativamente los dos tercios de la superficie de la provincia. Se hallan primeramente en la cadena Central, de la que forman toda la parte oriental; vuelven a aparecer en medio de la llanura de Santiago, donde componen multitud de colinas que se elevan como otras tantas islas en medio del terreno lacustre; i finalmente forman por sí solas casi la totalidad de los Andes. Consideradas en grande, presentan un conjunto de capas muy ordenadas, que recuerdan la

disposicion de las rocas exojénicas; mientras que por su estructura i su composición parece que podrian clasificarse entre las rocas porfíricas. Por lo demas, sus caracteres varian a lo infinito i ofrecen todas las transiciones, desde las areniscas felspáticas hasta los pórfidos mejor caracterizados. Las capas ménos alteradas, las que conservan aun algunas señales de su primitiva estructura, presentan conglomeratos formados de gruesos fragmentos de rocas rodadas, unidas por una arcilla endurecida, o de areniscas verdosas compuestas de pequeños granos de felspato, ligados por una pasta de color algo oscuro. Estudiando esta última roca en grande estension, se la ve insensiblemente cambiar de caracteres; los granos felspáticos se reunen en pequeños grupos, donde se empiezan a notar algunos indicios de forma cristalina; una materia parda homogénea llena los intervalos que estos dejan entre sí; i la roca se transforma por fin en un pórfido petrosilíceo compuesto de gruesos cristales de albíta diseminados en una pasta de un color oscuro violáceo. Los bancales compuestos de fragmentos rodados experimentan cambios análogos i se transforman en pudinga de base porfírica. Los cambios que acabamos de indicar se observan sobre todo en la proximidad de las masas sieníticas. La roca porfírica presenta allí vestijios de fusion, tanto mas manifiestos, cnanto mas nos aproximamos a la línea de contacto; espónjase entónces, i se observan en ella numerosas cavidades tapizadas por cristales de epidota, u ocupadas por nódulos de la misma sustancia. Otras veces estas cavidades, en lugar de epidota, contienen carbonato de cobre o caliza. En otras localidades conviértese el pórfido en una roca amigdalóide, que contiene grandísimo número de especies minerales, entre las cuales se notan, sobre todo, nódulos de zeolita, caliza espática, un silicato verde oscuro, cuarzo hialino, i diversas variedades de ágatas, de las cuales algunas tienen mui bellos matices. Cerca de dicha línea de contacto la roca sienítica envuelve tambien fragmentos de pórfido de todas dimensiones, i algunas veces tan numerosos que han formado una especie de brecha con base de sienita. En otras localidades, esos fragmentos se han disuelto en la masa fundida, de lo que ha resultado una roca que participa de los caracteres de las otras dos; es un pórfido verde claro que contiene multitud de agujas de anfíbola.

Tales son las principales modificaciones que presenta el terreno porfírico i que pueden observarse a cada paso en la gran masa que constituye las montañas de los Andes. En la parte inferior de este terreno se encuentran tambien algunas otras rocas que se diferencian notablemente de él, i cuyos caracteres vamos a indicar. Estas rocas que se muestran desde Chacabuco hasta la hacienda de Polpaico, i se encuentran tambien en la Dehesa i en la base de los cerros de la Calera, presentan, ya masas esquistosas de un gris amarillento, que por su composición se aproximan mucho a la esquita arcillosa, ya petrosilíce de pasta mui fina, o jaspes que pasan a la caliza silíce. Algunas veces tambien la silíce desaparece enteramente, i la roca se transforma en una caliza compacta cruzada por venas de caliza espática. Estas diversas rocas ocupan, cada cual, una posicion determinada; los jaspes i las calizas forman los bancales inferiores, mientras que los petrosilíce i las esquistas arcillosas ocupan la parte superior i están cobijados por conglomeratos porfíricos.

Independientemente de las modificaciones que acabamos de describir, los bancales porfíricos han sido tambien alterados por la accion de los volcanes. Se observa cerca de la línea culminante de los Andes una ancha faja que por su color rojizo i mucho mas claro que el de las rocas vecinas, se divisa a gran distancia. Sobre toda esta zona, han sido alteradas las rocas por vapores ácidos que han producido nuevas combinaciones. Las partes mas atacables de los pórfidos han sido disueltas, resultando una roca carcómida, enteramente compuesta de silíce; mientras que la alúmina i el óxido de hierro, combinándose con el ácido sulfúrico, han formado las diversas especies de sulfatos conocidos en el pais bajo el nombre de *polcura*. A consecuencia de

esta misma accion las calizas se han transformado en sulfatos de cal, que ofrecen gran número de variedades desde la anhidrita hasta el yeso hojoso. Otra faja semejante a la primera se dirige del cerro de la Mesa-Alta hácia la parte occidental de la cordillera de la Compañía: sobre todos los puntos culminantes de esta línea, que corre mas o ménos de sur a norte, se observan las mismas rocas alteradas, con la sola diferencia de que allí no aparecen los yesos a causa de la falta de calizas en esta parte de los Andes.

Las diversas rocas que acabamos de describir, presentan mui pocos fósiles, i es probable que los restos orgánicos hayan sido destruidos por las causas que han cambiado la estructura i la composicion de estas rocas. Las únicas que allí hemos observado son residuos de vegetales, entre los cuales aparecen varios troncos de palmas, que se encuentran en los conglomeratos porfíricos de las colinas de Chacabuco; i troncos carbonizados pertenecientes a vegetales exojénicos, igualmente enterrados en los conglomeratos de los valles del Mapocho i del rio Colorado. Pero esta escasez de fósiles se halla en cierto modo compensada por la abundancia de las especies minerales. En estos terrenos es donde aparece la mayor parte de las vetas metalíferas que forman la riqueza mineral de la provincia, i a las cuales consagraremos un capítulo especial.

#### EDAD RELATIVA DE LAS DIVERSAS ESPECIES DE ROCAS.

Estudiando la posicion relativa de los bancales formados por las rocas exojénicas, es fácil convencernos de que pertenecen a diferentes épocas. Los mas recientes son los de las arenas marinas que se manifiestan sobre la costa, entre Cartajena i la embocadura del rio Rapel. Estas arenas reposan en estratificacion discordante sobre las areniscas que forman la meseta de Bucalemu i de Santo Domingo, i pertenecen por consiguiente a una época posterior. En cuanto a las areniscas de Bucalemu, observamos que están rodeadas de los granitos que forman el ámbito de la hoya, donde se hayan depositadas de modo que no se puede ver su contacto con las rocas estratificadas. Pero siguiendo su prolongacion en el valle del Cachapoal, obsérvase que se unen a los bancales arcillosos que forman la llanura de Rancagua; i como estas arcillas descansan aquí sobre los pórfidos metamórficos, es evidente que no han podido depositarse sino despues de la formacion de esos pórfidos. El estudio de las rocas rodadas que forman los conglomeratos que aparecen en la parte superior de estas areniscas, conduce al mismo resultado, porque allí se encuentran casi todas las variedades de rocas que presenta la gran formacion de los pórfidos metamórficos. Las calizas, las esquitas bituminosas i las areniscas felspáticas que existen cerca de la línea culminante de los Andes, se apoyan igualmente sobre los bancales porfíricos, pero en una posicion mui diferente de la de las areniscas de Bucalemu. El paralelismo de sus capas con la de los pórfidos, indica la continuacion de un mismo depósito, mientras que las areniscas de Bucalemu o las arcillas que las reemplazan en las llanuras de Rancagua, se manifiestan en estratificacion discordante. Asi, pues, de estas dos formaciones la una debe considerarse como la continuacion del depósito que ha producido los pórfidos metamórficos, mientras que la otra ha tenido su nacimiento despues que este depósito habia surgido del mar.

El estudio de la estratificacion i de la posicion respectiva de las rocas de la provincia de Santiago, nos conduce, pues, a reconocer tres épocas distintas en cuanto a su formacion: 1.<sup>a</sup> la de las arenas de San Antonio; 2.<sup>a</sup> la de las areniscas de Bucalemu i de las arcillas de la llanura longitudinal; i 3.<sup>a</sup> la de las calizas de los Andes i de los pórfidos metamórficos.

Una vez fijadas estas relaciones, va a servirnos el estudio de los fósiles para determinar las que existen entre las rocas formadas en cada uno de estos períodos, i las

grandes divisiones que los jeólogos han establecido para las de las demás rejiones del globo. La identidad entre las conchas contenidas en las arenas de San Antonio i las que actualmente existen en el mar, no puede dejar duda alguna sobre el lugar que esas arenas deben ocupar en la escala jeológica. Estas pertenecen evidentemente al presente periodo i forman, con las aluviones que llenan el cauce de los rios, los terrenos mas recientes de la provincia.

Las areniscas de Bucalemu, anteriores a estos terrenos, contienen conchas que son características del periodo terciario: entre estas hai algunas que son absolutamente idénticas con las que se encuentran en el terreno terciario de la hoya de Paris; tales son, la *natica crassatina* i la *cytherea elegans*, muy abundante en las areniscas de Bucalemu, i que se hallan en las capas que cobijan la caliza tosca en la hoya de Paris. Las formaciones que ocupan los llanos de Santiago, de Rancagua i de Yallauquen contribuyen tambien a aumentar la analogía que existe entre las formaciones terciarias de los dos continentes; porque puede comparárselas a los terrenos que se depositaban en los lagos del centro de la Francia, mientras que las capas marinas llenaban el golfo ocupado hoy por los departamentos del oeste. La clasificacion de los bancales referentes a la última época presenta alguna mas dificultad: se encuentran a la verdad en las calizas de los Andes, fósiles que anuncian cierta analogía con las formaciones del antiguo continente; pero debajo de estas calizas, los caracteres que se sacan de la consideracion de los seres organizados, no bastan ya; los fósiles estan allí demasiado alterados para que podamos determinarlos con precision, i fijar así el terreno a que corresponden. Las conchas mas características de la caliza de los Andes son la *gryphæa arcuata*, otra *gryphæa* que se asemeja a la *gryphæa cimbum*, núculas i ammonitas. Las dos primeras especies son características del terreno del lias, al cual pertenecen en consecuencia las calizas de los Andes. Por otra parte, el paralelismo de los bancales porfiricos, de las areniscas i de las esquitas bituminosas con estas calizas, indica que esas diversas capas han debido sucederse sin interrupcion. Podemos, pues, considerarlas, bien sea como la parte inferior del lias, o bien como pertenecientes a terrenos mas antiguos. Esta última hipótesis es la mas probable, porque si los fósiles son insuficientes para establecer una clasificacion precisa, los caracteres sacados de la composicion de estas rocas, i sobre todo, de la existencia de ciertas especies minerales, tales como los minerales de cobre, establecen entre esta formacion i los terrenos triasicos de Europa la mayor correspondencia. En este caso los pórfidos metamórficos serian los equivalentes de las areniscas abigarradas de Europa, las calizas de Polpaico i de de la Calera corresponderian al zechstein, i los pórfidos inferiores a estas calizas representarian a las areniscas rojas.

Pasando ahora a determinar las diversas épocas correspondientes a la aparición de las rocas endojénicas, nótese desde luego que los productos volcánicos pertenecen todos a la época actual, i aun algunos de ellos se refieren a tiempos muy modernos.

En las localidades en que las traquitas se muestran en contacto con los terrenos estratificados, como en las llanuras de Puangue i de Yallauquen, se ve que esta roca atraviesa las capas terciarias, i que el pomez, que puede considerarse como escorias traquíticas, forma en la parte superior de este mismo terreno una capa que rodea las masas de traquita i frecuentemente se estiende a una gran distancia; hechos que bastan para establecer que las rocas de que se trata aparecieron hácia el fin del periodo terciario, i que su derrame ha causado la emersion de estos terrenos, que estaban todavia cubiertos por las aguas cuando salieron a luz las traquitas, como lo justifican las rocas rodadas que siempre acompañan a los conglomeratos pumíceos.

La falta de depósitos intermedios entre el terreno terciario i el terreno triásico no permite determinar con la misma precision la época que corresponde al derrame de las rocas sieníticas. Todo lo que puede deducirse de las observaciones hechas, es que



ellas salieron durante el intervalo que separa estas dos formaciones. Vemos en efecto que cerca de la línea de contacto envuelven numerosos fragmentos de rocas porfiricas; penetran en todas las grietas de esas rocas trizadas, circunstancia que solo pudo realizarse despues de su formacion. Por otra parte, los numerosos fragmentos de sienita que se encuentran entre las rocas rodadas de los conglomeratos terciarios, indican que ellos son anteriores a la formacion de este terreno. Así, estas rocas que deben considerarse como la causa que tan poderosamente modifica los bancales metamórficos, solo han podido derramarse despues del depósito del terreno del lias i ántes que el del terreno terciario. El granito pertenece a una época mas antigua: fragmentos de esta roca se encuentran hasta en conglomeratos que ocupan la parte inferior de los terrenos metamórficos; lo que indica que existia ántes de este depósito i que por tanto es la roca mas antigua de la provincia. Pero faltan datos para fijar el periodo durante el cual se ha derramado, pues no se encuentra terreno alguno estratificado anterior a los pórfidos metamórficos.

Resulta en consecuencia de los hechos que acabamos de examinar, que el granito existia ya cuando los bancales del terreno triásico se depositaban en el mar que ocupaba entónces el actual asiento de los Andes; que las rocas sieníticas no han aparecido sino despues de la formacion del lias, cuyas capas han solevantado; i que las traquitas se derramaron al fin del periodo terciario.

#### PRODUCCIONES MINERALES.

Siendo tan numerosas las especies minerales que se encuentran en la provincia de Santiago, solo describiremos aqui las que son de alguna utilidad a consecuencia de su aplicacion a las artes. Las dividiremos en dos clases: la primera contendrá todas las que sirven para la extraccion de los metales; i la segunda, las diversas sustancias empleadas en la industria, la agricultura o las bellas artes.

#### MINERALES METALÍFEROS.

El oro, la plata, el plomo, el cobre, el cobalto, el zinc i el hierro, son los metales que se encuentran en mayor abundancia. Los diversos minerales que los contienen se hallan en toda la serie de rocas que se han sucedido desde el granito hasta las traquitas. Ellos jeneralmente forman vetas que atraviesan estas rocas i cuya posicion indicaremos, describiendo cada especie en particular.

*Minas de oro.*—Las vetas aríferas se encuentran en el granito, en las rocas sieníticas, i sobre todo cerca del contacto de estas rocas con el terreno porfirico. El cuarzo forma casi siempre su base; i las diversas especies minerales asociadas al oro, son la pirita o persulfuro de hierro, el doble sulfuro de hierro i de cobre, que constituye la pirita cobriza, el sulfuro de zinc i el sulfuro de plomo. Las tres últimas sustancias faltan bien frecuentemente, mientras que la pirita, por el contrario, parece ser compañera constante del oro. Muchas veces sucede que ella se ha descompuesto en la parte superior de las vetas; pero volvemos a encontrar señales de su existencia en el hidrato de hierro, que entónces llena las cavidades del cuarzo i que no tiene otro origen que la descomposicion de esta pirita.

Los principales asientos de las vetas existen en la cadena Central en toda la línea de contacto de las rocas sieníticas con el pórfido. Los parajes mas notables son el Cerro Viejo en la hacienda de Pangué, el cerro de los Amarillos, la base oriental de los cerros de Aculeo, los cerros de Alhué i la rama que se estiende desde este punto hasta el pueblecillo de Peumo. En todas estas localidades aparecen antiguas labores que indican haber sido estas vetas trabajadas en otro tiempo en escala bastante grande.

La mina de la Leona, situada sobre el declive oriental de los cerros de Alhué co-

mo a cuatro leguas de Rancagua, es la única que hoy se trabaja con regularidad. Este asiento es notable por la gran variedad de sustancias minerales que se hallan asociadas con el oro, i entre las cuales se distinguen sobre todo la galena, la blenda, la pirita cobriza, la pirita amarilla i el hierro olijisto. Estas diversas sustancias se encuentran diseminadas en una veta de cuarzo cuya direccion va poco mas o ménos de norte a sur.

A corta distancia de allí, se hallan tambien algunas vetas, entre las cuales aparece una de olijisto micáceo que contiene una regular cantidad de oro.

En todas las localidades que acabamos de citar, se encuentran igualmente tierras auríferas; pero en jeneral el oro es allí mui poca cosa para costear los gastos del laboreo. Es mui fácil ademas explicar el orijen de estos asientos conocidos bajo el nombre de *lavaderos*. Si se trae a consideracion lo que hemos dicho sobre la descomposicion de las rocas sieníticas, se comprenderá que las vetas que ellas contenian, puestas en descubierta a consecuencia de esta descomposicion, se desplomarian, i que sus fragmentos arrastrados por las aguas formarian con las partes descompuestas de la roca sienítica, capas meables, donde debe volverse a hallar el oro que estas vetas encerraban.

*Minas de plata.*—En la descripcion de las rocas metamórficas hemos hecho observar, que fuera de la modificacion jeneral que habia producido los pórfidos, los jaspes i las amígdoloides, se observan en los Andes vestijios de una alteracion mas reciente, producida por la emanacion de vapores ácidos que parecen haber precedido al derrame de las traquitas. En éstos terrenos, asi modificados, i siempre fáciles de conocer por su color rojo o amarillo, es donde se encuentran todas las minas de plata de la provincia, tales como las de la Dehesa, de San Francisco, de San Lorenzo, de San Pedro Nolasco i de otras muchas localidades que estan marcadas en el mapa.

Las diversas combinaciones arjentíferas, entre las cuales se nota sobre todo el sulfuro de plata, el cobre gris i la galena, se encuentran diseminadas en vetas de cuarzo i acompañadas de pirita, de blenda i de sulfato de barita. Algunas veces aparece tambien allí plata nativa, pero siempre en pequeña cantidad i en las partes superficiales. Se observa en jeneral que el sulfuro de plata existe en las partes superiores de las vetas, mientras que el cobre gris i la galena abundan mas en las partes inferiores. Las únicas minas que actualmente se trabajan, son las de los cerros de San Lorenzo i de San Pedro Nolasco.

*Minas de plomo.*—El sulfuro de plomo o galena se encuentra, como acabamos de decirlo, en casi todas las vetas arjentíferas, i se halla tambien en la cadena Central sobre la línea de contacto de las rocas sieníticas con el terreno metamórfico. Las dos localidades en que aparece con mayor abundancia son el cerro de San Pedro Nolasco i la mina de la Leona cerca de Rancagua, donde asociado con la blenda i la pirita cobriza, forma la veta que se laboreo como mineral aurífero. Estas galenas pertenecen en jeneral a la variedad de grandes caras, i no contiene mas que una pequeñísima cantidad de plata, lo que hace su beneficio poco productivo.

*Minas de cobre.*—Los minerales de cobre ocupan el primer rango entre las producciones minerales de la provincia de Santiago; se encuentran en un gran número de parajes, i siempre vecinos a las rocas sieníticas i a la parte inferior del terreno metamórfico.

Las especies mas importantes son, la pirita cobriza, fácil de conocer por su color amarillo de laton, i el bronce matizado, notable por sus colores atornasolados, que varian entre el azul verdoso i el púrpura. Se encuentran tambien el sulfuro de cobre, el cobre gris, el carbonato de cobre, el protóxido, el deutóxido i varios silicatos; pero estas diversas sustancias son mucho ménos abundantes, i solo se hallan accidentalmente mezcladas con las dos primeras, que forman solas la base de las vetas que pudieran laborearse. Los asientos mas notables son, en la cordillera de los Andes, el cerro del Volcan.

donde a veces se encuentra cobre nativo, la quebrada de las Vegas cerca del nacimiento del Cachapoal, i la mina del Teniente en los cerros de la Compañía; en la cadena Central, las colinas de la hacienda de Rungue, las montañas que se elevan en la ribera izquierda del Maipo, entre las haciendas de Aculeo i del Cármen, donde se encuentra principalmente el cobre matizados i los cerros que rodean la mina de la Leona cerca de Rancagua. Las minas que actualmente se trabajan son las de la quebrada de las Vegas, la del Teniente i las de la hacienda del Cármen.

*Minas de Cobalto.*—El cobalto no se ha encontrado hasta aquí sino en un solo paraje: en el cerro del Volcan, donde forma parte de un mineral compuesto de pirita arsenical i de arseniuro de cobalto. Su color varia del gris amarillento al gris de acero; i se halla algunas veces cubierto de manchas de un bello color rosa formadas por el arseniato de cobalto. Su lei varia segun la mas o ménos cantidad de pirita arsenical mezclada con él. Las partes mas ricas tienen de un 18 a un 20 por 100 de cobalto.

*Minas de zinc.*—La blenda o sulfuro de zinc es la única combinacion de este metal que se encuentra en abundancia. Ella acompaña casi siempre a las vetas arjentíferas i mui especialmente a las que contienen galena. Los parajes en que mas abunda son el cerro de San Pedro Nolasco i la mina de la Leona.

*Minas de hierro.*—Aunque el óxido de hierro es una materia de las mas comunes, i se encuentra, por decirlo así, a cada paso, rara vez se presenta en masas bastante considerables para poderlo beneficiar. Forma, en el estado de olijisto, dos pequeñas vetas, situadas, la una cerca de Peñafior, i la otra en las colinas al este de la mina de la Leona i que hemos descrito al hablar de los asientos auríferos. Tambien se encuentran, cerca de la línea culminante de los Andes en la zona de los terrenos modificados, varias vetas superficiales de hidrato de hierro, que son el resultado de depósitos formados por las aguas minerales; pero su situacion en localidades cubiertas por las nieves durante la mayor parte del año, i su lejanía de los parajes que pudieran suministrar combustibles, no permite trabajarlas.

#### MATERIAS QUE SE EMPLEAN EN LAS ARTES.

Fuera de las minas metalíferas que acabamos de dar a conocer, se encuentra en la provincia de Santiago un crecido número de materias minerales a proposito para emplearse en las artes o la industria. Figuran en primera línea las calizas que sirven para la preparacion de la cal. Estas rocas se encuentran, como lo hemos indicado en la parte jeológica, a poca distancia de la línea culminante de los Andes, donde forman bancales de grande espesor. Existen tambien en la base de los terrenos metamórficos desde Tabon hasta Polpaico, i en los cerros de la Galera. Pero fuera de estos asientos hai un crecido número de pequeños depósitos calcáreos, que pueden utilizarse para hacer cal.

Los unos se encuentran en los Andes, donde han sido producidos por fuentes minerales; en el Salto de Agua sobre la pendiente oriental del cerro de San Lorenzo, en la parte superior del valle de los Piuquenes, en el valle del rio del Volcan, i en el del rio Maipo. Los otros forman vetas que atraviesan las rocas porfíricas en la hacienda de Rungue, cerca de San Bernardo, i en las montañas de Aculeo. Las calizas de la parte inferior del terreno metamórfico contienen en jeneral un poco de sílice, i con algunas variedades puede hacerse una cal hidráulica de buena calidad. Son mu compactas, i por eso mismo exigen un fuego mas activo en la calcinacion que las calizas producidas por las aguas minerales, que son mai porosas i preferibles para ella. La cal de Maipo, notable por su pureza, proviene de estas últimas calizas, que se trabajan cerca del Salto de Agua.

*Yeso.*—El yeso abunda tambien muchísimo en los parajes en que las calizas han

estado espuestas a la accion de los vapores sulfúricos. Se encuentra en poderosos bancos en el valle de los Piuquenes, i volveremos a hallarlo en mayor abundancia cerca del origen del Maipo, donde forma casi por sí solo los cerros que separan el rio de la Cruz de Piedra del rio Barroso. Estos yesos son en jeneral de grano mui fino, su color varia del gris al blanco mas puro, i dan por la calcinacion una mui buena mezcla de elucir. En el mismo sitio se halla tambien el yeso lamenor u hojoso que suministra una mezcla mui fina i mui conveniente para moldes de objetos delicados.

*Sienita i pórfido.*—Entre las materias que pueden emplearse en la construccion o la decoracion de edificios, debemos citar ciertas variedades de rocas sieníticas, que dan una hermosa piedra de cantería, i que se encuentran abundantemente en los alrededores de Santiago, en la hacienda del Peral, en el camino de San José, i en la de Lampa a la base de la cadena Central. Los pórfidos que se manifiestan en grandes masas, ya en los Andes, ya en la cadena Central, i de los cuales hai variedades mui notables por la belleza de sus colores, podrian reemplazar ventajosamente a los mas hermosos mármoles.

*Mármoles.*—Las capas calcáreas que se manifiestan, tanto en la parte superior, como a la base del terreno metamórfico, ofrecen algunas variedades que podrian trabajarse como mármoles; pero sus colores son poco vivos i nada agradables.

*Alabastros.*—La formacion del yeso encierra hermosas masas de alabastro de mui variados matices; unas de un bellissimo blanco; otras de un gris claro, i otras listadas o salpicadas de gris i blanco, que hacen una lindisima vista. Encuéntrese en el mismo asiento la anhidrita, que es casi transparente, de un blanco azulado, capaz de tomar un hermoso lustre. Debemos así mismo citar la caliza estalactítica del Salto de Agua, algunas partes de la cual se asemejan al alabastro oriental i se hacen notar por sus bellos matices. Citaremos tambien la roca conocida en el pais bajo el nombre de mármol de Tabon, que es un pórfido alterado, en el cual el felspato ha sido reemplazado por un silicato de alumina blanco verdoso, que conserva todavia la forma de los cristales o se halla dispuesto en pequeñas masas redondeadas, i cuyo color claro produce un agradable contraste con el fondo de la roca, que es de un rojo subido. Esta roca se presenta desgraciadamente en masas poco considerables, por lo cual apenas sirve sino para vasos u otros objetos de pequeñas dimensiones.

*Sal.* Las otras materias que pueden aplicarse a diversos ramos de industria, son la sal comun, que se halla en lo alto del valle de Maipo, donde forma eflorescencias i estaláctitas en las cavidades de la caliza travertina.

*Sulfato de Alamina.*—La polcura, compuesta en gran parte de sulfato de alumina, puede emplearse ventajosamente en la preparacion del alumbre. Hallamos esta sustancia en los montes de la Dehesa, hácia la garganta que cierra al sur el valle de los Anjeles, i muchos otros puntos donde las rocas porfíricas han sido alteradas por vapores sulfúreos.

*Sulfato de Barita.*—El sulfato de barita se halla, como lo hemos dicho precedentemente, en varias vetas donde acompaña a los minerales de plomo, tales como las de San Pedro Nolasco, de la hacienda de Rungue, etc.

*Kaolin.*—El kaolin se manifiesta sobre muchos puntos, ya en los pórfidos alterados, como en los montes de la Dehesa, en las fuentes del rio del Volcan, cerca de las del Maipo, etc, ya en el terreno granítico, como sobre la mesa de San Antonio i los cerros de San Diego. En estas últimas localidades es algunas veces de un blanco hermoso, i puede emplearse en la fabricacion de la porcelana; mientras que las variedades amarillentas pueden dar excelentes crisoles i ladrillos mui refractarios.

*Cuarzo i felspatos.*—La roca que hemós descrito bajo el nombre de pegmatita, i que forma muchas vetas en el granito, contiene a la vez felspato i cuarzo mui pu-

ros, que podrían emplearse en la fabricación de cristales i en manufacturas de porcelana.

*Arcillas i otras diversas materias.*—Mencionaremos tambien las arcillas que se emplean en la fabricación de ladrillos i de alfarería basta, i que forman bancales en la llanura de Santiago i en la de Rancagua; las areniscas felspáticas que encontramos cerca de la línea culminante de los Andes i que dan una excelente piedra de amolar; el pómez que se halla en los conglomeratos de la llanura de Santiago, en los de Puangue i de Yallaquén, i aventaja mucho por su finura i su estructura fibrosa a la piedra pomez de Europa; i en fin las ágatas contenidas en las rocas amigdalares, i algunas variedades muy hermosas de silicato de cobre, que pueden emplearse en la joyería.

#### AGUAS MINERALES.

La provincia de Santiago encierra un gran número de fuentes minerales. Las de Colina i Apoquindo, que se hallan a poca distancia de la Capital son demasiado conocidas para que sea necesario describirlas; pero si daremos algunos pormenores sobre las que se hallan en los Andes i que por unas de un motivo merecerían fijar la atención. Estas aguas se encuentran principalmente en la zona de los terrenos modificados que se acercan a la línea culminante de los Andes. Pertenecen a la clase de las aguas acidulas gaseosas, i contienen en disolución carbonato de cal, bicarbonato de soda i algunas veces cloruro de sodio. Esta composición las asemeja mucho a las aguas de Vichy, i tienen probablemente las mismas propiedades.

La caliza que depositan en gran cantidad, constituye las diferentes capas de travertino que se explotan como piedra de cal. El más notable de estos depósitos es el que forma el puente natural de Maipo, situado algo más arriba de la confluencia del río Barroso. Este puente ha sido formado por la superposición de capas sucesivas depositadas por una fuente mineral sobre el borde de una garganta muy estrecha, i que aumentando siempre en espesor, han llegado hasta el lado opuesto, produciendo así una especie de bóveda bajo la cual pasan las aguas de este río.

#### TIERRA VEJETAL.

Terminaremos este cuadro de los productos minerales de la provincia por algunas consideraciones relativas a la naturaleza de las diversas especies de tierra que forman el suelo cultivable. Si se recuerda lo que se ha dicho sobre las rocas que se encuentran desde los Andes hasta la costa, i sobre las alteraciones que ellas experimentan en sus partes superficiales, será fácil darse cuenta de la composición de estas diversas tierras i de sus propiedades consideradas bajo el punto de vista agrícola.

Estas tierras se dividen en dos clases: la primera comprende todas las que provienen de la descomposición de las rocas sobre el mismo lugar que ellas ocupan, i contienen, por consiguiente, la mayor parte de los principios que entran en su composición; la segunda, las materias que acarreadas por las aguas han llenado las grandes depresiones del suelo desde el período terciario hasta nuestros días. Estas tierras son las que forman la gran llanura longitudinal que se extiende desde Chacabuco hasta Rancagua i el fondo de los valles situados entre la costa i la cadena Central.

*Suelo porfirico.*—Las rocas porfíricas producen por su descomposición una arcilla muy pegajosa i sin mezcla de partes cuarzosas. En este estado es una tierra muy consistente, impermeable al agua, i por tanto, poco a propósito para la vejetación; pero en las partes cubiertas de árboles i matas, los restos de vejetales, mezclados

con ella, destruyen esta tenacidad, i entónces resulta una tierra de gran fertilidad, como puede observarse en los dos costados de la cadena Central. Ella contiene, además, silicato de alumina, que forma su base, una pequeña cantidad de carbonato de cal, i sales alcalinas que activan poderosamente la vejetacion.

*Suelo granítico*—El suelo que proviene de la alteracion de las rocas sieníticas, es mucho mas permeable que el precedente: el felspato que forma estas rocas, se desmorona mucho tiempo ántes de descomponerse, i produce una arena grosera, que conserva, dificilmente la humedad. Este suelo es poco conveniente para las plantas herbáceas, que no encontrando allí la humedad que les es necesaria, se marchitan i secan durante los grandes calores. Los árboles, por el contrario, medran mucho mas; sus raices penetran sin dificultad en esta tierra lijera, i profundizan hasta llegar al agua de que carecen en la superficie. Por eso las partes mas montuosas de la provincia se hallan situadas sobre este terreno, que es el mas a propósito para las grandes plantaciones de árboles silvestres. El suelo granítico se asemeja mucho al precedente en cuanto a su composicion i permeabilidad; sin embargo, es mas arcilloso, i por consiguiente, mas propio para el cultivo de las plantas herbáceas, i conviene, sobre todo, a los cereales, que dan allí bellas cosechas.

*Suelo de aluvion*—Las tierras de la segunda clase presentan una mezcla de partes arcillosas, de arena i de restos desmenuzados de vejetales, que realizando las condiciones mas favorables al desarrollo de la vejetacion, constituye el suelo mas fértil de la provincia, el de la gran llanura longitudinal i de los valles del Maipo i del Cachapoal. Se deben exceptuar, sin embargo, los conglomeratos pumiceos, que ocupan la parte mas elevada de esta llanura. Esta capa compuesta de pómez, de cenizas traquíticas i de rocas rodadas, es de gran dureza i no permite a las raices penetrarla. Para aplicarla al cultivo, es menester cavarla i dejarla uno o dos inviernos espuesta a la accion de las lluvias i de la atmósfera; entónces suministra una tierra mui movediza i mui a propósito para el cultivo de la viña.

Tales son las diversas especies de suelo que presenta la provincia de Santiago.

Para conocer su posicion i estension, bastará echar una ojeada a la carta jeolójica, donde cada una de las rocas que los han formado, se halla señalada con un tinte particular.

## CLIMA.

La provincia de Santiago considerada bajo el punto de vista de las condiciones climáticas, se divide en dos rejiones, que corresponden a los grandes accidentes del suelo: la una comprende toda la superficie ocupada por los Andes; i la otra la parte de la provincia situada al oeste de esta cordillera,

### REJION DE LOS ANDES.

*Temperatura.*—En los Andes, la temperatura del aire varia, no sola segun las estaciones, sino tambien segun la altitud i relieve del suelo; i a este respecto se observan grandes diferencias entre esta temperatura medida en los valles i sobre las crestas de las diversas ramificaciones que descienden desde la línea culminante hasta la llanura intermedia. Sobre estas elevaciones, en que ningun obstáculo impide los movimientos del aire, se observa que la temperatura va disminuyendo a medida que uno sube. Esta disminucion es mui uniforme, i como de un grado por 266 metros, durante el dia i cuando del sol calienta la superficie de suelo. En la noche, o cuando el cielo está nublado, es mas rápida i de un grado por 174 metros aproximativamente.

No así en los valles, donde el aire encuentra obstáculos que se oponen continuamente a su curso, i se halla forzado a detenerse largo tiempo en un mismo lugar; las cuevas de las montañas; caldeadas por el sol, irradian el calor; con lo que las capas de aire cercanas al suelo, se calientan, i haciéndose así mas ligeras, se dispersan elevándose en toda la masa de aire que llena estos valles, i aumentan su calor. La reunion de estas circunstancias tiende, pues, a hacer subir durante el dia la temperatura del aire; i no es raro que siga entónces una marcha inversa de la que se observa generalmente, i suba con la altura. Esta masa de aire continúa conservando durante la noche una gran parte de su calor; i por otra parte, los elevados montes que dominan los valles, se oponen a su enfriamiento, i compensan, en parte, las pérdidas ocasionadas por la irradiacion nocturna. Tales son las causas que en el fondo de los valles vienen a turbar la marcha de la temperatura. Cuando por la primera vez se recorre la rejion de los Andes, i no se ha hecho una larga mansion sobre la cima de los montes, sorprende siempre la suavidad del clima; a una altitud de 2000 a 2500 metros, a la base misma de montes cubiertos de nieves eternas, el termómetro se eleva muchas veces sobre 30° durante el dia; las noches son templadas i de cuando en cuando mas ardientes que en la llanura de Santiago. Pero aproximándonos mas al eje de la cadena, cuando los valles ménos profundos i ménos cerrados dejan libre tránsito a las corrientes atmosféricas, la temperatura disminuye rápidamente; i a una altitud que varia de 3000 a 3300 metros segun las localidades, hieia constantemente durante la noche. Cuando la atmósfera está en calma, las capas de aire que se hallan en contacto con las nieves, refrescándose mas que las otras, se cendensan, i descendiendo entónces desde la cima de las montañas hasta el fondo de los valles, producen una corriente de aire frio, que lamando el suelo contribuye tambien al descenso de la temperatura.

La diferencia que se observa entre la temperatura de los valles i la de las partes sobresalientes, no puede ménos que ejercer una gran influencia en la distribucion de los vejetales. Así se nota que las mismas especies se manifiestan a una altitud mucho mas elevada en el fondo de los valles, que sobre los diversos cordones que los separan. El naranjo prospera i madura sus frutos a una altura de 1,000 metros sobre el nivel del mar; la higuera sube hasta 1,300 metros; el durazno i el manzano a 1,500. Sobre este limite, los árboles frutales no producen ya, pero todavia se encuentran árboles silvestres, el roble principalmente (*Fagus antártica*); i en fin entre 1,900 i 2,000 metros, los olivillos (*Axtoxicon punctatum*) terminan la zona de los vejetales arborescentes. Despues no se encuentran mas que arbustos, mas i mas raros a medida que la elevacion se aumenta; i como a 2,800 o 3,000 metros aparecen las llaretas, últimos representantes de la vejeticion, que forman acá i allá algunas manchas de verdura esparcidas sobre la superficie de las rocas, i se elevan hasta 3,500 metros. Mas allá de este limite lo que se presenta a la vista es una espesa capa de nieve, cortada, de distancia en distancia, por algunas escarpadas cimas. Un viento helado que sopla con violencia, i se precipita bramando por entre las hendiduras de las montañas, es el único ruido que viene a turbar el silencio de estas rejiones desoladas.

*Vientos.*—Como la grande elevacion de la Cordillera de los Andes opone un obstáculo al movimiento de las capas inferiores de la atmósfera, no se hace sentir el viento, si no cuando nos acercamos a la línea culminante, i en esta rejion sopla casi constantemente del oeste o del sud-oeste. En gran parte depende esta circunstancia de la configuracion del continente; el aire ardiente de las llanuras de las Pampas que se estienden al este de los Andes, produce una corriente ascendiente; i las capas mas frijidas que descansan sobre las montañas situadas al oeste, se precipitan incesantemente para reemplazar a las que se han elevado. La intensidad de la corriente que así se produce, varia con la posicion del sol; comienza a hacerse sentir entre las 9 i las 10

de la mañana; aumenta en seguida; llega a su máximun entre las 4 i las 5 de la tarde; i disminuye durante la noche, en que algunas veces la reemplaza una corriente inversa.

*Estaciones.*—En la rejion de los Andes, como en el resto de la provincia, el año se divide en dos estaciones. Las lluvias comienzan en abril; i cesan hácia el fin de setiembre. En una elevacion de mas de 3,000. metros, el agua no cae jamas líquida; el granizo i la nieve hacen las veces de las lluvias de las rejiones inferiores; i a medida que el tiempo refresca, descienden las nieves i llegan a fijarse en una altura de 1,200 o 1,500 metros, donde se conservan ordinariamente hasta mediados de setiembre. Al fin de este mes, los vientos polares, trayendo un aire mas seco, disipan las nubes que coronaban las montañas; las lluvias cesan enteramente, i solo estallan a largos intervalos algunas tempestades sobre las mas elevadas cimas.

#### REJION DE LAS LLANURAS.

*Temperatura.*—En la llanura intermedia, la temperatura del aire se halla comprendida entre los 15 i los 16 grados: sube desde el mes de setiembre; alcanza su máximun en febrero, i no es raro que entónces se eleve el termómetro a mas de 30 grados a la sombra. En seguida baja hasta fines de julio, en que alcanza a su mínimun; i como, en esta época, rarísima vez sucede que la temperatura descienda hasta cero aun en los días mas frios, resulta que la variacion anual es mui poco mas o ménos de 30 grados. A causa de la proximidad de los Andes, las variaciones diurnas son bastante considerables; en el mes de octubre se ve muchas veces, en un hermoso día, subir el termómetro hasta 25° i bajar en la noche hasta cerca de cero. Cuando el cielo está despejado, la irradiacion nocturna es mui fuerte, i entónces se ven escarchas; i aun algunas veces una lijera película de hielo que cubre las aguas estancadas. La estension de estas variaciones disminuye a medida que nos aproximamos a la costa; i al oeste de la cadena Central no hiela casi nunca.

*Vientos.*—Los vientos que dominan en esta rejion, son los del sud-oeste i los del nord-oeste. Los últimos, mas calientes i mas cargados de vapores, se refrijeran atravesando las nevadas cimas de los Andes; el agua que ellos tenian en disolucion se separa i forma nubes, que estendiéndose poco a poco hasta sobre la llanura, terminan por condensare en lluvia. Algunas veces nieva al fin de julio; pero esta nieve, que cae solo durante la noche, no resiste a los primeros rayos del sol, i apenas dura algunas horas. Hácia el mes de setiembre, los vientos del sur disipan los vapores que estaban detenidos sobre las montañas, i la atmósfera se purifica; alguna lluvia de poca duracion cae todavia en el mes de octubre; pero pasada esta época, i hasta marzo o abril, ningun chaparrón viene a humedecer la tierra i refrescar el tiempo; i las tormentas que entónces estallan en los Andes jamas alcanzan hasta la llanura.