

BOLETIN
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO DE ESPAÑA

II/2-2-1

BOLETIN

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO

DE

ESPAÑA

TOMO XXXV



TOMO XV
SEGUNDA SERIE
(1914)

MADRID
IMPRESA DE ANTONIO MARZO
San Hermenegildo, 32 duplicado
Teléfono 1.977.
1914

El Instituto Geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

Artículo 1.º La Comisión del Mapa Geológico, nombrada por el decreto de 26 de Marzo de 1873, que en lo sucesivo se denominará **Instituto Geológico de España**, seguirá encargada de la formación del Mapa Geológico de España, así como el trazado de las cartas geológico-industriales de las diversas provincias ó regiones, por el orden y con los detalles que su respectiva importancia requieran, hasta reunir el caudal de estudios sobre estatigrafía, petrografía, tectónica, aguas minerales, manantiales artesianos, rocas y minerales aplicables á la agricultura y á la industria y cuanto se especifica en el citado decreto, indispensable al conocimiento físico, geológico y minero del territorio nacional.

Artículo 12. Para el desempeño de todas las funciones y servicios reseñados en los artículos anteriores habrá una Comisión permanente de Ingenieros del Cuerpo Nacional de Minas.

Estos Ingenieros y los Auxiliares facultativos que sirven á sus órdenes formarán la plantilla técnica del Instituto.

Fuera de la plantilla estarán los Ingenieros agregados y demás personal facultativo que preste servicios temporales al Instituto.

Artículo 25. La Dirección del Instituto, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los trabajos ultimados por los Ingenieros á sus órdenes, podrá publicar las Memorias, Mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Instituciones similares extranjeras, y podrá establecer la venta y suscripción de estas producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan contribuyan á sufragar los gastos de publicación, si bien con la obligación de remitir gratuitamente un ejemplar de cada obra á las Jefaturas de los Distritos mineros, á las Direcciones generales de los ministerios de Fomento y Hacienda, á las Academias de Ciencias y á los Centros oficiales del Cuerpo de Minas.

(Decreto de 28 de Junio de 1910.)

PERSONAL

DE LA

COMISION PERMANENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Ilmo. Sr. D. Luis de Adaro (*Director*).

Sr. D. Horacio Bentabol.

Ilmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano.

Sr. D. Mariano Alvarez Aravaca.

Sr. D. César Rubio y Muñoz.

Sr. D. Máximo de Arozarena (*Secretario*).

Excmo. Sr. D. Enrique Villate.

Sr. D. Vicente Kindelán.

Sr. D. Luis Santa María.

Sr. D. Alfonso Fernández y Menéndez Valdés.

Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.

Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.

Sr. D. José de Gorostizaga.

Profesores de la Escuela de Minas agregados al Instituto.

Sr. D. Enrique Bayo.

Sr. D. Florentino Azpeitia.

Sr. D. Pablo Fábrega.

Sr. D. Enrique de Pineda.

Ingenieros agregados.

Sr. D. Enrique Dupuy de Lome.

Sr. D. Pedro Novo Chicarro.

Sr. D. Juan Gavala Laborde.

Sr. D. Pablo Fernández Iruegas.

Ingeniero Bibliógrafo Cartógrafo.

Sr. D. Carlos Fernández Maquieira y Borbón.

CONGRESO GEOLÓGICO INTERNACIONAL DEL CANADÁ

XII.ª SESION. 1913

CONGRESO GEOLOGICO INTERNACIONAL

DEL CANADA

XII.^a SESION. 1913

MEMORIA

ACERCA DEL MISMO

POR

D. PABLO FABREGA, D. AGUSTIN MARIN Y D. ENRIQUE DUPUY DE LOME

INGENIEROS DEL CUERPO DE MINAS

PROLOGO

Los Congresos geológicos internacionales que desde 1878, con intervalos de tres años, se están celebrando en las principales poblaciones del mundo, se caracterizan por la gran producción científica que han alcanzado, debido no sólo á la preparación intensiva de la nación en que se realizan, puesta de manifiesto principalmente en sus excursiones científicas, sino también por el gran número de memorias y trabajos que por geólogos de todos los países se someten á las deliberaciones del Congreso.

Natural es, por tanto, que los Gobiernos y las entidades científicas se preocupen de enviar delegaciones que recojan en aquellas ferias de ideas las impresiones y trabajos más originales é instructivos, con objeto de dar luego cuenta de ellos en sus países respectivos. España no podía dejar de acudir á estos certámenes y honró á los Ingenieros que suscriben este trabajo designándolos para que la representaran en el XII Congreso Geológico Internacional que se verificó en Canadá en Agosto de 1913.

El Sr. Fábrega llevó la representación de la Escuela de Ingenieros de Minas de Madrid, y los señores Marín y Dupuy de Lôme, mancomunadamente, la del Instituto Geológico y la de la Real Sociedad Geográfica Española.

Con objeto de no caer en repeticiones y al mismo tiempo dar cuenta de todo aquello que pueda interesar no sólo á los hombres de ciencia, sino también á los que dedican su vida á las faenas industriales de la minería, se han ocupado las distintas representaciones, separadamente, en redactar las tres partes principales en que se ha dividido este trabajo.

En la primera nos ocupamos del plan del Congreso, de la geografía, geología y minería del Canadá y terminamos con unas Notas acerca de los temas discutidos en el Congreso. Esta parte de la Memoria ha corrido á cargo del Sr. Fábrega. Se unen además algunas traducciones de memorias que son los trabajos más salientes sobre temas discutidos en el Congreso.

En la parte segunda, damos cuenta de las impresiones del viaje efectuado por los Sres. Marin y Dupuy de Lôme á la zona minera de Sudbury-Cobalt-Porcupine. Entre las varias expediciones realizadas por dichos Ingenieros, ninguna como en ella se puede ver la floreciente minería del Canadá, y la importancia de muchos problemas de Geología aplicada que pueden tener interés para los profesionales de la minería.

Por último, en la parte tercera hemos hecho un extracto comentado del notable libro "Reservas mundiales en Carbón", libro en el que han colaborado los especialistas en esta materia de todos los países del mundo y que encontramos sumamente interesante para los que se dedican á la industria carbonera.

Las partes segunda y tercera, son obras de los Ingenieros de Minas Sres. Marín y Dupuy de Lôme.

Antes de terminar estas líneas, queremos dar cuenta de un asunto tratado en el Consejo del Congreso y que tiene interés especial para nuestra nación. Es ello,

que con motivo de la elección del país en el que había de verificarse el próximo Congreso, pudieron observar los Ingenieros que asistieron que, entre los Geólogos de todos los países, había un deseo muy marcado de celebrar pronto uno en Madrid, y si bien en el Consejo recayó el acuerdo de que el próximo se verificase dentro de cuatro años en Bruselas, creemos que España, dentro de siete ú ocho años, tendrá la honra de celebrar en Madrid el XIV Congreso Geológico Internacional. Ahora bien, el que lea las líneas que siguen, comprenderá la importancia de estos certámenes y la preparación larga y costosa á que dan lugar, y creemos un deber llamar la atención de la Superioridad sobre este asunto, pues exige que ya se vaya pensando en la forma de llevar á cabo una misión tan honrosa como difícil.

PRIMERA PARTE

PLAN DEL CONGRESO. IDEA GENERAL DEL CANADA

CAPITULO PRIMERO

Plan é importancia del Congreso.

Entre el primer Congreso Internacional de Geología, celebrado en París el 1878, y el XII que motiva esta Memoria, celebrado en Toronto (Canadá), han transcurrido treinta y cinco años; es decir, que se han sucedido, con intervalos de tres años en promedio, diez Congresos, celebrados sucesivamente en Bolonia, Berlín, Londres, Wáshington, Zurich, San Petersburgo, París, Viena, Méjico y Estokolmo.

En cada nuevo Congreso se nota aumento de miembros adheridos, lo cual prueba el aliciente que ofrece al progresivo espíritu humano la ciencia geológica, donde tanto queda aún que investigar y donde aún hay tantos oscuros problemas que resolver.

Al penúltimo Congreso, celebrado en Estokolmo, se inscribieron 744 miembros; al último de Toronto, según la lista repartida el 21 de Julio, había apuntados 875 congresistas, concurriendo á las excursiones y á los actos oficiales cerca de 500, cifra que indica la importancia que ha tenido.

Distribuidos los 875 miembros adheridos por nacionalidades, resulta:

Canadá.....	223
Estados Unidos.....	192
Alemania.....	98
Inglaterra.....	76
Francia.....	45
Rusia.....	36
Italia.....	24
Bélgica.....	19
Austria.....	18
Méjico.....	14
Suecia.....	11
España.....	6
Argentina.....	5
Países Bajos.....	5
Suiza.....	5
Japón.....	5
Menores de cinco, clasificados y sin clasificar	93
TOTAL.....	875

Presidió el Congreso con carácter de honorario el Gobernador general del "Dominio del Canadá,, Su Alteza Real el Duqué de Connaught, y el Comité ejecutivo estaba compuesto de doce miembros presididos por el sabio geólogo Dr. Frank D. Adams, de la Universidad de Mc. Gill. Montreal, teniendo como secretario á Mr. R. W. Brock, Director de la Comisión Geológica de Ottawa, y á Mr. W. Stanley Lecky, del Museo Victoria, de dicha ciudad.

El Congreso se celebró en los edificios de la Universidad de Toronto, provincia de Ontario, en los días 7 y sucesivos hasta el 14 de Agosto de 1913, bajo un programa de temas anticipada y profusamente repartido.

Los principales puestos á discusión fueron:

- I.—Las riquezas hulleras mundiales.
- II.—Diferenciación en los magmas igneos.
- III.—Influencia de la profundidad en la naturaleza de los criaderos metalíferos.
- IV.—Origen é importancia de los sedimentos pre-cambrianos.
- V.—Subdivisiones, correlación y terminología del pre-cambriano.

VI.—¿En qué medida interrumpieron los períodos interglaciales á la época glacial?

VII.—Características físicas de los mares paleozoicos, y particularidades de su fauna, desde el punto de vista de la importancia paleogeográfica, en la delimitación de los sistemas geológicos.

Además de las sesiones del Congreso, la Comisión ejecutiva del mismo organizó interesantísimas excursiones, distribuyéndolas en tres series A, B y C, según se verificasen antes, durante ó después de aquellas.

La serie A, se compuso de doce distintas excursiones:

La A 1, empezó el 13 de Julio y duró once días, recorriendo Québec y las provincias marítimas, teniendo por objeto el examen de la geología canadiense en la zona Este de Québec, que alcanza al borde Norte de la estructura appalachiana.

La A 2, empezó el 24 de Julio y duró siete días, por las regiones de Haliburton-Bancroft (Ontario), y su objeto fué el estudio de la geología y petrografía pre-cambriana en el borde meridional del escudo canadiense, al Norte del lago Ontario.

La A 3, empezó el 24 de Julio, duró diez días, recorriendo las regiones de Sudbury-Cobalt-Porcupine (Ontario), teniendo por objeto el estudio de la geología y petrografía pre-cambriana, á más de la geología industrial y laboreo de yacimientos metalíferos.

La A 4, empezó el 4 de Agosto, duró tres días y se dedicó al estudio de la fisiografía y geografía pleistocena en la zona Niágara-Yricois Beach (Ontario).

La A 5, empezó el 2 de Agosto, duró cuatro días, durante los cuales se recorrieron las minas de amianto y cromita de la provincia de Québec.

La A 6, empezó el 4 de Agosto y terminó el mismo día, dedicándose al estudio de las Anorthositas de Morin (Québec).

La A 7, empezó el 5 de Agosto, duró dos días, para reconocer las Colinas montregianas de Québec, tan interesantes á los petrógrafos.

La A 8, empezó el 4 de Agosto, duró tres días, durante los que pudieron los petrógrafos, mineralogistas y geólogos industriales, estudiar varios yacimientos minerales del distrito de Ottawa.

La A 9, empezó el 4 de Agosto, durando tres días, estudiándose los yacimientos minerales próximos á Kingston (Ontario).

La A 10, empezó el 4 de Agosto, durando tres días, dedicados al estudio del pleistoceno entre Montreal y Ottawa.

La A 11, empezó también el 4 de Agosto, durando tres días y estudiándose el Ordoviciense en la zona Montreal-Ottawa.

La A 12, por último, también empezada el 4 de Agosto, duró tres días, dedicados á recorrer el siluriano y devoniano en la región Sudoeste del Ontario.

Las excursiones B, verificadas durante las sesiones del Congreso, fueron diez:

B 1, celebrada el 12 de Agosto, tuvo por objeto visitar las cataratas del Niágara.

La B 2, durante el mismo día, el de recorrer los depósitos glaciales é interglaciales del valle del Don y de Scarboro Heights.

La B 3, celebrada el 8 de Agosto, el estudiar el siluriano (ordoviciense) de Hamilton.

La B 4, celebrada el 12 de Agosto, recorrer el siluriano del río Credit.

La B 5, celebrada el 9 de Agosto, el estudio de las morenas, Norte de Toronto.

La B 6, celebrada el mismo día, visitar el laurentino de Muskoka.

La B 7, el día 13 de Agosto, recorrer el Richmondiense marino de Streetsville.

La B 8, el día 13 de Agosto, visitar los depósitos de arcilla plástica y su industria, cerca de Toronto.

La B 9, el 11 de Agosto, la playa Algonquina de Orillia.

La B 10, por último, celebrada el día 8 de Agosto, tuvo por objeto recorrer los yacimientos minerales de la cuenca del Madoc.

La serie de excursiones C, efectuadas inmediatamente después de clausurado el Congreso, han sido por demás interesantísimas. Todas ellas han partido de Toronto, los días 14 y 15 de Julio de 1913, y á continuación las enumeramos.

C 1, en la que se refundieron las C 1 y C 3, excursión

transcontinental por los ferrocarriles Canadien Pacifique y Nord Canadien; duró veintitrés días y tuvo por objeto el estudio geológico, en general, del país, entre Toronto y el Océano Pacífico á lo largo de las principales arterias ferroviarias.

C 2, en la que se refundieron la C 2 y la C 4, excursión transcontinental por los ferrocarriles Canadien Pacifique, Grand Tronc Pacifique y el Transcontinental National; duró veintitrés días y tuvo parecido objeto al anterior, con diferencia de recorrido. Estas excursiones tuvieron tres accesorias: la de Phoenix á Victoria, de Rossland á Victoria y la visita á la cuenca hullera del Nanaimo.

C 5, á los lagos Erie y Huron; duró trece días y durante ellos pudo estudiarse la sección paleozoica del Ontario, la región pre-cambriana, Norte y Este, del Huron y su fisiografía glacial; tuvo por accesorio una excursión á Little Current y Sudbury para visitar minas de níquel y cobre.

C 6, Sudbury-Cobalt-Porcupine (Ontario), duró nueve días y fué una repetición de la A 3.

C 7 fué refundida en las anteriores de Vancouver.

C 8, Yukon y Malaspina, duró veinticinco días y fué una expedición complementaria á las C 1 y C 2, é interesantísima para los geólogos industriales y los glaciólogos, durante la cual pudieron examinarse, entre otros puntos de interés, los fiordos de la Colombia Británica, los placeres auríferos de Klondika y el famoso glacial de Malaspina.

C 9, por último, Prince Rupert y Rio Skeena (Colombia Británica), duró siete días, era anexa de una de las anteriores, partía de Vancouver y durante ella pudo estudiarse la costa de la Colombia Británica, algún batholito, el jurásico, y los yacimientos de plomo aurífero de la cordillera litoral (Coast-range).

Para el previo conocimiento de todas estas excursiones se repartió una circular con tres planos itinerarios que, detallando suficientemente los puntos á recorrer, daban una idea general de las mismas.

Su organización fué por todos conceptos perfecta. Cada expedición iba dirigida por competentísimo y amable personal técnico, y á mayor abundamiento se entregaba á cada expedicionario una inapreciable "Guía, en la que, con todo detalle, se explicaba el motivo y objeto de aquélla.

Baste decir, que estas "Guide-books," formaban diez distintos volúmenes ricamente editados en 8.º sumaban en junto 1.800 páginas de substanciosa lectura y contenían, además, unos 300 fotograbados, 40 secciones y dibujos, cerca de 150 planos geológicos, algunos de gran magnitud y la mayoría tirados en colores, y completas notas bibliográficas de verdadera utilidad práctica.

Las sesiones del Congreso se sucedieron sin variación al programa preestablecido; durante ellas, se discutieron los interesantísimos temas oficiales, y se presentaron notables trabajos por algunos de los más sabios geólogos del mundo.

La clausura del mismo, tuvo por digno remate un espléndido banquete ofrecido por el Comité Ejecutivo en el edificio de las Armouries de la ciudad de Toronto, en cuyo acto se reunieron, entre congresistas y allegados, más de quinientos miembros que hablaban en veintitrés idiomas distintos.

En confirmación de la importancia que el XII Congreso Geológico Internacional de Toronto ha tenido, y de la atención que ha merecido por parte de los Gobiernos General y Provinciales del Canadá, basta agregar, al número de congresistas que se cerró con el de 1.000, de los que 450 asistieron personalmente, á lo interesante de las materias puestas á discusión, y á lo valioso de los trabajos presentados, la cifra de gastos, que tuvo que ser sufragada por el Gobierno del "Dominion," y por los de las distintas provincias, que ha sido estimada en un millón de *dollars* (5.000.000 de francos), pues, aparte de los propios del Congreso, subvención de excursiones, banquetes, preparación de edificios, Secretaría, etc. etc., presupuestados provisionalmente en 75.000 *dollars* (375.000 francos), costearon dichas entidades, durante tres años, dietas y gastos de especial personal geólogo, para que presentara más de 14.000 páginas de libros y monografías, cientos de mapas y miles de fotograbados, que pusieron de manifiesto ante el mundo, la Geología pura y la Geología industrial, de un recorrido, por ferrocarril, de más de 12.000 millas (16.412 kilómetros) de territorio canadiense, repartiéndose, además, gratuitamente más de 10.000 volúmenes y folletos.

Plácemes merecen todas las entidades que han contribuido á tan colosal trabajo, inapreciable difusión de conocimientos

humanos, y entre ellos hay que hacer especial mención del "Geological Survey of the Dominion," y del "Bureau of mines for Ontario."

No terminaremos estas notas de introducción, sin recordar las atenciones que hemos recibido de nuestro digno Cónsul en Toronto, Chevallier J. Enoch Thomson, y nos complacemos en enviarle desde estas páginas la expresión de nuestra sincera gratitud, así como también á los señores Lecky, Mosco Vici, Denis, Dresser, Frechette y Lion, que tanto han ayudado á que cumpliéramos nuestro cometido.

CAPITULO SEGUNDO

El Canadá Geográfico.

Un notable y desgraciadamente para la ciencia malogrado escritor geógrafo español (1) ha indicado, que no puede considerarse conocida Inglaterra sin estudiar su expansión por todo el planeta, expansión tan formidable que ha permitido decir con justicia, á un escritor británico, que su país es "una nueva inmensa Venecia, que tiene por lagunas mares". En efecto, el Océano parece un lago inglés, fortalezas inglesas custodian sus entradas y pasos principales, y sobre la Tierra, los países cobijados bajo la bandera inglesa pueden, juntos, formar un continente mayor que Africa.

De éste espléndido Imperio Colonial, es el "Dominion of Canadá," una de sus más preciadas joyas.

Entrando en la América del Norte por el Atlántico, siguiendo el paralelo 49, es decir, próximamente el que pasa por París, en vapores rápidos, á los cinco días de travesía oceánica, se toca en las costas de Terranova (New Founland); si se siguiera dicho paralelo se cruzaría ésta y las provincias de Québec, Ontario, Manitoba, Saskatchewan, Alberta y British Columbia, llegando así al Pacífico después de un recorrido de unos 5.000 quilómetros, es decir, próximamente la anchura de seis Españas, sin abandonar tierra inglesa. Pues bien, puede decirse que todo lo que queda de América, á Norte de dicho paralelo 49, excepto la Península norte-americana de Alaska y un poco de la región costera de Occidente también norte americana y la Groenlandia danesa, pertenece á la colonia británica "Dominion of Canadá".

Como en compensación de los retazos nortes de bandera norte-americana, se extiende el "Dominion," al Sur del paralelo

(1) E. Moreno López.

referido con un amplio espacio pseudotriangular, que, bordeando á los Grandes lagos, alcanza con su extremo vértice el paralelo 42. Dentro de este triángulo están la ciudad de Ottawa, capital federal de la Colonia, y las más importantes poblaciones canadienses; y también, al Sur del paralelo 49, se extiende parte de la Isla de Terranova (New Foundland), que aunque de Gobierno independiente al "Dominion", es también posesión inglesa.

El "Dominion of Canadá", comprende, además de las provincias ya citadas de Québec, Ontario, Manitoba, Saskatchewan, Alberta y Colombia Británica, las de Nueva Brunswick y Nueva Escocia al extremo Sur oriental, y los helados territorios del Noroeste (North West territories), antes de la Compañía de la Bahía de Hudson.

La superficie total del Canadá, se aproxima á 10 millones de kilómetros cuadrados; es decir, es casi igual á la de Europa y, por tanto, veinte veces mayor que España (1).

La parte más habitable de este enorme territorio, á pesar de estar comprendido entre los paralelos 49 y 60 (sólo el Yukon y los North West territories están más al Norte), es decir, próximamente entre los paralelos de París y San Petersburgo, no tiene clima tan suave como su similar zona europea; la isoterma anual de cuatro grados de San Petersburgo, paralelo 60, es la media de Québec, paralelo 48, aunque luego remonta á Occidente; la isoterma anual de 11° de París, ya sale fuera del Canadá cruzando, á altura de Nueva York, territorio americano. El paralelo 60 del Canadá tiene una isoterma anual por bajo de 0° (6° bajo cero en la Bahía de Hudson), es decir, que la temperatura media anual de la región hoy más intensamente habitada del Canadá, es la media de San Petersburgo, con extremas mucho más fuertes, pues, tomando la de Ottawa como media de esta región canadiense, sus oscilaciones son de — 14° en Enero y 20° en Julio, cuando San Petersburgo se conservan entre — 10° y 17°. El mismo Québec, de frío glacial en invierno, tiene insufribles días tórridos en el verano; y en Montreal, donde baja el termómetro frecuentemente á — 12° bajo cero, subió el 17 de Agosto de 1913, á 31° á la sombra.

(1) El Canadá tiene de superficie 3.729.665 millas². Europa, 10.352.833 kilómetros². España, 492.247 kms². Portugal, 91.253 kms².

Consecuencia de este clima, y de la subida hacia el Noroeste de las líneas isotermas del Canadá, es la vegetación especial de este país.

Así, la zona de la *Picea alba*, *Larix americana*, *Betula papyracea* *Abies balsámica* y del *Pinus bankianiana*, se extiende de Norte á Sur por casi todo el territorio, siendo omnipresentes principalmente los dos últimos; la *Thuja occidentalis*, el *Pinus strobus*, la *Tsuga canadensis*, el *Quercus rubra* y los *Juglans cinerea* y *nigra*, están confinados en Terranova y en la región baja oriental próxima á los Grandes Lagos; la *Pseudotsuga Douglasii*, en el extremo occidental de la Colombia Británica; y bordeando las costas nortes y las cumbres de las Montañas Rocosas se extienden la Tundra y otras plantas árticas.

Es, pues, el Canadá, excepto alguna estéril zona del Norte; la región de los bosques y las praderas y, por consecuencia, la de la ganadería, dándose, sin embargo, sobre todo en la zona Sur, algo dulcificada por su proximidad á los Grandes Lagos; muy bien los cereales, trigo incluso; tanto, que las antiguas praderas del Oeste se van rápidamente, gracias á las facilidades que proporciona una bien entendida colonización, transformadas en extensos campos de granos, cuya producción siempre creciente muy pronto influirá en el mercado mundial.

Las selvas son magníficas, encontrándose en determinadas regiones, además del omnipresente pino, los cedros, enebros, castaños y nogales; los frutales, y sobre todo el manzano, son muy abundantes, y se cosecha también el maíz, el cáñamo, el tabaco, el arroz, las patatas y las legumbres.

Los animales que pueblan el Canadá son tan estimados por sus pieles, que hasta hace poco constituían la mayor riqueza del país; hay allí osos blancos, pardos y negros, martas, nutrias, linceos, zorras, el ciervo salvaje, la cabra montés y el bisonte americano, y los que pueden llamarse animales nacionales, el pequeño castor y el gigantesco alce (moose), además del búfalo y del casibou, especie de cabra montés. La ornitología, aunque no tan variada como la de nuestras latitudes, es también abundante, y abundantísima la pesca fluvial y lacustre.

La topografía del "Dominion", confirma en América el principio de desimetría del relieve, sustentado por Dana:

“Los continentes tienen, en general, costas montuosas y un interior deprimido formando una ó varias cuencas separadas por cordilleras intermedias. La costa más elevada, mira al mar más profundo.”

En efecto, la costa occidental está bordeada por las lomas suaves del litoral del Salvador, las de Terranova y las un poco más abruptas del extremo Norte de la cordillera de los Appalaches, todas de 600 metros al máximo, y las isleñas de 300 y por tanto de relativa poca altura; la costa oriental lo está por la Cordillera litoral (Coast range), contrafuerte de las ingentes Montañas Rocosas que, en gran extensión, alcanzan alturas de 1.500 metros y cúspides de hasta 3.000. Entre estos dos malecones naturales, se extiende la zona central del continente, ofreciendo un típico paisaje *morénico*, por las llanuras y lomas suaves del alto y bajo Canadá, circundadas, desde el río Mackenzie que desemboca por Noroeste en el mar Artico, hasta el San Lorenzo que desagua por el Sureste en el Atlántico, por una á modo de guirnalda lacustre, cuyos amplios rosetones, los Grandes Lagos de la América del Norte, encierran la mayor extensión de agua dulce que se conoce en el globo.

Además, al igual que en el paisaje morénico del Norte de Europa, hay en la América del Norte una especie de mar Báltico, la Bahía de Hudson, también de poco calado y con estrechas conexiones atlánticas, bahía que desciende desde las Tierras de Baffin hasta cerca del paralelo 51 y cuya extensión superficial es casi tan grande como la Península Ibérica. Más á Norte del paralelo 70, continúa la zona marítima del “Dominion”, por las grandes islas del archipiélago Artico, y al Oeste de la Cordillera litoral, está la de Vancouver que hoy forma parte de la provincia de Columbia; aquéllas poco montuosas, y ésta, en cambio, bastante abrupta.

Los principales rosetones de la guirnalda lacustre del Canadá, empezando por el extremo Nordeste, son: el Gran Lago del Oso, de 119 metros de altitud y 30.614 kilómetros cuadrados de superficie; el Gran Lago del Esclavo, de 158 metros de altitud y 27.761 kilómetros cuadrados de extensión; el Athabaska, de 210 metros de altitud y 7.361 kilómetros cuadrados; y el Wollaston, más pequeño, de 396 metros de altitud, cuyas aguas, intercomunicándose entre sí, van á engrosar el gran río

Mackenzie, corriente de un curso próximo á 2.500 kilómetros, si se cuenta su afluente el Peace y el Esclavo, aquél tributario del lago Athabaska, y el Esclavo emisario de los lagos Athabaska y del gran lago de su nombre.

Siguen á éstos, sin mencionar otros intermedios menos importantes, el lago Indio del Sur, que por el río Churchill desagua en el mar de Hudson; el Winnipegosis, de 289 metros de altitud y 5.402 kilómetros cuadrados de superficie, y el Winipeg, de 216 metros y 24.428 kilómetros cuadrados, que por el río Nelson vierten á la misma bahía.

Termina la banda lacustre con un grupo de lagos cuyas aguas ocupan 246.000 kilómetros cuadrados (95.000 millas cuadradas), es decir, media España. El mayor y más occidental de todos es el coloso lago Superior, de 184 metros de altitud, 300 metros de profundidad y 82.360 kilómetros cuadrados de superficie, es decir casi tan grande como Portugal; le sigue el lago Huron, de 177 metros de altitud, 300 de profundidad y unos 58.000 kilómetros cuadrados de extensión, y su gemelo, también de 177 metros, el Michigan, de 620.000 kilómetros cuadrados, por completo en territorio americano; después el Erie de 174 metros y sólo 25 metros profundo, de unos 25.000 kilómetros cuadrados, y, por último, el Ontario, de 75 metros de altitud y 18.803 kilómetros cuadrados, casi, siendo el más pequeño, tan grande como las provincias de Guadalajara y Madrid reunidas. Estos lagos, intercomunicándose entre sí, desaguan en el majestuoso San Lorenzo un caudal, en períodos ordinarios, de 10.000 metros cúbicos de agua por segundo. Este río tiene un recorrido, contando sólo desde su salida del Ontario hasta la desembocadura del golfo de su nombre, de 1.200 kilómetros, es decir, tanto como el cruce diagonal de España desde el cabo Creus al de San Vicente, y si su curso se contara desde aguas arriba de los Grandes Lagos, como se hace en caso parecido con el Ródano, es decir, desde el pequeño río San Luis que vierte al fondo Oeste del lago Superior, ó cuando menos desde el lago Nipigón que desagua en la entrada Norte, el recorrido del grandioso San Lorenzo sería de 3.000 kilómetros, un río que naciendo en Vasorvia desembocara en Lisboa.

Completaremos estas rápidas notas de conjunto, anotando

que esta importante vía fluvial tiene una cuenca de recepción de 1.300.000 kilómetros cuadrados; que á la hahía de Hudson desaguan ríos cuya cuenca total puede estimarse en kilómetros cuadrados 3.750.000, vertiendo ambos en el Océano Atlántico; que el resto de aguas, excepto una pequeña parte que vá al Mississipi, vierten al Mackenzie, cuenca que con su mayor originario el Athabaska, mide de 3.500 á 4.000 kilómetros cuadrados, y está nueve meses del año helada, quedando sólo para el Pacífico 377.000 kilómetros cuadrados de la del Yukon que desemboca en el mar de Behring y 1.000.000 de kilómetros cuadrados de la cuenca de las Cordilleras que también desaguan en este mar, ó lo que es lo mismo, prescindiendo de la cuenca en cierto modo neutral del Mackenzie, que 5.000.000 de kilómetros cuadrados vierten agua al Atlántico y sólo 1.377.000, la cuarta parte, lo hacen al Pacífico, dato suficientemente expresivo para hacerse cargo, á grandes rasgos, de la hidrografía de la región, cuya, proporciona al Canadá una reserva de fuerza hidráulica que se ha valuado según T. B. Challes en 25.683.007 caballos de vapor, lo cual, calculando un consumo de 22 toneladas de carbón por caballo-año, representaría una explotación anual de 565.000.000 de toneladas.

Hoy se aprovechan unos 550.000 caballos; sólo la provincia de Ontario desarrolla unos 350.000, entre ellos 245.000 (que muy pronto ascenderán á 502.000), se obtienen del lado canadiense de las famosas cataratas del Niágara (trueno de las aguas) entre el Erie y Ontario, mientras los norteamericanos de su lado aprovechan 230.000, sea en junto, cuando toda la explotación esté en desarrollo, 732.000 caballos de vapor, ó próximamente la quinta parte de la fuerza total que encierra el salto del Niágara, pues con su altura media de 50 metros de salto y un caudal corriente de 7.000 metros cúbicos por segundo, representa una fuerza práctica, sobre eje de volante, de tres y medio millones de caballos de vapor á repartir entre las dos naciones.

Esta colosal cifra y la facilidad de su recogida, es uno de los dones que la Naturaleza ha concedido á aquellas privilegiadas regiones.

En las márgenes y proximidades de la grandiosa arteria fluvio-lacustre, subordinada al espléndido San Lorenzo, cuyo

desarrollo puede calcularse repetimos en 3.000 kilómetros, se asientan las más populosas ciudades canadienses, excepción hecha de la moderna y floreciente Winnipeg, situada á la orilla del lago de su nombre y de la comercial y próspera Vancouver, que es puerto del Pacífico.

En efecto, las ciudades del Canadá que pasan de 25 000 almas, son, contadas de Este á Oeste (y aparte de Halifax, puerto de Nueva Escocia, de 46.600 almas), Québec, de la provincia de Québec, con 78.000 habitantes, y Montreal, con 562.000, de la del Ontario; Ottawa, capital de la federación, con 84.000; Toronto, con 470.000; Hamilton, con 82.000; London, con 46.000, y Fort Willian, con 25.000, todas asentadas en las márgenes ó proximidades de San Lorenzo en el borde Norte de los Grandes Lagos; siguen Winnipeg, con 200.000, de la provincia Manitoba; Regina, de 42.000; Moose, de 25.000, y Saskatova, de 25.000, de la provincia Saskatchewan; Calgary, de 74.000, y Edmonton, de 53.000, de la provincia Alberta, y por último, Vancouver, de 140.000, y Victoria, de 60.000, de la Columbia Británica. Es decir, que, de una densidad de población de 1.771.000 habitantes distribuidos en ciudades de más de 25.000, más de tres cuartas partes, 1.352.000, se asientan á orillas de aguas subordinadas al curso del grandioso San Lorenzo.

Entre ellas descuella, conservando bastante sello francés, la que pudiéramos llamar capital comercial de "Dominion", Montreal, de más de medio millón de habitantes, por cuyo hermoso puerto sobre el San Lorenzo, capaz para buques de 30 pies de calado y que pronto lo será para los de 35 pies, á pesar de no tener acceso más que durante siete meses del año, se hace tan intenso tráfico que sobrepuja á los de Boston, Philadelphia, siendo hoy el segundo en importancia de toda la América del Norte. Alcanza en él la navegación oceánica anual á 736 navíos, con dos y medio millones de tonelaje, y la fluvial, á 11.500 navíos, con cuatro y medio millones. Los ingresos brutos del puerto son de 5.000.000 de francos. De los 6.000 millones de francos que hay empleados en la industria total canadiense, sólo los capitales empleados en las de Montreal pasan de 700 millones, domiciliándose en dicha importante población ocho Bancos, casi todos de emisión, que

tienen un capital de 50.126.666 *dollars* (unos 250.633.330 francos) con reservas de 48.536.463 *dollars* (unos 222.682.315 francos), descollando entre ellos el "Bank of Montreal, con 16.000.000 de capital y otros tantos de reserva, el "Royal Bank of Canadá, con 11.000.000 y medio, y 13.000.000 de reserva.

Sigue á Montreal en importancia, Toronto, á orillas del Ontario y ya de típica marca anglosajona, con sus 470.000 habitantes, sus espléndidos edificios, sus soberbias residencias y su exquisita urbanización, cuyo amillaramiento llega á la cifra de 436 130.637 *dollars*, y cuyos Bancos, en número de diez, pasan de 200.000.000 de francos de capital, poseyendo cerca de mil fábricas que, absorbieron un capital de 750.000.000 de francos fabricando anualmente 335.000.000 de productos, y pagándose por salarios y demás gastos 200.000.000.

Y para terminar este preliminar bosquejo geográfico comercial, consignaremos que la población total del Canadá es de 7.000.000 de habitantes, que la inmigración alcanza la cifra anual de 300.000 almas, de las que próximamente la mitad son inglesas, cifra que va siempre en aumento.

Que sólo los productos derivados de la leche, leche condensada, manteca, etc., llegan á un valor anual de francos 500.000.000; que el valor de la producción minera alcanza la de 665.000.000; que la producción de granos es de hectolitros 180.000.000; y la importación total de 300.000.000 de Inglaterra, 700.000.000 de los Estados Unidos, 30.000.000 de Francia y 50.000.000 de Alemania, ó sean 1.800 millones de pesetas, y que el tráfico total asciende á 2.750 millones de francos; la producción de manufacturas llega cerca de 4.000 millones de francos, y el capital invertido en los ferrocarriles, que desarrollan 35.000 quilómetros de recorrido, es de 6.200 millones de pesetas, habiendo una Compañía, The Canadien Pacific, dueña ella sola de 28.200 quilómetros de vía (17.000 millas) y de 74 vapores.

La magnitud de estas cifras hace patente la importancia que actualmente tiene hoy casi despoblado Canadá.



CAPITULO TERCERO

Geología y Minería Canadiense.

I) Preliminares.

La mayor parte del Canadá pertenece á la extensa región de América del Norte, que ha recibido el nombre de LAURENTIA. Abraza lo que el eminente Suess denominó "Escudo canadiense"; es decir, una vasta extensión de terrenos arcaico-precambrianos, plegados y atravesados por multitud de asomos eruptivos, recubierta en su borde meridional por extratos horizontales, cambrianos, silurianos y devonianos; región que, habiéndose conservado rígida á través de todas las edades posteriores al precambriano, ha sufrido los efectos de una continuada denudación y está hoy en estado de penellanura, á la cual ha impreso el último rasgo de típico paisaje morénico el intenso glacialismo pleistoceno.

El resto del territorio canadiense, ha sido afectado por los movimientos hercinianos y alpinos, encontrándose, á Norte la cadena de las islas Nordicas, llamada hoy cadena de los Estados Unidos, á Occidente, las Montañas Rocosas, y por Levante, las de los Appalaches, cuya punta meridional llega hasta el paralelo 33.

Entre el Escudo canadiense y las Montañas Rocosas, se extiende una ancha faja de terreno secundario que, lamiendo por el Norte las playas del Océano glacial, penetra por el Sur en los Estados Unidos; y en la Bahía de Hudson, bordeándola en retazos aislados hasta las islas Nordicas, aflora el siluriano.

La línea de contacto entre los sedimentos arcaico-precambrianos del macizo laurentino y los terrenos primarios, que meridionalmente la circundan, es casi la curva de la guirnalda lacustre del Canadá; empieza próxima á la desembocadura

de Mackenzie, sigue por los lagos del Oso, del Esclavo, Athabaska, Winnipeg, Superior y Hurón, continúa un poco más á Norte del lago Ontario y pasa por Ottawa y Québec, terminando en el estuario de San Lorenzo.

A Oriente de esta línea, es decir, de su tercio oriental, se extiende, dentro del territorio canadiense, el siluriano inferior ó ordoviciense desde la bahía Georgiana del lago Hurón hasta Québec; el siluriano superior, á Sur de dicha bahía y al Este del estuario de San Lorenzo; el devoniano, á Sur del siluriano, entre los lagos Hurón y Erie, y al Este de él en el estuario referido; en las provincias más orientales de Nueva Brunswick y Nueva Escocia asoma, además de los otros terrenos, el carbonífero; la isla de Anticosti está constituida por ordoviciense al Norte y siluriano superior al Sur; y en la colonia independiente de Terranova se encuentran terrenos arcaico y siluriano y asomos del carbonífero.

A Occidente de la línea referida, en su tercio occidental, los sedimentos arcaico-precambrianos están recubiertos por terrenos devonianos, á los cuales siguen una faja de cretáceo, reapareciendo en puntos el arcaico, y más al Oeste el macizo granítico de la Cordillera litoral, y el cretáceo y carbonífero, no bien deslindados, de la isla de Vaucouver.

Por último, en el tercio medio, desde el lago Winnipeg, al Oeste y Sur, bordean al macizo lauretino; primero, el ordoviciense, después, el siluriano superior, luego, el devoniano, y por último, el cretáceo, internándose los sedimentos arcaico-precambrianos en territorio americano, á través de una línea que partiendo un centenar de quilómetros á S. E. de Winnipeg termina en la bahía de Georgiana.

Dentro del Escudo canadiense, resulta la bahía de Hudson una depresión circundada á modo de herradura por el macizo arcaico-precambriano, pues, más á Norte, se extienden sedimentos posteriores.

Como hemos dicho, la tectónica del Escudo es complicada; es, en cambio, tabular la de los terrenos primarios que la rodean; medianamente complicada la región montuosa del Este, continuación de la Apalachiana, y quizá las de las islas Nordicas, y muy complicada la de las Montañas Rocosas del límite occidental.

Antes de terminar con estos indispensables antecedentes, consignaremos que en el Canadá no está perfectamente definido lo que se entiende por estrato cristalino, pues si este terreno tiene entre nosotros un marcado y constante aspecto cristalofiliano, esta facies no persiste en América del Norte, pues, frecuentemente, intercalados entre sedimentos cristalinos, se encuentran bandas ó fajas de estratos piro-clásticos, calizos y pizarreños, francamente sedimentarios, y todo ello atravesado por numerosas intrusiones y efusiones de rocas eruptivas, tan ácidas como el granito y tan básicas como la diabasa, que imprimen al conjunto un regional sello metamórfico, lo que llaman algunos petrólogos un aire de familia, distinto al europeo.

En cuanto á las vicisitudes geológicas por que ha pasado el territorio del "Dominion", la antigua Laurentia debió haber comprendido á la Groenlandia y quizá formara parte del gran continente paleoártico huroniano que, individualizado antes de la época cambriana, abarcaría no solamente el actual "Escudo canadiense", que bordea y aun rebasa la bahía de Hudson, sino también, con la Groenlandia, todo el Atlántico del Norte, tocando quizá al Noroeste español, á la Irlanda y á la antigua Caledonia.

De las divisiones que allí se hacen para el terreno precambriano, entre el que se incluye el lauretino, ó formación fundamental de dudosa separación con el estado cristalino, debemos sólo señalar que hay discordancia entre los estratos de éste y los del huroniano inferior ó kewatino inferior (algunos los separan), entre los de éste y los del huroniano ó kewatino superior, animikiano incluso, y, por último entre los del animikiano y el keweniano, lo cual, cuando menos, prueba tres grandes movimientos dentro de la época pre-cambriana, dislocaciones que han debido llevar las costas de aquellos primitivos mares á gran altura, pues en algunos puntos tiene, según Irving, sólo el keweniano 15.000 metros de espesor, y en término medio no bajará el total espesor del pre-cambriano de unos 4.000 metros.

Durante el largo lapso de tiempo, necesario para tan intensa sedimentación, aparecieron los primeros seguros vestigios de vida orgánica, á juzgar por las cuatro pistas de anelidos y los miles de fragmentos de crustáceos (que parecen ser se-

gún C. D. Walcott, los primeros merostomados) encontrados á profundidad de 2.000 metros en el pre-cambriano de Montana (Estados Unidos).

Un descenso general del entonces extenso territorio canadiense, fué causa de que los mares cambrianos y silurianos, devonianos y aun carboníferos, depositaran trasgresivamente sus sedimentos sobre el arcaico-precambriano plegado y arrasado.

Después ocurrió el gran trastorno "herciniano", que encontrando el poderoso macizo de la "laurentia", rígido, estrelló contra él las ondas terrestres levantándolas; así nacieron los Appalaches por Levante, y quizá la cadena Nórdica.

Nuevo período de calma, aunque con lentas oscilaciones en la región occidental del Escudo canadiense, permitió á los mares secundarios penetrar trasgresivamente por este lado hasta el Océano glacial; y un último movimiento de edad "alpina", precedido quizá de algunos otros durante el cretáceo, levantó con la poderosa cadena de los Andes la de las Montañas Rocosas y la Coast range, que es su continuación tectónica.

Para terminar estos preliminares, agregaremos que aun no están de acuerdo los geólogos americanos en la nomenclatura, división y paralelización de los sedimentos arcaico-precambrianos, ni tampoco de algunos de la serie paleozoica, ambos motivo de actual discusión, por lo cual respetaremos en estas notas la clasificación estampada en la cuarta edición del "Text Book of Geology", del eminente geólogo escocés A. Geikie; y añadiremos, por último, que, sintetizando las descripciones, seguiremos á Young en su preciosa monografía "Esquisse géologique et ressources minerales du Canada", impresa en Ottawa el 1910, dividiendo todo el territorio del "Dominion", en seis grandes regiones naturales: Meseta Laurentina; Bajo Canadá, que llama "Bajas tierras del San Lorenzo"; Alto Canadá, que titula "Llanura continental interior"; Región de los Appalaches; Región de las Cordilleras occidentales; é Islas Nórdicas, que llama Archipiélago ártico.

II) Meseta Laurentina.

a) *Topografía.*—Comprende la gran meseta, que en forma de U, y con extensión de 5.000.000 de quilómetros cuadrados, rodea la Bahía de Hudson.

El aspecto físico de esta región es muy uniforme. Innumerables lagos y multitud de pequeños ríos y arroyuelos corren entre una serie de colinas de poca altura y de pendiente dulce, interrumpida tan sólo por los valles de los grandes ríos, de tal modo, que si se exceptúa el Nordeste del Labrador, donde se acusan altitudes de 2.000 metros, el resto del país no pasa de 700, estando la divisoria entre San Lorenzo y bahía de Hudson, bastante más lejana de ésta que de aquél.

Las costas del golfo de San Lorenzo son escarpadas, alcanzando rápidamente la altura de 300 metros; las orientales del Labrador presentan muchos fiordos de paredes verticales de más de 200 metros; las de la bahía de Hudson son de suave pendiente.

La zona de bosques termina próxima al paralelo 59, y desde éste hasta el Océano glacial son tierras estériles.

b) *Geología.*—En cuanto á la geología de la Meseta Laurentina, excepto una estrecha faja de terreno siluriano y devoniano que bordea, como ya dijimos, por el Sudoeste á la bahía de Hudson, y algunas otras pequeñas manchas aisladas, en el resto, las únicas formaciones que aparecen son las arcaico-precambrianas no bien deslindadas, afectadas de grandes pliegues, y atravesadas, y aun recubiertas á veces, por enormes masas eruptivas de consolidación profunda, puestas hoy al descubierto por la intensa denudación que han sufrido aquellos parajes.

Las rocas que más abundan son el granito, el gneis, y en aislados manchones, pizarras y aun calizas muy metamorfizadas, y parece que este horizonte representa, bien al arcaico, ya al laurentino ó precambriano inferior.

Plegados quizá á grandes profundidades estos sedimentos, y emergidos en parte, dieron materiales para que los mares del huroniano inferior ó kewatino inferior (precambriano medio) depositaran conglomerados, pizarras verdes, cuarcitas, areniscas en el borde meridional del macizo laurentino.

Principalmente en el Ontario y regiones próximas á Québec, es donde se encuentra esta serie de rocas, siempre atravesadas por grandes intrusiones graníticas. Allí, es donde las cuarcitas zonadas ferríferas, acompañadas de pizarras y areniscas pizarreñas, á pesar de su metamorfismo, caracterizan el kewatino; sus capas plegadas formaron en su tiempo una precambriana montaña, cuya emersión trajo consigo, la irrupción de enormes venidas graníticas hipoabysales. En cambio, hay otras zonas como la del Timigani y Sudbury en que los sedimentos del kewatino superior están poco deformados.

Un descenso posterior, quizá parcial, de la cordillera kewatina, permitió á los mares animikianos invadir parte del territorio, depositando sedimentos principalmente pizarreños, y una nueva emersión de menos importancia produjo otra cordillera, que, seguida de nuevo descenso, permitió una nueva invasión, la de los mares kewenianos (tramo superior del precambriano), que sedimentó las areniscas rojas, los conglomerados, las calizas pizarreñas y las dolomias (entre las que se intercalan tobas volcánicas y lacólitos diabásicos) que, entre otros puntos, afloran en la ladera del Lago Superior al Este de Port Arthur, aparecen en las proximidades del Nipigón y en la isla de Michipicoten.

c) *Recursos mineros.*—La riqueza minera del macizo Laurentino es ya muy grande, á pesar de estar mucho país sin explorar, casi estoy por decir virgen de pisada humana. Además, la exploración á paso de viajero es difícil, pues una gran extensión de macizo está recubierta por fuerte espesor de terreno errático, amén de la capa de mantillo, bastante grueso donde hay bosque, que oculta los afloramientos de rocas y yacimientos.

Dígalo el caso de los filones de plata de Cobalt, descubiertos fortuitamente hace diez años abriendo una trinchera para un ferrocarril, y eso que estaban muy próximos al yacimiento de plomo argentífero de aquella región, que hacía siglo y medio se conocía.

Realmente la zona más investigada es la meridional de la meseta Laurentina, y donde, al parecer, salvo los hierros, se concentra mayor riqueza metalífera, es en la zona de contacto entre el precambriano y los terrenos francamente paleozoicos.

Es en ella donde están los famosos yacimientos de níquel de Sudbury, cuya producción alcanza anualmente un valor de 90 millones de francos, mata de cobre inclusa.

Próximos están los de cobre, que producen por valor de 18 millones de francos; á unos 150 quilómetros hacia el Norte, los de plata de Cobalt, de ya famosa nombradía, con producción anual de 30 millones de francos, encontrándose también dentro de dicha zona minas de oro, plomo, azufre, arsénico, grafito y mica.

En cuanto á los de hierro, existen en todo el territorio de la Meseta y, en nuestra opinión, llegarán pronto á adquirir una importancia mundial, pues arman en el kewatino y éste es allí un horizonte muy extendido.

Parece, pues, que la mayor parte de la riqueza metalífera de la meseta Laurentina se concentra en los depósitos litorales ó poco profundos de los mares kewatinos y animikianos, lo cual, no es de extrañar si se recuerdan las intensas dislocaciones post-kewatinas y post-animikianas, que abriendo camino á los magmas profundos, dieron lugar á sus segregaciones y también á venidas metalíferas.

Por ello mismo entendemos que, hierro excluso, la zona del borde meridional de la meseta Laurentina ha de ser más rica en metales que el centro de la misma y que las costas de la bahía de Hudson.

III) Bajo Canadá.

a) *Topografía.*—El Bajo Canadá, á quien Young llama bajas tierras de San Lorenzo, comprende las llanuras que bordean á estos ríos y se extienden aguas arriba de Québec, en una longitud de 1.000 quilómetros (600 millas), por 90.500 quilómetros cuadrados de superficie (35.000 millas cuadradas), quedando dentro de ellas las más importantes ciudades del Canadá: Québec, Montreal, Ottawa, Kingston, Toronto, Hamilton y la península entre los lagos Huron, Erie y Ontario. Toda esta región es muy fértil, y en su primer tercio, apenas pasa de una altitud de 150 metros, siendo la media, aguas abajo de Montreal, de 30 metros sobre el mar, y la general, salvo algunas,

nunca muy altas colinas eruptivas, de 100 metros en promedio.

Desde el lago Ontario, de 75 metros de altitud, se elevan bruscamente las tierras hasta unos 250 metros, 172 en la del lago Erie, y aun sigue subiendo en escalones hasta alcanzar 500 metros, de tal modo que forman una á modo de especie de meseta, que domina con sus escarpas á la baja llanura del San Lorenzo.

b) *Geología*.—El Bajo Canadá está formado geológicamente, salvo pequeños espacios recubiertos por el pleistoceno, por sedimentos francamente paleozoicos, silurianos y devonianos en estratificación horizontal. Allí se ven las capas silurianas sin pliegues y sin metamorfismo, y como es muy fosilífero, resulta una región privilegiada para los estratígrafos. El corte de Hamilton se ha hecho ya célebre, pues en aquella escarpa se ve, como en las hojas de un libro, la sucesión de faunas del siluriano superior.

La región frontera, la Norte, es el contrafuerte laurentino; la zaguera del Sureste, es el final Norte de la cadena Appalachiana.

Las rocas del siluriano y devoniano son areniscas, pizarras y calizas, y en el ordoviciense hay grueso tramo de margas que por su color y aspecto hacen recordar las del devoniano de Asturias. Si algún pliegue asoma, es de ondulación tan amplia y suave, que sólo por concepto teórico puede llamarse anticlinal (Streetville).

El contraste de esta estratigrafía tabular con la complicada de los Appalaches es tan brusco, y al mismo tiempo tienen los sedimentos facies y faunas tan distintas, que parecen, como apunta Young, sedimentos formados en mares diferentes y en condiciones muy diversas.

La separación entre ambas, es la línea de falla del río San Lorenzo continuada hasta el lago Champlain, al Sur de Montreal.

La mayor parte del terreno del Bajo Canadá pertenece al ordoviciense ó siluriano inferior. En algunos puntos, como en la confluencia de los ríos Ottawa y San Lorenzo, hay algunas areniscas que quizá represente el Postdamés (cambriano superior).

Encima del Postdamés, se encuentra el grupo calcífero del

ordoviciense, formado de calizas sabulosas y dolomíticas, llamadas hoy calizas de Beekmantown; después, el grupo de Chazy, compuesto de pizarras en la base, areniscas en medio y calizas encima; á este piso sigue el grupo de Trentón, formado por tres tramos, el de Lowville ó Birds's eye, Black River y Trentón, de calizas y pizarras, al cual se sobrepone el grupo de pizarras bituminosas de Utika, y, por último, el grupo del río Hudson ó de la Lorraine, compuesto de pizarras grises-negrucacas, de areniscas y de calizas. Los tramos de siluriano inferior más inferiores, se encuentran hacia el Norte, y los más superiores bordean la falla Champlain-San Lorenzo. El espesor total del ordoviciense alcanza á 1.300 metros.

También hay en la zona más baja del Bajo Canadá, algunos manchones aislados de pizarras rojas, que se colocan en la base del siluriano superior, y algunos asomos eruptivos, como son las ocho colinas Montregienes de rocas alcalinas (sienitas sódicas y nefelínicas y esséxitas) próximas á Montreal, rompen la estratificación y metamorfizan los sedimentos silurianos.

El siluriano superior, se presenta ya de modo franco y extenso desde las proximidades de Toronto hasta el escarpe del Niágara y la meseta de la península entre Ontario y Hurón, pudiendo notarse los siguientes grupos: grupo de Medina, compuesto de areniscas abigarradas y de pizarras; grupo de Clijton, arenisco pizarreño; grupo de Niágara, principalmente calizo; el de Guelph, calizo dolomítico; grupo de Salinas, con yeso, sal, dolomias y pizarras negras, y, por último, el grupo, dolomítico en parte, que representa en el Ontario al Helderberg inferior.

A su vez, los términos inferiores del devoniano se dividen en: grupo de Oriscany, de areniscas de colores claros; de Onondaga, que es calizo; y grupo de pizarras negras de Hamilton, recubierto por sedimentos devonianos más recientes.

c) *Recursos mineros*.—Salvo los yacimientos de petróleo y de sal, y las grandes extensiones de caliza propia para la fabricación de cemento, no tiene el Bajo Canadá otros minerales aprovechables, que algunas formaciones de turba y el yeso.

IV) Alto Canadá.

a) *Topografía*.—El Alto Canadá, á que Young llama "Llanura continental interior," comprende las llanuras centrales que se extienden desde el borde Oeste del macizo Laurentino hasta el pie oriental de las Montañas Rocosas.

Está constituida por una vasta región, ligeramente ondulada, de una anchura media de unos 1.000 quilómetros, limitada por el Norte por las riberas del lago del Oso, por el Sur y Este por la frontera de los Estados Unidos, siendo su límite occidental la zona del Bajo Canadá.

Son las tierras de las "antiguas praderas del Oeste," que, en extensión de más de 600 quilómetros de largo, ocupan una superficie de cerca de 400.000 quilómetros cuadrados, vertiendo sus aguas casi totalmente al Océano glacial y á la bahía de Hudson, de tal modo, que excepción hecha de una estrecha banda de 30.000 quilómetros cuadrados al Sur, todo lo demás va en pendiente hacia las regiones del Norte.

El primer tercio de las inmensas praderas, el más bajo, abarca las valles del río Rojo y la región de los lagos del Winnipeg, con altitud media de 250 metros, y está limitando al Oeste por el escarpe del Manitoba, en donde hay tierras altas que se elevan á 300 metros.

El tercio medio, se extiende de Este á Oeste, desde los escarpes de Manitoba, con altitud media de 400 metros, y su superficie, formada por bajas colinas, es cortada por valles amplios y profundos.

El último tercio, se extiende desde las colinas del Missouri, al Este, alcanzando rápidamente una altitud de 600 metros, y pasa de 1.000 en el Oeste, cuando se aproxima á la falda de la región montuosa. Su superficie, más movida que la del tercio medio, encierra macizos tabulares, como las colinas Cypress hills y los Wood mountains, que se elevan más de 300 y 600 metros sobre el nivel general de la región.

b) *Geología*.—Esta llanura del Alto Canadá, no ha sido tan rasgada por venidas eruptivas como las del resto del país y su estratificación es, en general, tabular ó de pliegues muy amplios.

En la región del lago Winnipeg, el terreno está formado por estratos ordovicienses que, apoyándose directamente sobre las formaciones precambrianas, son recubiertas más al Oeste por las capas de siluriano superior y por los estratos devonianos que forman el pie del escarpe del Manitoba, á partir del cual, hasta las Montañas Rocosas, desaparecen las hiladas paleozoicas bajo sedimentos cretáceos que, á su vez, se soterran en las proximidades de la frontera de los Estados Unidos bajo terrenos terciarios.

El ordoviciense de dicha región, está compuesto de areniscas en la base, calizas magnesianas en el centro, y pizarras y calizas en la parte alta, posiblemente de los tramos medio y superior.

El siluriano superior, compuesto de calizas magnesianas y dolomíticas de los grupos del Niágara y Guelph, es concordante con el ordoviciense y con el devoniano, éste, calizo pizarreño; el devoniano, al Nordeste, aparece de nuevo asentándose sobre el borde occidental de la meseta precambriana, extendiéndose desde el lago Athabaska hasta el lago del Oso y el valle del Makenzie.

Como el levantamiento de las Montañas Rocosas ha sido terciario, y en éstas existen todos los terrenos primarios, desde el precambriano hasta el carbonífero, parece, como indica Young, que la trasgresión paleozoica procedió del Oeste y la regresión se inició de Este á Oeste, permaneciendo, por tanto, el territorio de las Montañas Rocosas mayor tiempo sumergido.

Por ello la sedimentación del precambriano ha sido en la sección de Alberta tan potente que alcanza espesores de 6.000 metros de cuarcitas y pizarras arcillosas, sobreponiéndose á ellas, en las Montañas Rocosas, más de 3.000 metros de calizas y pizarras fosilíferas del cambriano, recubiertas á su vez por el ordoviciense y por más de 300 metros de cuarcitas y calizas del siluriano superior, como se ve en el paso de Bow River.

Encima, se asientan cerca de 1.000 metros de espesor, de sedimentos devonianos, calizas y pizarras, y por último los 2.000 metros de terreno carbonífero, con su grupo calizo en la base, pizarreño y después calizo en el medio y arenisco y pizarreño en la parte superior.

En promedio la serie paleozoica alcanza allí entre 7 y 8.000 metros de espesor.

Al final de la era paleozoica, la mayor parte del Alto Canadá sufrió una emersión que duró hasta el fin del cretáceo y sólo ciertos distritos del borde occidental, quizá el emplazamiento de las Montañas Rocosas, fueron invadidas por el triás, por los mares jurásicos y por los del cretáceo inferior, á juzgar por las pizarras jurásicas del Fernie y las pizarras, areniscas y conglomerados cretáceos de Kootanie.

En todo caso, la emersión de la llanura del Alto Canadá ha debido ser en bloque, por decirlo así, y sin sensible trastorno estratigráfico; y el posterior hundimiento de la misma, que permitió á los mares del cretáceo superior recubrirla con las areniscas de Dakota que afloran á lo largo del escarpe del Manitoba, también ha debido ser de lento movimiento bascular, pues dichos sedimentos están sensiblemente concordantes con los del paleozoico.

Los subsiguientes mares del cretáceo superior, debieron extenderse desde el Océano Artico hasta el golfo de Méjico, depositando las pizarras negras, las pizarras calcíferas y las calizas margosas del escarpe del Manitoba, paralelizadas con las areniscas y pizarras de Alberta, las areniscas bastas de las Montañas Rocosas y las tobas y brechas volcánicas de la frontera de los Estados Unidos, de facies litoral, extendiéndose la marina desde cerca de la latitud de Edmonton, por los Estados Unidos, constituyendo el grupo de Montana, al parecer superior al grupo anterior del Colorado.

Una regresión general de los mares poco profundos de Montana, dió lugar á la formación lacustre del Laramie, que recubre gran extensión en Alberta, al Sur del pequeño lago de los Esclavos, y sobre la que, en concordancia, se extienden los primeros sedimentos del terciario, en cuya época las grandes dislocaciones que dieron nacimiento á las Montañas Rocosas, demuestran el enorme esfuerzo orogénico de aquella época, formándose, durante el oligógeno, las capas arcillosas y gredosas recubiertas de fuertes espesores de cantos rodados y de arenas de carácter fracamente litoral.

c) *Recursos mineros.*—El Alto Canadá, es pobre, en general, en yacimientos metalíferos, pues, excepto algunas arenas y

grava auríferas del Saskatchewan septentrional, aguas abajo de Edmonton, del yeso devoniano del Manitoba, y de la sal de este distrito y del de Athabaska inferior, no queda más riqueza que el lignito y el petróleo.

Los lignitos del cretáceo superior, se presentan en Belly River, y el lignito terciario en el horizonte de Edmonton, ambos al Sur de Alberta, en el paralelo 55, prolongándose al Oeste hasta la de Saskatchewan. Las mesetas de Cypress hills y las de Woods mountains y la Turtle mountain, aquéllas al Sur de la Saskatchewan, y ésta en el Manitoba, son formaciones de lignito terciarias.

La de Belly River, aflora desde la frontera de los Estados Unidos, con 200 kilómetros de anchura, extendiéndose 500 kilómetros al Norte. Algunas capas tienen cinco metros de espesor y en término medio, uno y medio metros, explotándose unas 350.000 toneladas al año.

En Edmonton, cuya formación ocupa una cuenca grande que se extiende hasta el pequeño lago de los Esclavos, se producen más de 100.000 toneladas casi exclusivamente de una capa cuyo espesor medio es de tres metros.

Del petróleo, no se encuentran más que indicios en las arenas bituminosas del cretáceo inferior, á lo largo del Athabaska, al Norte del Alberta, considerándose como favorables, desde este punto de vista, los sedimentos bituminosos del cretáceo inferior recubiertos por terrenos más modernos.

En cuanto al gas natural, se encuentra también en el Norte de Alberta y, sobre todo, en el Sur, donde algunos sondeos lo han encontrado, habiendo uno que suministró 45.000 metros cúbicos por día, de 300 metros de profundidad en el Niobrara. Ultimamente un sondeo de 570 metros en la isla de Bow, ha encontrado también un abundante depósito.

ISLAS NÓRDICAS

a) *Topografía*.—El archipiélago Artico, ocupa una superficie de más de 1.300.000 kilómetros cuadrados, limitada al Oeste por el meridiano 125° de Greenwich, al Este por el estrecho de Davis y al Sur por la bahía de Hudson; dicho archipiélago comprende unas 20 islas, siendo las mayores la de Baffin, la Ellesmere y la de Victoria, de 546.490, 15.540 y 191.660 kilómetros cuadrados respectivamente.

A pesar de que el interior de estas islas es desconocido, y sus costas lo están imperfectamente todavía, se puede decir que los rasgos del macizo Laurentino continúan en ellas.

La isla de Baffin, presenta una costa elevada de 300 metros de altura, termina en una meseta de 700 metros, que sube á Norte hasta 1.500, y desciende nuevamente á 1.000, cuya altura conserva en el Devon Norte y en las islas de Ellesmere. Hay algunas pequeñas islas que tienen cúspides de 1.500 metros.

La altitud de 300 metros, se conserva en el Oeste de la isla de Baffin, en la isla Banks y en las islas de Parry y de Sverdrup.

b) *Geología*.—El terreno de estas islas es principalmente arcaico precambriano, aunque en sus zonas bajas de Oeste y Nordeste se presenta la serie francamente paleozoica en estratificación sensiblemente horizontal.

El Noroeste de Baffin y las islas siguientes hasta la de Victoria incluso, y una parte de la Banks, está cubierto de capas silurianas de los dos pisos, en los cuales se ha encontrado el tramo de la caliza galenifera de Trenton, recubierto en algún punto de la isla de Banks por capas devonianas y carboníferas con espesor total de 2.400 metros.

Las islas del grupo Oeste, entre ellas la Parry, están constituidas por sedimentos carboníferos que se asientan en concordancia sobre las hiladas devonianas de la de Ellesmere, siendo su tramo inferior arenisco con capas intercaladas de hulla, y el superior calizo.

En las islas más al Norte, Sverdrup y otras, afloran sedi-

mentos triásicos y rocas volcánicas, algunos de aquellos presentados ya en la de Ellesmere.

Por último, se encuentran en las tierras bajas de Baffin, de Ellesmere y en otros puntos de la región ártica, formaciones de lignito terciario.

Todo ello parece indicar que los mares paleozoicos cubrieron totalmente la meseta Laurentina, cuyos estratos precambrianos quedaron hoy al descubierto por haber sido arrasados los sedimentos superiores, durante el inmenso transcurso de los siglos.

c) *Recursos mineros*.—Pocos son en importancia, quizá debido á lo poco explorados que están aquellos terrenos.

Indica Young, indicios de oro en el fondo de la bahía de Wagner, ejemplares de cobre nativo en la de Baffin, mica en muchas partes, lignito en Baffin y Bylot y hulla grasa en las islas Nortes del estrecho de Lancaster.

V) **Cordilleras Occidentales.**

a) *Topografía*.—Esta región del Canadá, abarca una extensión de millón y medio de kilómetros cuadrados, constituyendo la continuación del contrafuerte occidental de la América del Norte.

Ocupa las provincias de la Columbia británica, Alberta occidental, el Yukon y parte de los territorios del Noroeste.

La sierra más oriental, la de las Montañas Rocosas, alcanza alturas de 3.500 metros y se extiende, dentro del Canadá, de S. E. á N. O., en más de 1.300 kilómetros, cambiando después á Norte, constituyendo, desde el río Liard, el territorio inexplorado del sistema de Mackenzie, cuyas cúspides, así como las de la tierra de Franklin, no pasan de 2.000 metros.

Al Oeste de las Montañas Rocosas, está la Cordillera litoral que baña el Pacífico, y entre ambas, una amplia depresión constituida por valles escalonados.

La Cordillera litoral alcanza alturas de cerca de 3.000 metros y presenta frente al mar Pacífico valles transversales de rápida pendiente que cortan á escarpadas laderas.

La amplia depresión intermedia, forma en el Sur de Co-

lumbia una especie de meseta montuosa de 1.000 metros de altitud media, cortada por valles longitudinales cuyo fondo descende á la de 300 metros; la zona divisoria entre Columbia y el Yukon es, dentro de la depresión, de más movida topografía y está aún poco explorada; y la zona del Norte, conocida por meseta del Yukon, que penetra en Alaska y toca al sistema Mackenzie, es más llana que la de Columbia, se inclina hacia el Norte bajando desde alturas de 1.000 metros hasta la de 300 y está cortada por algún que otro profundo valle.

Toda la región es forestal, excepto algunas fértiles valladas cubiertas hoy de praderías naturales.

b) *Geología*.—El núcleo de las Montañas Rocosas y el sistema de Mackenzie está formado de terrenos paleozoicos; el precambriano aparece sólo en aislados manchones; y los terrenos secundarios en aislados retazos dislocados.

La Cadena del litoral (Coast range) está constituida por rocas graníticas y en algunas partes, las más costeras, aflora el triás, que se extiende hasta Vancouver, y quizá el jurásico.

La depresión intermedia de las mesetas de Columbia y Yukon, está constituida por sedimentos paleozoicos ó de sistemas más inferiores al secundario, rotos, plegados, dislocados y atravesados, según supone Young, por grandes macizos graníticos.

Las rocas piroclásticas abundan en toda la región Sur de la depresión de Columbia, atribuyéndolas edad terciaria.

Al Norte y en el Yukón, más bien parecen pertenecer los sedimentos, al cretáceo ó al jurásico.

Las Montañas Rocosas, sistema de Mackenzie incluso, parece haber sido un profundo geosinclinal, en el cual se han ido acumulando los sedimentos de los mares proterozoico y paleozoico en cantidad tan grande que alcanzan espesores enormes. Sólo el cambriano, tiene 12.000 metros, á juzgar por el corte de Selkirks, y como estos sedimentos son en su mayoría de origen clástico, pizarras, cuarcitas, con zonas intercaladas de pizarras calcíferas y calizas en la base, y cuarcitas, conglomerados y pizarras en la cima, y también hay intercalaciones de rocas piroclásticas, y por otra parte la meseta Laurentina es tabular, ello parece demostrar la existencia de una cordillera Pacífica hoy desaparecida.

El ordoviciense, calcáreo pizarreño, de las Montañas Roco-

sas es en parte fosilífero; el siluriano superior dudoso; el devoniano, bastante constante á todo lo largo de la cadena y calizo pizarreño, es muy potente; y el carbonífero, de no menos espesor á 2.000 metros y también compuesto de semejantes rocas, parece corresponder al piso inferior y se asienta concordantemente sobre aquél, siendo recubierto en puntos por el cretáceo, y en otros por el triás; éste, á veces, como en el lago Kamloops, está representado por 4.000 metros de espesor de rocas piro-clásticas, lo que demuestra á las claras la actividad volcánica ocurrida durante la época secundaria.

Estos horizontes piro-clásticos del triás, abundan no sólo en el centro sino también en la costa de Columbia y en la isla de Vancouver tan mezclados con sedimentos carboníferos que parecen demostrar una continuidad eruptiva desde el carbonífero al triás, y quizá hasta los albores del jurásico, tanto que durante este último periodo, según opina Young basándose en ciertas lagunas estratigráficas, ha debido ocurrir allí la mayor actividad orogénica. Nosotros, siguiendo á otros geólogos, y no considerando una laguna estratigráfica como prueba indubitable de emersión, creemos que los grandes movimientos orogénicos que crearon el primer núcleo de las futuras Montañas Rocosas, debieron ocurrir en las postrimerías del cretáceo inferior, mientras continuaba bañado por aquellos mares el lugar que ocupa la Cordillera litoral, isla de Vancouver incluso, á juzgar por los fuertes espesores de rocas clásticas del cretáceo existentes en aquellos parajes.

Posiblemente, al principio de la edad terciaria, el movimiento iniciado en el cretáceo adquirió mayor intensidad, individualizándose totalmente el gran macizo Roco y la Cordillera litoral con un tipo de emersión que pudiéramos llamar pireneica, pues hay en él pocas cobijaduras y en cambio abundan los lagos oligocenos y miocenos.

Durante este último periodo, siguieron produciéndose fenómenos de dislocación á juzgar por los pliegues de las capas y las intensas manifestaciones eruptivas que se prolongaron hasta el plioceno, y quizá hasta el cuaternario, y por las grandes coladas de rhyolitas y basaltos cuyas chimeneas y grietas de ascensión atraviesan los estratos neógenos.

c) *Recursos mineros*.—Donde hay dislocaciones y asomos

eruptivos, hay siempre riqueza mineral. Así sucede en la región de las Cordilleras occidentales cuyas minas suministran casi todo el oro, las tres cuartas partes del cobre, la cuarta parte de carbón y una gran parte de la plata, de todo el Canadá, y esto á pesar de que sólo una parte insignificante está mineralemente investigada.

A grandes rasgos se puede decir, que la zona de placeres auríferos se extiende de Norte á Sur, desde la frontera de los Estados Unidos hasta Klondike, por la faja longitudinalmente intermedia entre las Montañas Rocosas y la Cordillera litoral; que los yacimientos de plomo argentíferos, hoy reconocidos, se sitúan en una zona que tiene por límite Norte el ferrocarril transcontinental, por Oeste los lagos Arrow y al Este las Montañas Rocosas; que numerosos yacimientos de cobre se presentan en la costa Pacífica, en las islas próximas, en la cuenca del Skeena y en las partes centrales del Yukon meridional; que la costa Pacífica encierra también numerosos yacimientos de hierro; y, por último, que las Montañas Rocosas encierran entre sus estratos ricas capas carboníferas.

El oro fué descubierto, en 1855, en los aluviones de los ríos Fraser, Thomson y Columbia; en 1860, en Williams y Lightning del distrito de Caribóo; en 1874, en el Cassiar; y, en 1897, en el lago Dease, en el Omineca, en el Atlin y en el río Ingénica, afluente del Finlay, estimándose la producción total de los placeres auríferos de la Colombia británica desde el 1858 al 1907 en próximamente 350 millones de francos.

En cuanto al Yukon, las primeras exploraciones mineras del 1870, hicieron presumir su posterior riqueza aurífera, confirmada en 1896 con el descubrimiento de los placeres del río Klondika, cuyo extraordinario valor produjo hacia aquellos lejanos territorios un verdadero éxodo de mineros de todas partes del mundo; durante el 1900, año de máxima producción, se produjeron 110 millones de francos, habiendo sido estimada la riqueza total del distrito de Klondika, hasta la fecha, en cerca de 1.250 millones, valuándose en unos 200 millones de francos el oro contenido en placeres aún vírgenes de explotación.

Al parecer, á aquella elevada pene-planura, no llegó la erosión glacial pleistocena, permitiendo así efectuarse la prepara-

ción mecánica que las aguas del Yukon fueron haciendo mientras iban rebajando su nivel, hoy tan profundo con relación á la alta meseta.

Se atribuye el enorme espesor de placeres auríferos, que en algunos puntos llega á 45 metros, á desviaciones producidas en aquellos ríos, por elevaciones lentas del suelo, algunas mayores de 200 metros, y por influencias tectónicas pasivas; las rocas duras sirvieron de represas, tras de las que se amontonaron cantos rodados de cuarzo envueltos entre arenas auríferas finas y hojuelas de sericita, achacándose la parte de oro contenida en estos aluviones á la destrucción de los numerosos diques de cuarzo ligeramente aurífero del distrito, concentrándose el oro irregularmente en la zona más baja del espesor aluvial.

Modernamente, desde hace unos diez años, se explotan yacimientos auríferos filonianos, especialmente en Rossland y en el distrito de Boundary y cerca de Nelson, que acompañan á las piritas de hierro y cobre, y aun á la blenda á la galena y al mispickel en Nickel Plate y Sunnyside, sin citar otros yacimientos de menor importancia, algunos, los del distrito de Poplar Creek, donde los filones auríferos, armando en cuarzo, atraviesan una diabasa pizarrea impregnada de pirita.

El platino, acompaña al oro en bastantes placeres del Yukon y de la Colombia británica.

El cinabrio, se encuentra impregnando areniscas terciarias y en algunos filones cuarzosos.

El cobre, se presenta principalmente en yacimientos de contacto entre los macizos eruptivos y los terrenos paleozoicos, habiéndose descubierto los primeros criaderos bien caracterizados en 1891, en el distrito de Boundary, en la proximidad de batholitos de diorita-cuarcifera, sobre todo cuando cortan capas calizas y tobas muy cargadas de granates, hornoblenda, calcita y cuarzo. Los minerales son, magnetita, chalcopirita, pyrrhotina, acompañados de pirita y de hematites, siendo la riqueza media del mineral de 1,17 por 100 en el millón de toneladas que próximamente lleva explotadas la Compañía de Granby.

Otros yacimientos, como los de Rossland y los próximos á Princeton, de moderna explotación, se presentan en una masa de monzonita (variedad de sienita pasando á diorita) y

de pórfido augítico, que atraviesa sedimentos carboníferos.

En la isla de Vancouver también abunda el cobre, en unos lentejones, dentro de las pizarras y dioritas de estructura gneisica, y en el contacto de diques y masas graníticas, con terrenos calcáreos.

La mayor parte de estos yacimientos, son algo auríferos ó algo argentíferos.

Por último, los yacimientos de plomo de la región de las Cordilleras, casi todos argentíferos, se encuentran en filones, y el tipo de ellos, el de San Eugenio, laborado desde 1895 y situado cerca de Moyie, aflora cortando cuarcitas cambrianas y precambrianas, en forma de dos filones paralelos, separados unos 90 metros, cruzados por filones transversales, rindiendo sus minerales un 18 por 100 y seis onzas de plata por tonelada, y teniendo por ganga, cuarcitas y cuarzo.

Los de cerca de Kimberley, arman en areniscas feldespáticas; los de lagos Kootenay y Arrow, y los de cerca de Sandon, cortan pizarras, tienen por ganga cuarzo, siderosa, calcita y barita, por mineral galena y blenda, y una potencia entre uno y 12 metros.

También los hay en el Yukon (lago Tagish) y en otros varios puntos de las Cordilleras Occidentales.

En cuanto al carbón explotado en éstas, es en su mayoría lignito de buena calidad, laborándose principalmente en la cuenca de Princeton y en la isla de Vancouver.

Las cifras de producción de todos estos minerales las consignamos en el cuadro estadístico que acompañamos al final.

VI) Región de los Appalaches.

a) *Topografía.*—Comprendemos, siguiendo á Young, dentro de esta designación, el territorio que se encuentra al Este de la línea Champlain-Vermont, y dirigiéndose al Nordeste hasta Québec, baja después al valle de San Lorenzo y se extiende por las provincias marítimas de Nueva Brunswick, isla del Príncipe Eduardo, y Nueva Escocia. Es la región extrema Nordeste del macizo Appalachiano, cuya cordillera, naciendo cerca del golfo de Méjico, termina en esta parte del "Dominion".

En ella no es el terreno tan agreste ni tan elevado como en la región norteamericana, donde hay cúspides de 2.000 metros, cuando en el Canadá apenas llegan á 1.500, acusando la máxima de 1.000 las tres sierras paralelas de la zona Occidental que tienen una media de 600 metros.

La península de Gaspé, forma una meseta cuya altura varía entre 300 y 600 metros, habiendo en ella cúspides de 1.000 metros.

Toda la región Levante de Québec, está atravesada por numerosos tributarios del San Lorenzo de dirección Noroeste, cortando por tanto las estribaciones Appalachianas normalmente.

En la provincia de Nueva Brunswick se presenta el sistema Appalachiano en la zona de Nordeste, formando un distrito montañoso de muy movida topografía, cuya altitud media es de 300 metros, habiendo cúspides de 350. La región costera de la bahía Fundy es también montuosa, existiendo una meseta de 400 metros de altura media. Entre ambos distritos montañosos, el terreno es llano y mucho más bajo.

La isla del Príncipe Eduardo es también de baja altitud. Por último, las sierras de Nueva Escocia presentan una divisoria central de tan sólo unos 350 metros de altitud máxima.

Toda esta región Appalachiana, á pesar de su carácter montañoso, encierra algunos distritos fértiles bien cultivados.

b) *Geología.*—Las rocas cristalinas del período precambriano asoman en el eje del plegamiento en los Cantones del Este, en la península del Gaspé, en la región baja de Nueva Brunswick, y en el centro de la isla del Cabo Bretón.

Los estratos cambrianos y ordovicienses, forman la mayor parte del Sudeste de Québec, continuando hasta la península de Gaspé, donde son recubiertos por los terrenos siluriano superior y devoniano.

El siluriano, se extiende bastante por el Noroeste de Nueva Brunswick, en cuya parte Sur asoman las cuatro formaciones citadas. El devoniano, ocupa la parte central de Nueva Escocia superponiéndose á formaciones más antiguas.

Por último, los estratos carboníferos y permianos están confinados, casi totalmente, en las penínsulas, cubren toda la isla del Príncipe Eduardo, bordean el golfo de San Lorenzo y

atraviesan de Este á Oeste casi toda la provincia de Nueva Brunswick; asoma en la bahía Fundy una mancha triásica y otra en Nueva Escocia, no estando representado en esta región canadiense el resto de los terrenos secundarios, ni los de la edad terciaria.

Los sedimentos que caracterizan al precambriano de la región Appalachiana, son generalmente piro-clásticos de rocas básicas, con estructura más ó menos pizarreña, algunas veces gneisica, constituyendo restos de un antiguo continente, hoy arrasado. La formación cambriana no fosilífera, parece allí representada por cuarcitas en la base y pizarras negras encima, y está atravesada de numerosas intrusiones graníticas constituyendo en Nueva Escocia lo que llaman "serie aurífera".

El cambriano fosilífero, bien desarrollado en el cabo Bretón y en la villa de San Juan, está constituido por pizarras, filadios y areniscas; aflora también desde la península Gaspé hasta la frontera de Vermont, con un espesor de más de 1.500 metros y con una rica fauna que presenta grandes conexiones con el cambriano europeo en las provincias marítimas, y es algo diferente en el Este de Québec, en Nueva Brunswick y en Nueva Escocia, demostrando la existencia de un golfo marino, que avanzando hasta los Estados Unidos del Sur sería en cierto modo independiente de la región Atlántica.

Los sedimentos del ordoviciense, también atravesados por grandes venidas intrusivas y efusivas, son pizarras y areniscas, alguna vez muy metamorfoseadas. Esto, lo intensamente plegado, y su discordancia con el siluriano superior, demuestra que al fin de la época ordoviciense sufrieron los Appalaches grandes movimientos orogénicos.

El siluriano superior, es regresivo, y sus sedimentos, pizarras calcíferas, arenicas y calizas, están interrumpidos por numerosas fallas y acompañados de rocas piroclásticas.

El devoniano inferior, es calcífero y de facies marina ó arenisco pizarreño de origen lacustre ó salobre. En sus pos-trimerías debieron ocurrir poderosos movimientos de emersión seguidos de intrusiones graníticas cristalizadas á gran profundidad, y, desde entonces, debió quedar emergida casi toda la provincia de Québec, mientras los mares carboníferos cubrían todavía las Provincias marítimas.

La cuenca carbonífera de Nueva Brunswick, se extiende en forma de triángulo sobre una superficie de 25.000 kilómetros cuadrados. Bordea la costa del Este, y estrechándose entre los dos macizos montuosos de la provincia, se prolonga por Nueva Escocia, ocupando la región Norte de la bahía de las Minas hasta el cabo Bretón. Su estratificación es horizontal ó ligeramente ondulada, y sólo los bordes de la cuenca general están fuertemente inclinados y dislocados presentando algunas discordancias con los sedimentos permianos.

El carbonífero, está constituido por conglomerados, areniscas bastas y pizarras, con un horizonte bastante constante de calizas, algunas veces muy selenitosas.

El permiano, es pizarreño y presenta grandes espesores de arcilla calcífera.

Por último, el trias, regresivo en aquella región, está compuesto de areniscas y pizarras rojas que indican su origen salobre ó lacustre, estando recubierto en Nueva Escocia, á lo largo de la bahía de Fundy, por diabasas, y con él termina la historia marina de la región Appalachiana canadiense, aún incompletamente estudiada.

c) *Recursos mineros.*—A pesar de estar el oro reconocido en muchos distritos de la provincia de Québec, y presentarse, si bien diseminado, tan profundamente en determinado horizonte geológico de Nueva Escocia que ha podido llamarse apropiadamente "serie aurífera"; á pesar de abundar también las manifestaciones de cobre y hierro cromado, el hecho es que no se explotan en gran escala estos minerales.

La minería de la región Appalachiana canadiense, es la del amianto en Québec, de fama universal pues ella sola sostiene más de las tres cuartas partes de la producción mundial, y la hullera de Nueva Escocia, que proporciona los dos tercios de la extracción carbonera canadiense.

El oro, se presenta en esta región del Canadá, en aluviones en el Noroeste de Nueva Brunswick y en el río Caldera al Sudeste de Québec; en filones cuarzosos, en estas mismas zonas, en la del cabo Bretón y en los pórfidos cuarcíferos del lago Megantic; en pintas, entre los conglomerados del hullero superior de Nueva Escocia; y en filones capas, en las zonas de

despego de las series auríferas de esta última provincia, descubierta, en 1860.

Estas tienen un carácter bastante similar al de Bendigo (Australia), estando rellenos los codos de los pequeños anticlinales de la estratificación, de cuarzo fajeado y un poco de calcita, pirita de hierro, mispickel y oro en filamentos, ojuelas y pepitas, poco discernibles á simple vista. Los hay también armando en verdaderos filones cruceros. La riqueza en oro es de onza y media (42,50 gramos) por tonelada para el mineral escogido, y en los últimos años la tonelada del mineral extraído valía próximamente 20 francos, pues con preferencia se explotaban, por más abundantes, los minerales pobres. Las rocas en que arman estos yacimientos en "silla de caballo", son cuarcitas, con intercalaciones pizarreñas en la base y pizarras negras en la parte alta, atravesadas unas y otras por numerosos diques de granito, que también asoma en forma de cúpulas.

Los yacimientos de cobre descubiertos en la zona Oriental de Québec, arman en los pórfidos y andesitas pizarreñas atribuidas al precambriano, presentándose en lentejones paralelos á los planos de esfoliación. La mena es calcopirita, burnonita y chalcosina, y, en general, son criaderos pobres.

También tienen, hasta ahora, poca importancia los cobres del Sudeste de Québec que arman en rocas ordovicienses, y los del precambriano de Nueva Escocia.

El plomo, estaño, manganeso, tungsteno y antimonio, aunque también se han reconocido en la zona Appalachiana canadiense, no presentan, hasta hoy al menos, importancia industrial.

El hierro, abunda en capas, en general estrechas, subordinadas al devoniano, y como escasean las grandes masas, tampoco su explotación se ha desarrollado en gran escala.

El mineral de cromo, hierro cromado, se presenta abundantemente en la zona próxima á Blacke Lake (cantón de Coleraine) en forma de masas diseminadas en una roca serpentínica. La mayor explotada, presentó un afloramiento de 240 metros de largo por siete de ancho medio, reconociéndose hasta la profundidad de unos 100 metros. Su mena, rendía en promedio el 50 por 100 de ácido crómico.

Tuvieron estas minas su apogeo en 1906, en que alcanzaron una producción de 9.000 toneladas; después, la baja del

precio, y la falta de demandas, han obligado el cierre de aquella naciente industria.

El amianto tiene, en cambio, en la región Este de Québec una importancia mundial. Desde el 1878 que se inició su explotación con 50 toneladas, fué aquella en constante aumento, hasta alcanzar en 1912 la de 100.000 toneladas en cifras redondas, con un valor próximamente de 14 millones de pesetas.

Las minas están situadas cerca de los poblados y villas de Black Lake, Thetford, East Broughton y Danville.

Arma el asbesto en serpentina, producto de la alteración de una roca peridótica que aflora en grandes masas rasgando los sedimentos ordovicienses y las pizarras cambrianas ó precambrianas y, algunas veces, interstratificándose con ellos.

A la peridotita acompañan frecuentemente diabasas, piroxenitas, granitos anfibólicos y aplitas.

El amianto, es de la variedad chrysotilo, de color verde, y se presenta cristalizado en fibras finísimas normales á las fisuras de contracción, formando á modo de placas prensadas fácilmente separables de la caja serpentínica. Estas fisuras, son muy numerosas y se cortan unas veces normalmente, otras oblicuamente, aumentando en los cruces la cantidad de amianto. Generalmente tienen tan sólo de uno á dos centímetros, y por excepción llegan á un decímetro de ancho. La faja serpentínica acompaña, por uno y otro lado, á la veta de amianto, sirviéndola de muro y de techo, y á los pocos decímetros, en transición suave, pasa á la serpentina ó peridotita.

La relación entre la anchura total de las dos bandas, la de la faja serpentínica y la de la largura de la fibra de amianto, potencia de la veta, es muy generalmente de 1/5,6.

Parece, pues, que á uno y otro lado de las fisuras de contracción, degeneró la peridotita en serpentina, y, después, cristalizó esta, fibrosa y *normalmente* dando lugar al amianto, y fibrosa y *longitudinalmente* dando lugar á la prysolita.

La hulla explotada en la región Appalachiana canadiense, va adquiriendo cada vez mayor importancia, de tal modo, que desde 1880 en que se llegó al millón de toneladas, ha ido aumentando gradualmente hasta ocho millones explotados en 1912 en la cuenca hullera de Nueva Escocia con un valor de 17 y medio millones de pesetas.

La explotación de Nueva Brunswick, apenas alcanza la cifra de 100.000 toneladas.

Los carbones son bituminosos, de buena calidad, hullas de coque y de gas. En cinco cuencas mineras se divide aquella formación carbonífera: la de Sydney, la de Inverness, la de Pictou y la de Cumberland, en Nueva Escocia; y la de Grand Lake, en Nueva Brunswick; siendo la más importante la de Sydney, que produce el 72 por 100 del arranque total. Esta cuenca, se extiende 50 kilómetros á lo largo del mar hasta la extremidad Nordeste de la isla de Cabo Bretón, estimándose su superficie visible en 150 kilómetros cuadrados, y sus capas, de poca inclinación y sin falla alguna, se superponen al grupo arenisco pizarroso del millstone-grit, que á su vez está recubriendo las areniscas, pizarras y calizas del tramo inferior. El espesor de los dos tramos es de unos 4.000 metros y toda la formación se interna en el mar.

El hullero productivo, se presenta con un espesor de 500 metros, y sus rocas, areniscas y pizarras, encierran 24 capas de hulla, de las que seis pasan de un metro de espesor, sumando en junto unos 15 metros de potencia. Allí, como en nuestra Asturias, es notable la continuidad de los lechos hulleros.

La cuenca del Condado de Inverness, que se asienta al lado Este de la isla del Cabo Bretón, contiene capas cuyo espesor oscila entre 60 centímetros á tres metros. En la del Pictou se explotan cuatro capas: la primera, de 11 metros de espesor; la segunda, de unos ocho; la tercera, de unos tres, y la cuarta, de unos cinco. Están cortadas por una falla cuyo salto se gradúa en 600 metros, pareciendo esta cuenca borde de la del distrito central. Las otras cuencas tienen por el pronto menos importancia. Por último, para terminar con la riqueza minera de esta región canadiense, mencionaremos las pizarras bituminosas del carbonífero inferior de Albert, en Nueva Brunswick, de 300 metros de espesor, entre las que se intercalan bandas de un negro gris pardo, cuyo espesor es de uno y medio metros aproximadamente, habiendo dado las más ricas 25 litros de aceite bruto, y unos 50 kilos de sulfato amónico, por tonelada. Los aceites gordos, son tratados posteriormente para obtener lubricantes, aceites de alumbrado, parafinas, y como sub-productos, naftas, benzoles, anilina, etc.

CAPITULO CUARTO

Estadística minera del Canadá.

En las rápidas notas que anteceden se habrá apreciado la importancia del Canadá como país minero; para concretarlas aún más, diremos que la producción del Canadá durante el año 1912 alcanzó la cifra de 675 millones de francos, pero hay que tener en cuenta, si se compara esta cifra con la producción minero-metalúrgica de otras naciones, que dentro de los 675 van incluidos cerca de 150 millones de francos en que se valúa la producción de piedras de cantería, cales, cementos y yesos, que en otros países, como en España, no se tienen en cuenta.

Queda, pues, para la producción minero-metalúrgica canadiense, un valor, en cifras redondas, de 500 millones de francos al año, es decir, casi igual al de nuestra producción; pero si se anota que el valor asignado en el cuadro adjunto á la unidad de peso, es el valor en el mercado á la cotización media del año, y en nuestras estadísticas figura el valor á bocamina y á pie de fábrica, tipos estos generalmente ilusorios por lo bajos, se vería alguna diferencia en nuestro favor.

En todo caso resulta, que los tres capítulos que en el Canadá rebasan la cifra de 50 millones de francos al año son, aparte del carbón, que figura con 15 millones de toneladas á 12 francos una, y la plata, con 32 millones de onzas y 100 millones de francos de valor, el níquel, con 45 millones de libras y 90 millones de francos de valor; el cobre, con 80 millones de libras y 64 millones de francos; el oro, con 612.000 onzas y 63 millones de francos de valor, y por otra parte el asbesto, con 112.000 toneladas y 15 millones de francos de valor.

Por último, no conviene olvidar, tratándose de los recursos mineros canadienses y dada su equivalencia, que esta región

cuenta, como ya dijimos, con una reserva de "hulla blanca, equiva'ente á una fuerza de 25 millones de caballos de vapor, ó lo que es igual, al valor de una explotación anual de 365 millones de toneladas de carbón, distribuída en multitud de saltos subordinados principalmente á la guirnalda lacustre que, desde el gran lago del Oso hasta el Ontario, atraviesa y en parte circunda al "Dominion,,.

PRODUCCIÓN MINERA DEL CANADÁ EN 1912.

METALES	CANTIDAD	VALOR DOLLARS
Oxidos de Cobalto y Niquel...	Libras. 349.054	156.256
Oxidos Cobalto y Niquel, mezclas	» 1.285.280	163.988
Cobre (á 16,31 centavos libra)	» 77.832.127	12.718.548
Oro	Onzas. 611.885	12.648.794
Mineral de hierro exportado	Tons. 118.129	328.950
Lingote de hierro exportado	» 36.355	450.886
Plomo á 4 467 centavos libra)	Libras. 35.763.476	1.597.554
Niquel (á 30 centavos libra)	» 44.841.542	13.452.463
Plata (á 60 835 centavos onza)	Onzas 31.955.560	19.440.165
Mineral de cinc	Tons. 6.415	215.149
	TOTAL DOLLARS..	61.172.753
MINERALES NO METÁLICOS		
Asbestos	Tons. 111.561	3.117.572
Asbestic	» 24.740	19.707
»	» 14.512.829	36.019.044
Carbón	Pies ³ 15.286.803	2.362.700
Gas natural	Barriles. 243.816	345.050
Petróleo (á 1.418 barril)		3.216.601
Otras substancias no metálicas.		45.080.674
	TOTAL DOLLARS..	28.794.869
RESUMEN		
		DOLLARS.
Minerales metálicos y sus productos		61.172.753
Minerales no metálicos, los de construcción exentos		45.080.674
Materiales de construcción y accesorios		28.794.869
TOTAL GENERAL		135.048.296

RESUMEN DE PRODUCCIÓN MINERA POR PROVINCIAS EN 1912.

PROVINCIAS	Substancias metálicas y metales. Dollars.	Substancias no metálicas, materiales de construcción excluso. Dollars.	Materiales de construcción en general y accesorios. Dollars.	TOTAL. Dollars.
Nueva Escocia	259.515	17.867.212	795.509	18.922.236
Nueva Brunswick	127.716	364.059	279.222	771.004
Québec	559.606	3.598.070	7.499.322	11.656.998
Ontario	37.452.387	3.921.243	10.612.246	51.985.876
Manitoba		491.250	1.981.824	2.463.074
Saskatchewan		368.135	707.507	1.165.642
Alberta	1.059	8.403.431	3.663.649	12.073.589
Colombia británica.	16.883.796	10.032.316	8.160.583	30.076.635
Yukon	5.888.284	44.958		5.933.242
TOTAL DOLLARS.	61.172.783	45.080.074	28.794.869	135.048.296

Como nota ampliatoria, consignaremos algunas oscilaciones del mercado de Nueva York durante los últimos años.

METALES	VALOR MEDIO EN FRANCOS		
	1907	1910	1912
Cobre..... 1 pound.	1,00	0,63	0,80
Plomo 1 »	0,25	0,22	0,23
Niquel 1 »	2,25	2,00	2,00
Plata ... 1 onza...	3,25	2,80	3,00
Cinc 1 pound.	0,30	0,27	0,35
Estaño 1 »	1,90	1,70	2,70

NOTAS ACERCA DE ALGUNOS TEMAS DISCUTIDOS

CAPITULO QUINTO

Diferenciación de los magmas igneos.

Los lacolitos y los mantos eruptivos aclaran el proceso petrogenésico.

Acerca de tan interesante tema, han presentado curiosas monografías el Sr. Reginal A. Daly, Sr. Alfred Harker, Sr. Henry S. Washington, D. J. J. Sederholm y algunos otros.

Entre ellas, debemos hacer especial mención de la de Mr. Reginald A. Daly, profesor de Geología de la Universidad Harvard (Estados Unidos), que titula "Sills and Laccoliths Illustrating Petrogenesis".

Mr. A. Daly, después de algunas consideraciones sobre la influencia de la gravedad en la diferenciación de los magmas, resume en un notable cuadro la concordancia de diversas inyecciones de rocas endógenas.

Cita 47 casos distintos, unos verdaderos mantos y otros lacolitos característicos.

Define, en cada uno de ellos, la extensión, el espesor y las rocas entre las que yacen. En otra columna, anota el carácter de la diferenciación, si es por gravitación, ó pneumatolítica. En la última columna, estampa las especies de rocas diferenciadas y el orden de la diferenciación.

Pues bien, de los 42 casos, según A. Daly, el proceso ó carácter de la diferenciación ha sido por gravedad en 27 casos, dudosa ó pneumatolítica en el resto.

El orden y la especie de rocas diferenciadas ha sido, en

tesis general, primero, diabasa ó gabro, peridotita, norita ó gabro con olivino, después, tipos intermedios, anormales y por último, diorita, ó micropegmatita, ó granito, ó aplita, y llega á una conclusión tan importantísima que no podemos menos de traducir casi al pie de la letra.

Opina, Mr. A. Daly, que debajo de las rocas visibles de la corteza terrestre, existe una capa ó substratum basáltico. Este substratum ha tenido durante las primeras edades precambrianas, movimientos que han producido erupciones enormes, siendo la única roca endógena de aquellos tiempos.

En las altas mesetas continentales de aquel entonces, este substratum estaba recubierto por un manto de composición granítica, cuyo debió haber sido formado, cuando la primera solidificación de la corteza terrestre, por verdadera escoriación del baño magmático basáltico.

Este manto ha debido ser modificado en las edades precambrianas tomando carácter estratificado, es decir, pasando el granito á gneis.

Toda la acción ígnea de las edades precambrianas, ha debido ser ocasionada por la ascensión de esta capa de basalto primaria que rasgó el manto granítico que la envolvía, de tal modo, cree A. Daly, que los asomos de carácter diabásico pueden llamarse cuñas abysales magmáticas, cuya cabeza arraiga en las regiones profundas.

Naturalmente, el proceso de estas erupciones ha sido debido al enfriamiento secular de nuestro globo.

A. Daly, termina su interesante monografía diciendo, que todos los hechos observados en los lacolitos y mantos eruptivos sometidos á su estudio, corroboran la certeza de una teoría ecléctica que resumida se fundaría en las siguientes bases:

- a) Pruebas evidentes de gran recalentamiento en el magma basáltico.
- b) Gran predominio del magma basáltico en la zona eruptiva de la corteza terrestre, tanto en espacio como en tiempo.
- c) Asimilación ó digestión por el magma basáltico, de otras rocas, en proporción á su volumen.
- d) Detención ó pausa magmática.
- e) Diferenciación del magma basáltico por gravedad.
- f) Diferenciación, por gravedad, de los compuestos del

magma basáltico con las rocas de la región, en orden á su acidez desde 0 á 100 por 100.

g) Variaciones de la composición química de las rocas diferenciadas, en relación con la naturaleza química de las rocas absorbidas.

h) Diferenciación pneumatolítica.

Entre los puntos especiales acerca del problema batholítico, dice Mr. A. Daly, que los mantos eruptivos y lacolitos demuestran:

a) El antagonismo entre el basalto y el granito, principio que parece comprobarse por la primitiva separación de la corteza ácida exterior, ó superficial granítica, y el manto basáltico suprayacente.

b) El gran número de rocas ígneas singenéticas con la roca diabásica ó gabroide.

c) La importancia de la diferenciación magmática en relación grosera con el volumen del magma.

d) El origen, por imperfecta diferenciación, de varios tipos intermedios.

e) La extraordinaria viscosidad de muchos magmas alcalinos intrusivos.

f) El origen de fases básicas de contacto.

g) El origen de la anhortosita (gabro de mucho feldespatos y poca augita) por diferenciación directa de un magma basáltico bajo condiciones plutónicas. La división se efectuó en compartimentos subterráneos de carácter lacolítico, no en regiones batholíticas.

h) Transiciones entre las rocas de composición basáltica y otras especies alcalinas.

i) Inyecciones satélites, que implican el origen magmático de muchas rocas volcánicas é hipoabysales procedentes de regiones batolíticas (cuñas basálticas).

j y último) Emigración horizontal de los magmas, que demuestra la falacia de suponer que el carácter de la roca visible de un país es siempre un testigo de la teoría de la asimilación.

CAPITULO SEXTO

1)—Influencia de la profundidad en el carácter de los depósitos metalíferos.

Acerca de tan importante tema, presentaron al Congreso interesantes monografías los Sres. J. F. Kemp, de Nueva York; Paul Krusch, de Berlín; W. H. Emmons, de Minneapolis (U. I. A.); L. Fermor, de Calcuta (India); Paul F. Fanning, de Manila (I. F.), y Malmon Maclaren, de Londres.

El Sr. J. F. Kemp, profesor de Geología en la Universidad de Columbia (U. S. A.), en su escrito titulado *The influence of depth on the character of metalliferous deposits*, después de consignar que la maquinaria moderna hace viables explotaciones mineras cada vez más profundas, citando como ejemplos las minas de cobre de Keweenaw, Point, Lago Superior, donde hay algunas que exceden de 1.500 metros y muchas que oscilan entre 1.000 y 1.200, plantea el problema bajo tres aspectos distintos.

En el primero, se refiere á la máxima profundidad á que puede llegar el hombre con sus labores mineras: y teniendo en cuenta que el sistema de tracción por cables ofrece un límite, aquél en que el peso del cable desarrollado exceda de su resistencia á la tracción; que, á medida que se descende, las rocas aprietan más y más; que el agua, aunque parece que á profundidades de 300 á 600 metros tiende á desaparecer en las minas, á veces, como sucede en regiones de reciente volcanismo tal como la del Comstock lode (U. S. A.), y pudiéramos citar la Sierra Almagrera en nuestra España, se presenta con tan alta termalidad que imposibilita el laboreo; y, por último, que el aumento constante de temperatura á medida que se ahonda, ofrecería una nueva y seria dificultad, conviene, con el doctor

Alfred C. Lane (1), que sólo podrían laborarse las minas hasta una profundidad de 3.000 metros.

En el segundo, se refiere á los efectos de la profundidad sobre las condiciones geológicas necesarias á la precipitación de las sustancias minerales, y, á este fin, examina como se han ido presentando las menas en los más profundos criaderos conocidos, y, anotando que las mayores profundidades han sido alcanzadas por los pozos abiertos para explotar oro y cobre, concluye con la afirmación de que, al lado de estos minerales nativos, pueden concurrir los sulfuros desde profundidades de 750 á 1.000 metros debajo de la superficie.

En el tercer aspecto de la cuestión, trata de si decrece, con la profundidad, la riqueza del mineral. Respecto á esto, dice que no cabe ninguna duda que, en la mayoría de los casos, una vez pasada una sección moderada de yacimiento, el valor de los minerales decrece á medida que se profundiza. No es esta regla universal, pero sí general. Agrega que la cuestión ha sido discutida ampliamente en varios libros, dos de ellos muy recientes, suscritos por ingenieros de gran experiencia (2), consignando que Mr. Garrison menciona los siguientes pozos: Victoria Reef Quartz Mine Bendigo, de 1.303 metros; San Juan del Rey Gold Mining. Co., Morro Velho, Brasil, de próximamente 1.500 en la vertical y 2.100 en el sentido de la inclinación; Tennants, Mysore, India, 837, y algunos otros menos hondos, deduciendo, Garrison, que en todos ellos la riqueza subsistía en profundidad.

En cambio, Mr. Rickard, opina, que la mayor riqueza está entre los 300 y 600 metros, citando en su apoyo el pozo de Prziham, Bohemia, abandonado á los 1.080 metros por empobrecimiento de la mena; los dos del Comstock lode, de 978 y 995, parados por empobrecimiento y por abundancia de agua termal; algunos de Calumet, Michigan, de 1.575 y 1.376, contuvieron menos cobre en profundidad que en las zonas superficiales; los de Victoria Reef Quartz Mine, en Bendigo (Victoria), de 1.384, y New Chum Railway mine, de 1.246, fueron también abandonados por empobrecimiento de la mena.

(1) *The mineral Industry*. Vol. IV. Nueva York, 1895.

(2) F. Lynwood Garrison, *Decrease of value in ore-shoots with depth*. *Trans Can. Min. Institute*. Vol. XV. 1912, pp 192-209. T. A. Rickard-*Persistence of ore in depth*. *Min And Sci. Press* 1912, pp 232, 233, 264-267.

Mr. Kemp, por su parte, contradice este último dato, y agrega que en el pozo de St. Jhon del Rey, C.º Morro Velho, Brasil, ya citado, parece que aún subsiste una riqueza en oro de 55 onzas por tonelada de mineral; que en los de Kolar (India), de 626, 750, 930 y 1.170, la experiencia demuestra que la riqueza en oro se concentra en columnas; que en el pozo "Champion", ésta se distribuye por niveles; terminando su interesante Monografía opinando, con Messrs, Allen, Crenshaw and Johnston, que la piritita puede precipitarse á la profundidad alcanzada por los más profundos pozos actuales, procediendo las pirititas estables (las cúbicas) casi siempre de disoluciones sulfuro-alcalinas, mientras que los inestables, del tipo marcassita, se derivan tan sólo de disoluciones ácidas, sentando en definitiva, las dos conclusiones siguientes.

1.ª A pesar de que no hay nada que impida la precipitación de los minerales á la profundidad actualmente alcanzada por las minas, parece que las condiciones más favorables para este proceso, se encuentran entre la superficie y un nivel de 600 á 1.200 metros por debajo.

2.ª El enriquecimiento secundario, aumenta el rendimiento en la zona de los criaderos comprendidos entre 0 y 300 metros de profundidad, extendiéndose la zona vertical influenciada, muy poco por bajo del nivel acuífero.

II) La composición mineralógica de los minerales primarios, influye en la distribución vertical de las zonas de enriquecimiento secundario.

Mr. William Harvey Emmons, profesor de Geología en la Universidad de Minnesota, U. S. A., presentó al Congreso, con referencia al tema que nos ocupa, una bien escrita monografía que tituló, *The mineral composition of primary ore as a factor determining the vertical range of metals deposited by secondary processes*.

En la introducción recuerda que la teoría de enriquecimientos secundarios, anunciada independientemente en 1900

por S. F. Emmons (1), W. H. Weed (2) y C. R. Van Hise (3),—cuyo proceso envuelve: primero, disolución de metales ricos en la zona ácida oxidante próxima al afloramiento; segundo, transporte de los metales disueltos, por las aguas meteóricas descendientes; y, tercero, precipitación de los metales ricos, en profundidad dentro de una región reductora, y quizá alcalina—ha tenido confirmación práctica en muchos criaderos. Añade que este proceso es de carácter general, aunque está supeditado á variaciones locales dependientes del clima, de la altitud, del relieve y de las condiciones de composición y permeabilidad de las rocas de la caja; que es posible imitarlo en el laboratorio, si se procura adaptar los experimentos á las condiciones del proceso natural. Afirma, por último, que á juzgar por cerca de 50 análisis efectuados de las aguas procedentes de minas de oro, plata y cobre, el tipo de la composición de éstos es constante, á saber: cerca de la superficie son ácidas y cargados de sulfato férrico; á más gran profundidad son ácidas y con sulfato ferroso; y más profundamente adquieren, aun conteniendo este último sulfato, un tipo alcalino.

Entra, luego, en los datos experimentales, atribuyendo las primeras experiencias efectuadas á Vogt (4) quien, tratando chalcosina, bornita, pirrotina, chalcopirita y pirita, separadamente, con una disolución concentrada de cloruro férrico, pudo obtener disoluciones de estos minerales, cuyos, presentaban distinta facilidad al ataque, de mayor á menor, según el orden de que están citados.

Refiere, también, las experiencias del Dr. P. C. Wells sobre los minerales del Ducktown, en Tennessee, para demostrar el orden en que una disolución ácida de sulfato es reducida por algunos minerales allí hallados, midiendo para ello el hidrógeno sulfurado formado en cada caso. Así dedujo, que el mayor desprendimiento corresponde á la pyrrhotina, siguiendo á ésta la spharelita (blenda), la galena, la chalcopirita y la pirita,

(1) *The secondary enrichment of ore deposits. Trans. Am. Ins. Minn. Eng.* Vol. XXX. 1901.

(2) *The enrichment of gold and silver veins. Trans. Am. Ins. Min. Eng.* Vol. XXX. 1901.

(3) *Some principles controlling the deposition of ores. Trans. Am. Ins. M. Vol. Eng.* 1901.

(4) *Problems in the geology of ore deposits: in Franz Posepny The genesis of ore deposits.* 1902, págs. 676, 677.

aunque estas dos últimas las juzga Emmons (W. H.) inatacables (1).

Por último, cita las experiencias de H. C. Cooke (2), Palmer and Basting (3), A. D. Brokaw (4) y F. F. Gront (5), y entra después en el detalle relativo á los metales oro, plata y cobre.

Oro.—El proceso de concentración del oro, plata y cobre es, dice, el más claro; son disueltos en una zona oxidante de sulfato ó cloruro, y pronto son reducidos por la calcita, por la siderosa, por la pyrrhotina ó por algunos otros sulfuros.

El oro, es probablemente disuelto tan sólo en la zona oxidante, en presencia de un cloruro (6), siendo indudablemente el agente de oxidación más importante el óxido de manganeso (7), y es precipitado en las zonas profundas, donde los óxidos son reducidos ó donde los ácidos forman sales neutras, por el sulfato ferroso ó por otros minerales de la ganga (8), pues, además de la calcita, la siderosa y otros carbonatos, los feldespatos y las micas, aunque parezcan más estables, proporcionan una reacción suficientemente alcalina para, si dura mucho la digestión, neutralizar las disoluciones auríferas y precipitar este metal. Resulta, en todo caso, que la zona de enriquecimiento secundario del oro, estará más alta cuando en las gangas haya calcita ó siderosa que cuando contengan solamente pirita, cuarzo, feldespato, mica ú otros minerales de más difícil ataque.

Plata.—En semejanza con el cobre, la plata, dice W. H. Emmons, es fácilmente soluble en disoluciones diluídas en ácido sulfúrico y el sulfato de plata es disuelto por el ácido sulfuroso en presencia de una pequeña cantidad de sulfato férrico,

(1) Emmons, W. H. *The enrichment of sulphide ores.* Bull. U. S. Geol. Survey. No. 529, 1913.

(2) *The secondary enrichment of silver ores Jour. Geol.* Vol. XXI.

(3) *Metallic minerals as precipitants of gold and silver. Eco Geol.* Vol. VIII.

(4) *The secondary precipitation of golds in ore bodies. Jour. Geol.* Vol. XXI.

(5) En prensa.

(6) Emmons W. H. *The agency of manganese in the superficial alteration and secondary enrichment of gold deposits in the United States Bull. Am. Ins. Min. Eng.* 1910.

(7) Brokaw, A. D. *The solution of gold in the superficial alteration of ore bodies.* Jour. Geol. Vol. XVIII. 1910.

(8) Emmons W. H. op. cit.

pero esta disolución no requiere, como la del oro, la presencia de un cloruro, pues éstos son, en el caso de la plata, de formas estables, de tal modo, que si las aguas descendentes llevan gran cantidad de otros cloruros solubles, la plata tiende á precipitarse al estado de cerargirita; pero esta misma sal es un poco soluble en agua, y aun lo es más en disoluciones alcalinas concentradas, pudiendo por tanto ser arrastrada á zonas reductoras más profundas.

Por otra parte, los sulfatos ácidos reaccionando con la pyrrhotina y otros minerales, como lo demuestra Wells, engendran hidrógeno sulfurado que precipita la plata de las disoluciones más diluídas; también la precipita de las disoluciones sulfatadas, la estibina, el rejalgar y el oropimente (1).

A su vez, Mr. F. F. Grout, ha demostrado que, aunque estas reacciones se retardarían algo cuando hubiera ácido en exceso, bastaría que la ganga fuera carbonatada, calcita, siderosa, rhodocrosita ($Mn. CO^3$), para que, neutralizado el ácido, se precipitara prontamente la plata, como se precipita en las siderosas argentíferas, según últimamente lo ha puesto de manifiesto Earl. V. Schannon (2) en sus estudios acerca de algunas minas de Caledonia.

Así, en yacimientos argentíferos abundantes en minerales francamente susceptibles de precipitar en presencia del sulfato argéntico la plata nativa, la zona de enriquecimiento secundario de metal nativo sería menos extensa que si la ganga fuera cuarzosa, piritosa ó de otras sustancias menos activas.

Igualmente, aun en casos de minerales inertes, podría á última hora precipitarse la plata si el criadero fuera suficientemente permeable para permitir el descenso de las disoluciones argentíferas, pues, como lo ha demostrado Sullivan, las reacciones entre éstas y los feldespatos y otros minerales de la roca lateral se efectúan con rapidez sorprendente. Pero, añade W. H. Emons, la emigración descendente de la plata no concluye al formarse su cloruro ó precipitarse el metal nativo, pues, disuelta nuevamente en las disoluciones sulfatadas, sigue ba-

(1) Cook. H. C. *The secondary enrichment of silver ores* Jour. Geol. XXI.

(2) *Econ.* Vol. VIII. 1913.

jando para formar sulfatos, sulfo-arseniuros y sulfo-antimoniuros argentíferos.

Así, en distritos como el de "Cobalt", la plata nativa es la más abundante, y en otros, como en el Comstock Lode y en Tonopah, Nevada, lo son los sulfo-arseniuros y sulfo-antimoniuros, siendo quizá, según F. F. Grout, precipitados en un medio alcalino.

Muchos de los criaderos sulfurados terminan en blenda, siendo entonces generalmente rápida la transición de zona pobre á rica, sin duda porque la blenda, reaccionando en presencia de ácidos diluídos, produce compuestos que activan la precipitación del mineral rico.

En todo caso, conviene anotar que el límite inferior de la zona de plata nativa, no indica el nivel inferior de la zona de alteración superficial.

Cobre.—Lo mismo que el oro y la plata, el cobre, dice Emmons, es disuelto por el ácido sulfúrico y clorhídrico dentro de un medio oxidante; pero no necesita, como el oro, la presencia de un cloruro para su disolución, ni el cloruro de cobre se precipita como el de plata en la zona oxidante.

El cobre nativo, sus óxidos, carbonatos y sulfatos, pueden provenir directamente de las disoluciones; pero muchas zonas de enriquecimiento de los criaderos cobrizos, en la región oxidante, provienen de la composición de sulfuros medianamente ricos que la erosión ha puesto al descubierto, tanto que, cuando los yacimientos tienen ganga caliza, tiende á contenerse la emigración descendente del cobre, por formación en las zonas altas de carbonatos cuprosos relativamente insolubles.

La zona de sulfuros secundarios, está más bien definida que las de la plata y oro, debido, quizá, á que las de cobre, si bien se disuelven muy rápidamente en ácido sulfúrico si el medio es oxidante, sucede lo contrario si no hay oxígeno. En muchos distritos se ha visto la pirita, la blenda y la galena, reemplazada por chalcosina, como si las aguas ácidas, reaccionando sobre aquellos minerales, dejaran libre el hidrógeno sulfurado que precipitaría el cobre de las disoluciones diluídas, pues su sulfuro es muy poco soluble.

(1) *The interaction between minerals and water solutions, with special reference to geologic phenomena.* Bull. U. S. Geol. Survey. 1907.

Así, como la pyrrhotina produce en disoluciones ácidas más rápidamente hidrógeno sulfurado que la pirita y la chalcopirita, precipita más pronto el cobre. Lo mismo sucede en aguas alcalinas; aquélla, engendra más pronto sulfuros alcalinos, y, así, en los criaderos que contengan pyrrhotina abundante, la zona de sulfuros secundarios no será, si bien rica, tan extensa ni tan profunda como cuando hay las otras dos piritas.

La blenda, reacciona en disoluciones sulfatadas ácidas, más rápidamente que la pirita y la chalcopirita, pero menos que la pyrrhotina, y puede suponerse que los minerales de blenda sin pyrrhotina serán enriquecidos á más grandes profundidades que cuando predomina ésta, pero no hay datos suficientes para afirmarlo.

Sienta, por último, después de hacer la salvedad que las experiencias en el laboratorio son siempre al aire libre, mientras que la naturaleza produce la zona de enriquecimiento de sulfuros secundarios en regiones fuera del medio atmosférico, y que, como no puede contarse con el factor tiempo, hay que proceder en los dictámenes acerca de la riqueza probable con cierta parsimonia, las siguientes conclusiones:

Revisadas todas las hipótesis citadas y lo escrito (1) acerca de más de cien distritos mineros de oro, plata y cobre, resulta:

En cuanto á los yacimientos auríferos, que la concentración más importante del oro, está confinada en regiones donde las aguas arrastan cloruros y los yacimientos contengan manganeso; que los minerales secundarios auríferos ofrecen menor extensión vertical cuando los criaderos contienen mucha pyrrhotina ó mucha caliza ó abundancia de siderosa, que cuando sólo contienen pirita; que muchos yacimientos auríferos de ganga carbonatada tienen relativamente un afloramiento rico y pueden dar lugar á placeres de oro; que los criaderos auro-manganesíferos, si contienen gangas poco atacables por el ácido sulfúrico y por disoluciones cloruradas, pueden presentar riquezas á una profundidad moderadamente grande.

(1) *The enrichment of sulphide ores.* Bull. U. S. Geol. Survey 1913.
Emmons, W. H. *The agency of manganese in the superficial alteration and secondary enrichment of gold deposits in the U. S.* Bull. An. Inst. Min. Eng. 1910.

En cuanto á los criaderos de *plata*, la manera de presentarse en la zona de enriquecimiento secundario, no resulta bien en armonía con las experiencias del laboratorio, Wells demuestra que la blenda produce con el ácido sulfúrico hidrógeno sulfurado que precipita la plata en disoluciones muy diluídas. Palmer and Basting, en cambio, no observaron ninguna precipitación de plata después de tener la blenda treinta días en digestión en disoluciones de sulfato de plata. Grout, trató numerosos ejemplares de blenda por disoluciones ácidas de sulfato argéntico y encontró que, las que tenían hierro, precipitaban inmediatamente la plata, mientras que los que no la contenían apenas acusaban precipitado argéntico alguno; después, tratándolas por álcalis, vió que la blenda la precipitaba en disoluciones ácidas. No obstante esto, hay muchos casos donde la riqueza secundaria de plata está limitada inferiormente por la presencia de blenda; la influencia de ésta, en este hecho, es un problema aún no resuelto. También la calcita, siderita, rhodochrosita, como favorecen la precipitación de la plata detienen su emigración, aun cuando hay muchos criaderos en que esto parece solamente temporal, pues han sido encontrados á profundidades considerables en Tintic, Utah, Eureka, Nevada y otros distritos, minerales de plata ricos armando en caliza, quizá porque, siendo los carbonatos fácilmente solubles en aguas ácidas, y pudiendo contener éstas bastante sulfuro ferroso, pudieron atacar á los precipitados de plata existentes en la zona alta, favoreciendo, así, su emigración descendente.

En cuanto al *cobre*, si bien hay muchos ejemplos de enriquecimiento secundario, próximo á la superficie, resulta que la zona de chalcosina es superficial en casi todos los depósitos pyrrhotínicos, y sólo profundiza en aquellos criaderos que no tienen pyrrhotina ó que son muy poco pyrrhotínicos.

III) Persistencia en profundidad de los minerales metálicos.

Con el título de *The persistence of ore in depth*, Malcon Maclaren, de Londres, tan conocido por su notable obra *Gold* editada en 1908, trata de la importante cuestión de la persistencia de la mineralización en profundidad, pero haciendo la salvedad que, en su escrito, no se refiere más que al metal oro, y que debe tenerse en cuenta la diferencia esencial entre el modo de yacer de unos y otros minerales, para no incurrir en el error de extender imprudentemente las conclusiones que á uno solo se refieran.

Define el concepto geológico de "profundidad," como el de aquella región bajo la zona de enriquecimiento secundario (óxidos y sulfuros) donde no existen más que minerales de origen primario, que se extiende hasta unos 300 metros más abajo del fondo de las más profundas minas, es decir, unos 1.800 metros en total, y aunque no desconoce que la zona de enriquecimiento secundario puede tener desde un débil espesor hasta más de un centenar de metros, en relación con el clima, permeabilidad, etcétera, etc., cree que por bajo de 150 metros de la superficie, al menos en lo que al oro se refiere, todas las menas son de origen primario.

Por tanto, entiende Maclaren, "por región profunda," la comprendida entre el nivel de 150 metros al de 1.800.

Opina que á estas profundidades el mineral primario ha sido depositado en cortos períodos geológicos sin incrementarse en los sucesivos, y cree que las venidas de las disoluciones metalíferas auríferas debieron sucederse en cierto modo paroxismalmente (yo diría rítmicamente) como las actuales erupciones volcánicas.

Así, en un momento geológico dado, se engendrarían determinados criaderos y la pulsación de las disoluciones auríferas, marcando distintos niveles, explicaría en cada criadero alternativos horizontes de riqueza.

Conforme con este modo de pensar, ya Maclaren en su obra *Gold* trató de demostrar que todos los yacimientos auríferos del mundo parecían agruparse en grupos definidos, estando cada grupo formado por miembros, si bien geográfica-

mente separados, de muy parecida génesis, de carácter muy semejante y de la misma edad, siendo la distinta persistencia del enriquecimiento en profundidad uno de los caracteres más importantes para distinguir á un grupo de otro.

En atención á estas consideraciones, la clasificación que figuraba en la citada obra, era la siguiente:

Yacimientos auríferos.	a) Precambrianos.	Western Australia (Kalgoorlie, etc.); India (Kolar, Hutti y Dharwar); Rhodesia, Transvaal (Witwatersrand, Pilgrims Rest, Barbeton); Brazil; Guayanas; Appalaches (Appalachian fields); Eastern Canadá (Porcupine, etcétera).
	b) Permo-Carboníferos á Post Jurásicos.	Urales; Eastern Australia y Tasmania; Western North America (California, Oregon y Alaska).
	c) Terciario medio.	Northern Chili, Perú, Colombia, Méjico, California (Bodie), Nevada, Utah, Colorado, Unalaska, Japón, Sumatra, Celebes, Nueva Zelanda, Transylvania.

a) — Los yacimientos Precambrianos, supone que han sido el producto final de la diferenciación de magmas diabásicos intrusivos en las pizarras, generalmente seguidos de irrupciones de pórfido albítico.

b) — Los criaderos Permo-carboníferos hasta el Post Jurásico, supone nacieron al final de intrusiones granito-dioríticas.

c) — Los del Terciario medio, cree que se relacionan con las efusiones andesíticas.

Los tipos (a) y (c) están bien definidos; el intermedio (b) es más complejo y aún poco estudiado.

En todo caso, el carácter de la impregnación aurífera es de completa dependencia con las condiciones geológicas, subordinándose á ellas la génesis de los yacimientos y la distribución y persistencia de su riqueza.

Comienza, Maclaren, estudiando los criaderos más modernos, los de la época terciaria, y á este respecto dice que los campos andesíticos han suministrado las mayores bonanzas conocidas, habiendo tenido especial desarrollo en las épocas oligocena y miocena, aun cuando también existen campos eoce-

nos y pliocenos. Con una notable excepción, la de Transilvania, se extienden circundando el círculo de fuego del Pacífico y guardando una íntima conexión con los ejes de actividad volcánica, resultando la impregnación aurífera en estrecha relación con la acción solfatariana. Maclaren encontró que los manantiales hirvientes de Nueva Zelanda depositaban cantidades notables de oro y plata en la cintura siliciosa de los manaderos (1) recordando esta disposición el carácter calcedónico que tiene la ganga silícea de los campos auríferos andesíticos, cuya "propylitización", en la proximidad de las venas metalíferas es general, convirtiéndose los feldespatos y el elemento ferromagnésico, en cuarzo, sericita, calcita, epidoto, clorita, serpentina y piritita.

La característica de los campos *andesíticos* auríferos, es la irregularidad en su forma y el empobrecimiento en profundidad; se desconoce en ellos la persistencia de las fisuras, tan común en los campos de más antiguas edades; no hay ninguna comparable a la gran fractura filoniana de 120 kilómetros de corrida que constituye la Veta madre (Mother Lode) de California; sólo el Comstock Lode, con sus cuatro kilómetros de recorrido, es una excepción, pues la mayor parte de las veces las fisuras de los campos andesíticos son poco extensas, como debidos a enfriamiento de la roca eruptiva ó a pequeños movimientos locales, entrando de lleno en lo que los ingleses llaman "gash-veins", pasando a "stockwerks", cuando se cruzan dos ó más series de fracturas.

Las bonanzas de los criaderos auríferos que arman en rocas andesíticas, nunca se encuentran a grandes profundidades. La más profunda es la del Comstock, donde los pozos bajaron 1.000 metros, encontrando mineral, pero tan diseminado que no tuvo punto de comparación con las ricas "bonanzas", halladas entre los niveles de 300 y 500 metros.

Parece, según Maclaren, que la razón del empobrecimiento de los campos andesítico-auríferos, no es debida exclusivamente al estrechamiento de las fisuras en profundidad, sino más generalmente a la diferenciación que se nota en la serie andesítica a medida que se desciende, sea a su cambio petró-

(1) Laur cita el oro en los de Steam boats.

logico, pues hay criaderos donde, a pesar de que la caja profundiza, se esterilizan ellos; ejemplos, la veta de Comstock, cuya fisura continúa bien definida y, sin embargo, la riqueza no desciende; el gran filón de Martha (Wahi), cuya grieta baja al nivel de 300 metros, degenerando entonces la ganga cuarzosa de la zona alta en ganga de calcita, como si en su origen la caja del criadero hubiera sido rellena de calcita y la acción solfatariana hubiera atacado al relleno desde el nivel de 300 metros para arriba, transformándolo e impregnándolo de oro, bien porque por bajo de 100 metros perdieran las emanaciones su fuerza disolvente, bien porque las fisuras solfatarianas cortaran la grieta filoniana por sobre dicho nivel.

Mr. Maclaren, ya en su citada obra *Gold*, opinó que el oro de estos yacimientos debió llegar desde la región profunda disuelto en sulfuros alcalinos más bien que al estado de cloruros, precipitándose la piritita y demás elementos sulfurados a medida que las aguas madres se iban enfriando, no haciéndolo por tanto a gran profundidad. Este punto de vista, ha sido en cierto modo confirmado recientemente por las experiencias de Lenher (1), quien demostró que las disoluciones de sulfuros alcalinos son eminentemente favorables para arrastrar consigo el oro, que las pirititas no ejercen efecto alguno en el contenido en oro, y que, éste, es fácilmente precipitado por aguas ácidas ó por simple exposición a la oxidación, fenómenos ambos que ocurren, añade Maclaren, en la proximidad a la superficie, sobre todo en las regiones volcánicas, atribuyendo con preferencia a la acción de las aguas ácidas (2) la precipitación del oro en los campos andesíticos, y a la acción de las aguas oxigenadas y superficiales, la de los campos auríferos de los terrenos primitivos y primarios.

Concluye Mr. Maclaren el estudio de los campos auríferos *andesíticos* con una importantísima indicación: "que en ellos ningún ingeniero de minas debe suponer la existencia de más mineral que el que tenga a la vista", hasta tal punto desconfía Maclaren de la poca regularidad y persistencia de tales criaderos, y esto, desgraciadamente, se ha visto confirmado en nues-

(1) *Econ. Geol.* Vol. VII. 1912.

(2) Maclaren, encontró en las aguas del lago ácido de White Island, Nueva Zelanda, el 5,47 por 100 de ácido clorhídrico libre.

tra Península, pues á pesar de las esperanzas fundadas por un muy ilustre compañero (1) en algunas manifestaciones auríferas de la sierra del cabo de Gata (Almería), hasta la fecha no ha adquirido ninguna importancia industrial, á pesar de haberse encontrado hermosos ejemplares de ágatas auríferas en aquel campo andesítico.

En el grupo segundo de la clasificación anterior, incluye, Maclaren, aquellos campos auríferos que tienen conexión genética con las irrupciones de magmas *dioríticos* ó similares y son consecuencia de su diferenciación. Cita como ejemplos, los del Este Australiano, los de California, Alaska y los Urales, dividiéndolos en: *a)* yacimientos en diorita ú otras rocas intrusivas similares; *b)* yacimientos en las rocas sedimentarias afectadas por la intrusión diorítica.

Los criaderos de la cordillera oriental australiana, están subordinados á la gran intrusión diorítica, quizá permiana, que jalona allí una línea de plegamiento terrestre, yaciendo unas veces en la roca intrusiva y otras en las sedimentarias, supra ó adyacentes. En el Norte, se presenta más generalmente el oro en la roca endógena; en el Sur, en las estratificadas. En sentido general, en todos aquellos criaderos, algunos laborados hasta los 700 metros de profundidad, ha ido empobreciendo el mineral á medida del descenso.

A este respecto, dan poca luz las explotaciones australianas, pues en algunas de ellas, como en Gympie (Queensland) y Ballarat (Victoria) la impregnación aurífera, más bien que de la profundidad, depende del cruzamiento de las vetas filonianas con las capas grafitosas de la formación, en otras, que componen el mayor número, como son las de los importantes criaderos de Victoria y del Hargraves en la Nueva Gales del Sur, aunque está subordinada á condiciones de pura tectónica como los famosos *saddle-reefs* de Bendigo y Castlemaine, sea porque las capas no se despegaran á determinada profundidad, sea por otras causas, el hecho es que los criaderos son más pobres cuanto más se ahonda, y aunque en la mina New Chum alcanzó el laboreo hasta la cota 1.380 metros por bajo de la su-

(1) El inolvidable ingeniero jefe de la provincia de Almería, señor Gómez Iribarre.

perficie, puede decirse, en general, que la metalización no baja de los 750.

En la cintura Alasko-Californiana los yacimientos más importantes, y que al parecer dependen de los magmas dioríticos, son, la Veta madre (Mother Lode) y el grupo Sudeste alaskiano del Buen Paso (Treadwell group). Este, está aún en explotación muy somera; aquél ha sido laborado á profundidades de 1.000 metros en el Kennedy. La gran Veta madre (Mother Lode) es un filón compuesto, en unas zonas bastante regular, en otras atravesada por fallas y muy emborrascado, que corre, desde los condados de Brigde Port y la Mariposa hasta el de Eldorado, con potencia á veces de hasta 30 metros.

En ella no se ha podido apreciar ningún manifiesto empobrecimiento en profundidad, pues si bien algunas minas se han dado por agotadas á profundidades menores de 600 metros, paralelamente á ellas, hay otras en que la riqueza continúa, y si alguna veta empobrece, en cambio otra adyacente, dentro de la Veta madre, continúa. Así, dentro del límite de profundidad definido en este escrito, la Mother Lode, según Maclaren, puede, en sentido geológico, contener mineral rico.

En cuanto á los yacimientos del Ural, son aún poco estudiados, pudiendo sólo adelantarse que las labores en ellos han sido hasta la fecha pocas y poco profundas.

Resumiendo: los criaderos auríferos del grupo *diorítico*, tienden á empobrecer en profundidad en la Australia, y parecen sostener su riqueza en América del Norte á juzgar por la Mother Lode, por lo que, el Ingeniero de minas, que informara acerca de parecidos criaderos, "no debería desdeñar en sus apreciaciones la posibilidad de encontrar mineral debajo de las exploraciones efectuadas,, á no ser que tuviera la evidencia de un próximo cambio en las condiciones geológicas del yacimiento.

En el tercer grupo, *c)*, incluye, Maclaren, todos los campos auríferos del *precambriano* y comprende las minas más intensamente trabajadas.

Yacen en dos distintas grandes áreas geográficas: la del borde del Océano Indico, Oeste Australiano, Sur de la India, Egipto, Rhodesia y Transvaal; y la de la costa oriental de América del Norte, Canadá, Montes Appalaches, Las Guyanas, Brasil y Tierra de Fuego.

El primer grupo, es de formación tan definida y constante que las condiciones de uno cualquiera de aquellos criaderos se repite en los otros, y su conjunto viene á formar una especie de provincia petrológico-metalogénica á la cual dió Maclaren (1) el nombre de Erythreana.

El distrito de Karlgöorlie, en el Oeste australiano, del cual se han extraído en total más de 1.000 millones de francos, puede servir de tipo. En él es evidente que la riqueza persiste en profundidad. Está formado por pizarras antiguas (más propiamente calcsquistos) afectados por intrusiones de un magma dolerítico-cuarzoso (diabasa cuarzosa), cuyos productos de diferenciación son: en primer término, peridotita; después, segregaciones más ácidas, porfiritas; por último, pórfidos albiticos, que son á menudo intrusivos en la diabasa cuarzosa; y á éstos sigue, ó acompaña, la impregnación aurífera.

Se han encontrado venas ricas en las zonas sesgadas (shear-zones) de algún poderoso dique diabásico, pero esterilizan verticalmente á poco que se profundice, y horizontalmente, en cuanto se salen de la roca dolerítica; y es que las grietas filoniano, para profundidades de 1.000 metros, son verticales, y el dique diabásico buza al Oeste 65°; se salen por tanto de él y la afecta no la "profundidad," sino el cambio de "condiciones geológicas," confirmando así la tesis, ya aplicada por Maclaren á los campos auríferos andesíticos, que son éstas y no aquella, las causas de la degeneración aurífera.

En Kargöorlie, tres bien definidas y paralelas "shear zones," pueden citarse: en una no persiste el oro en profundidad (criaderos del Este australiano y del lago Wiew-Perseverence); en la otra, el oro persiste (yacimientos del Great Boulder él vanhoe-Horsehoe); en la tercera, la persistencia es probable (yacimientos del Ivanhoe occidental). Así, pues, añade Maclaren, la generalización de la teoría del empobrecimiento en profundidad sustentada por Rickard (2) y Garrison (3) es errónea si se prescinde de las "condiciones geológicas," y los casos á que se refieren de empobrecimiento (minas Ivanhoe y Boulder), se deben, según aquél, á que, á parecida profundidad, unos 750

(1) Maclaren, *Trans. Inst. Min. Met.* Vol. XVI. 1907.

(2) *Min. Sci. Press.* 1912. Agosto.

(3) *Loc. cit. Press.* 1912. Noviembre.

metros, cruzan un dique de pórfido albitico que cambia momentáneamente aquellas, tanto que, la Boulder Lode, una vez pasado el dique, volvió á entrar en riqueza, siendo para él evidente que mientras haya venas auríferas y no se salgan de la roca dolerítica pueden tener tanta riqueza como la contenida en los niveles desde 150 á 600 metros, y en el caso del grupo de venas de Horsehoe-Ivanhoe pueden llegar hasta 1.650 metros si el dique dolerítico-cuarzoso persiste y no cambia de inclinación.

Los estratos precambrianos, están allí, como en la mayor parte del globo, intensamente plegados y dislocados, y en cambio sus fisuras filonianas presentan siempre inclinaciones próximas á la vertical, siendo ya un principio en cierto modo axiomático el de la influencia que la naturaleza de la roca lateral ejerce sobre la distribución de la riqueza, y como es raro alcanzar grandes profundidades sin que la constitución de aquella varíe, de aquí que cambie ésta. Como notable excepción, cita el caso del filón "Champion," en el campo aurífero de Kolar, India meridional, del cual dice es el más rico filón simple que hasta ahora se haya trabajado por oro, y en cuyo se ha encontrado, á profundidades de 960 á 1.140 metros, tanta riqueza como en los niveles superiores, pues llega hasta dichos niveles la pizarra hornoblendífera favorable á la impregnación metálica.

El campo aurífero mayor del mundo, el de Witwatersrand (Transvaal), que proporciona el 37 por 100 de la producción mundial, es también precambriano (1); pero á él no son aplicables las anteriores consideraciones, pues yaciendo los minerales auríferos en conglomerados y cuarcitas de origen sedimentario, supone Maclaren que el oro se depositó relativamente cerca de la superficie *de entonces*, por simple proceso de enfriamiento ó por mezcla de aguas oxigenadas y, aunque la impregnación hubiera descendido centenares de metros, lo cual es muy probable, la erosión y denudación, al rebajar los crestones precambrianos antes de ser recubiertos por terrenos más modernos, y la subsiguiente de éstos, habría aproximado á la superficie, zonas metalizadas en regiones entonces más profundas.

(1) D. Launay lo cree devoniano.

Resumiendo su notable trabajo, dice Maclaren: Allí donde los minerales auríferos hayan sido depositados bajo la influencia de las aguas meteóricas oxigenadas ó por enfriamiento al aproximarse las disoluciones á la corteza terrestre, es razonable presumir empobrecimiento en profundidad, y, al final, total esterilización de los criaderos; siendo éste el caso de los campos auríferos del grupo *andesítico* terciario, aun cuando en muchos de ellos la esterilización esté más en función con el cambio de estructura geológica del yacimiento que con la profundidad. Para todos los demás criaderos auríferos, y en especial para los del grupo *precambriano* que arman en amplias y bien definidas fisuras, puede confiarse en que persista la riqueza en "profundidad", siempre que la roca lateral sea homogénea y que la grieta filoniana no se salga de ella.

En todo caso, el factor que regula la mayor ó menor persistencia en la mineralización es la "estructura geológica", y no la "profundidad", pues ésta ejerce tan sólo un papel indirecto, dado que, cuanto más se descienda con las labores mineras, más fácil es tropezar con un cambio de la roca lateral.

IV) Menas coloides primarias y secundarias, y en especial la de los metales pesados.

Con el interesante título *Primäre und sekundäre erze unter besonderer Berücksichtigung der Gel und der Schwermetallreichen erze*, presentó el Director del Real Instituto Geológico regional de Berlín, profesor P. Krusch, una importantísima Memoria que pasamos á extractar.

Divide Krusch su trabajo en dos partes; en la primera trata de la significación de los coloides en la constitución de las menas primarias y secundarias, dedicando el capítulo A) á generalidades; el B) á las menas coloides formadas "per descensum"; el C) á las experiencias acerca de las menas coloides formadas "per ascensum", y el D) á si son posibles las menas coloides primarias.

En la segunda parte, trata de la formación de las menas sulfuradas ricas de los metales pesados, dedicando el capítulo A) á generalidades; el B) á la constitución de los sulfuros secunda-

rios "per descensum"; el C) á la formación de menas metálicas primarias "per ascensum"; el B) al valor que debe concederse al método de investigación en placas delgadas.

En conjunto, la interesante monografía del profesor Krusch resume las consecuencias que hasta ahora se van deduciendo de las curiosas experiencias que bajo su dirección se están ejercitando en el mencionado Instituto.

PRIMERA PARTE.

A) En cuanto á las generalidades, después de indicar que Cornu, por primera vez, dividió las menas de los metales pesados en cristalinas y coloides, creyendo, por los conocimientos de entonces, que estas últimas únicamente jugaban papel en los enriquecimientos secundarios, opina, Krusch, que las menas coloides pueden también tener origen primario, y poco á poco irse á veces transformando en cristalinas, citando como ejemplo la polianita (variedad dura y muy pura de la pirolusita) que pasa á pirolusita, y la hematites pardo terrosa y concreccionada, que pasa á óxido de hierro hidratado cristalino. Incluye en parecido caso la mayor parte de las hidrataciones, opinando que la simple elevación de temperatura y la agitación de la masa basta frecuentemente para que se efectúe tal transformación.

Los coloides obran según él como absorbentes y propone se llame "gelgrund masse", que podemos traducir por *colomosa* la masa coloide y "absorbierte durchtrankungssubstanz", que podemos llamar *subsubstancia*, á la substancia absorbida.

Las menas silicatadas de níquel se componen, según Krusch, de una "colomasa", absorbente y una combinación de níquel ó *subsubstancia* absorbida. En otros casos, la *colomasa* es metálica, y la *subsubstancia* no metálica, como en las menas manganésíferas-baríticas, donde la colomasa manganésífera absorbe la subsubstancia barítica.

El proceso de esta absorción, sólo pudo seguirse examinando varias preparaciones en placas delgadas, habiéndose de este modo demostrado que, aquella, marcha á compás con el proceso metasomático, por lo que deduce Krusch "que la absorción es una condición previa, tan eminentemente favorable

á la *metasomasis*, que se impone el concepto de un *metasomatismo de absorción*.

Como las menas coloides se forman principalmente en la zona de meteorización, y esta zona varía de espesor con las distintas latitudes, quizá los estudios del proceso de absorción lleguen á explicar, sistemáticamente, la influencia de la latitud en las variaciones secundarias de los criaderos.

B) Refiriéndose á las menas coloides engendradas "per descensum", ya Cornu sentó, que las próximas á la superficie son oxidadas ó hidratadas, amorfas, terrosas, ocráceas ó incoherentes; pero hoy se investiga el límite de profundidad á que pueden llegar, límite distinto según sean los criaderos asulfurados ó sulfurados.

En los no sulfurados, pueden alcanzar cuando menos el nivel de aguas freáticas, y donde éste esté bajo, como sucede en zonas recientemente dislocadas, pueden alcanzar grandes profundidades, pues no se formarán disoluciones fácilmente reductibles, ni ejercerán su acción reductora los sulfuros primarios, dado que no existen.

En los yacimientos sulfurados, es más complicado el proceso. La acidez, producto de la oxidación del azufre, impide la formación del coloide, de tal modo, que si todo el ácido sulfúrico engendrado persistiera en el criadero, los coloides no se producirían; pero como generalmente gran parte del ácido sulfúrico emigra antes de penetrar profundamente (como sucede en Ríotinto á juzgar por la intensa corrosión de la roca lateral y por la acidez de las aguas que nacen en aquel importante yacimiento) sólo una pequeña parte de ácido descende, y ésta, reducida en gran parte por los sulfuros primarios aun no meteorizados, no es obstáculo para la formación del coloide. Por ello estaba la gran montera del criadero de Ríotinto, constituida principalmente por menas ferrosas coloides.

El límite, pues, á que pueden descender en los criaderos sulfurados los coloides, es aquel donde llegue el ácido, es decir, hasta el punto más bajo de la zona de "oxidación", pues al menos hasta el día no se conocen menas coloides con proceso de cementación.

En algunos casos, es extraña la presencia de ciertos compuestos peroxidados dentro de masas carbonatadas, como los

nidos de hierro especular dentro del filón de hierro espático de Siegerlander, Alemania, y en España dentro de los mantos de siderosa de Lucainena de las Torres (Almería). Para Bornhardt, estos nidos son simplemente debidos á descensos en períodos de gran sequía, de disoluciones concentradas muy oxigenadas; pero Wölblings y Krusch, teniendo en cuenta que el hierro espático es un oxidante, que los coloides no ceden jamás el oxígeno á menas más antiguas, y que no hay otros productos oxidados al lado de tales nidos de hierro especular ó amorfo, opinan que son producto de disoluciones coloides muy densas que han podido descender por bajo del nivel freático ó, lo que es lo mismo, *que las menas coloides pueden existir arriba y abajo de la zona de enriquecimiento secundario, si bien, con preferencia se las encuentra en la región alta.*

C) En cuanto á la existencia de las menas coloides formadas "per ascensum", dice Krusch que teóricamente son posibles (el profesor Wölbling conserva desde hace varios años á una temperatura de 80 á 100° sílice coloide, obtenida atacando un vidrio por ácido clorhídrico, sin haber observado más transformación que una pequeña liberación de agua), pero quizá por tener á temperaturas superiores á 100°, al igual que los sulfuros coloides de los metales pesados, gran tendencia á cristalizar, el hecho es que hasta el momento no se conocen menas coloides formadas "per ascensum". En todo caso, la profundidad es región poco favorable para que se produzcan.

D) En lo relativo á si se conocen menas "coloides primarias", además de las "coloides secundarias", llamando primarias á las concentraciones naturales de primera formación y á los depósitos de sustancias metálicas formadas "per ascensum", y secundarias á los productos "per descensum", merced á aguas de procedencia superficial, la deducción de Krusch es afirmativa, citando, entre otras, como menas coloides primarias, la bauxita que se forma directamente, á expensas de la caliza, por proceso de meteorización; las lateritas, á veces tan ricas que constituyen criaderos ferríferos, pues la calidad del proceso no excluye la prioridad de la génesis; y las silicatadas de níquel, ejemplo típico de secreción lateral, formadas, gracias á las grietas y resquebrajaduras de la serpentina, por proceso de meteorización profunda, á expensas del silicato níquelífero con-

tenido en el olivino en cantidad tan insignificante que de por sí no podía considerarse como mena primaria.

De todos modos, las menas coloides primarias se forman irremisiblemente en la superficie "per descensum", influyendo en su proceso las condiciones del clima, como lo demuestra la diferencia entre los yacimientos lateríticos de los trópicos y las arcillas ferruginosas de las regiones templadas.

SEGUNDA PARTE.

En la segunda parte de su interesante trabajo, trata el profesor Krusch, como dijimos, de la formación de las menas ricas en los yacimientos metalíferos.

A) En las generalidades, divide en tres grupos las menas de la zona de enriquecimiento: 1.º, sulfuros metálicos del tipo argentita, cobre rojo, chalcosina; 2.º, metales nativos de escasa afinidad con el oxígeno, como son el oro y la plata; 3.º, mezclas de estos metales ricas con los sulfuros normales del primer tipo, pirita aurífera, galena argentífera, pirita cuprífera, etc.

Los sulfuros metálicos del tipo argentita, rellenan primeramente los huecos y grietecillas de los sulfuros primarios; después, por proceso metasomático, digieren, por decirlo así, á éstos, pasando la mena pobre á mena rica. Así, la pirita ferrocobrizada pasa poco á poco á filipsita ó cobre abigarrado ferrífero, y por último á chalcosina, todo por "absorción metasomática", durante cuyas fases las disoluciones tenían que abandonar cobre y tomar azufre.

Es compatible con este modo de formación, una impregnación total del yacimiento, y la substitución de disoluciones ligeras por otras más densas que las fueran desalojando.

Las preparaciones en placas delgadas, hechas sobre ejemplares bien seleccionados y vistas con grandes aumentos, hacen patentes todos los trámites, desde la delgada cutícula rica envolviendo á los sulfuros normales pobres, hasta el esqueleto retiforme que hacia el final van estos dejando.

En cuanto á los metales nativos poco afines con el oxígeno, rellenan casi siempre oquedades, ó forman delgadas costras cubriendo minerales no metálicos ó rocas de la caja del criadero, siendo muy frecuentes sus asociaciones con las menas co-

loides ferríferas tan comunes á la zona de tránsito existente entre las de meteorización y de cementación, pero, desgraciadamente, su proceso no está aún bien estudiado.

Por último, las mezclas de metales nativos y sulfuros metálicos, pirita aurífera y galena argentífera, se presentan en las preparaciones como ejemplares ordinarios de sulfuros pobres, cuyas grietecillas y oquedades hubieran sido rellenadas posteriormente por metales nativos ricos, y como no hay indicio en estos dos grupos de verdadero metasomatismo de absorción, opina el Dr. Krusch, que la metasomatis no juega aquí el papel que en la formación de los sulfuros ricos de la primera división.

B) Refiriéndose á la formación de los sulfuros secundarios ricos "per descensum", por disoluciones de la zona de meteorización y concentraciones en la de cementación, asienta el Dr. Krusch que á pesar de ser el nivel acuífero un límite natural de la formación de los sulfuros ricos, pueden éstos seguir descendiendo si se tiene en cuenta que las disoluciones más densas desalojan, aunque lentamente, las más ligeras, substituyéndolas, y así, poco á poco, puede ejercerse por bajo del nivel hidrostático la acción metasomática que enriquece las menas primarias.

Por ello, quizá, el que los yacimientos más antiguos sean los que conservan la riqueza á mayores profundidades, alcanzando la zona de concentración regiones bastante inferiores al nivel hidrostático, pues el transcurso de las edades geológicas dió tiempo al descenso de las disoluciones densas.

Los movimientos tectónicos, sean lentas oscilaciones del suelo, sean bruscos hundimientos, también influyen en la extensión vertical de la zona de enriquecimiento secundario, puesto que hacen variar el nivel hidrostático de la región, aparte de que los empujes laterales unas veces cierran y otras reabren los huecos preexistentes, por cuyas concausas nada se puede aventurar á este respecto, sin conocer bien la tectónica regional de cada caso.

Por otra parte, agrega el profesor Krusch, la denudación (1).

(1) Substituimos por esta palabra la de «*abrasion*» que emplea Krusch, para abarcar fenómeno más general que el de la acepción dada á la de «*abrasion*», por Richthofen

y el clima, influyen también en la formación de sulfuros ricos secundarios; unas veces porque favorece la constitución de productos oxidados y la erosión los hace desaparecer, como es el caso de los yacimientos piritosos de Noruega; otras, por el contrario, porque la insolación, al favorecer la meteorización, da lugar á grandes monteras que si la denudación las ha respetado, se conservan hasta nuestros días, como es el caso de los similares del Suroeste de nuestra península.

En cuanto á la posible existencia de menas de origen secundario dentro de la zona de sulfuros primarios, aparte del lento descenso de disoluciones densas, admite, Krusch, la probabilidad de un drenaje temporal de la región profunda, por cualquier movimiento de dislocación terrestre y la llegada á ella, por grietas ajenas al criadero, de aguas meteóricas que oxidaran la zona próxima al punto de concurrencia.

C) Acerca de la formación de las menas primarias ricas, "per ascensum", el profesor Krusch cree posible los sulfuros primarios ricas, aparte de otros, en dos casos bien señalados: a), cuando la reapertura de grietas filonianas permite ascender nuevas disoluciones metalíferas; b), cuando una nueva grieta crucero atraviesa un filón de menas sulfuradas; pues en ambos casos, al encontrarse las nuevas disoluciones metálicas con los sulfuros reductores más antiguos, pueden formarse sulfuros metálicos más ricos, al igual que, por combinaciones entre aquellos y las disoluciones descendentes metálicas sin oxígeno libre, se forman en la zona de cementación.

Ahora bien, es de extrañar que en los filones de Siegerland y del Rhin, donde el primer relleno fué de hierro espático y algo de pirita, después de cuarzo que atravesaba la siderosa, y por último de blenda y galenas argentíferas, nunca se concentrara la plata en la pirita.

Igualmente choca que en los de Schiefergebirge, donde la reapertura de los filones permitió el ascenso de disoluciones cobrizas, jamás éstas llegaron á formar esas menas ricas, chalcosina, etc., tan comunes en los procesos descendentes. La causa de ello debe estribar en que las disoluciones ascendentes formadas á presión elevada y á alta temperatura están muy diluídas, y las descendentes, por el contrario, muy concentradas.

D) Y termina el profesor Krusch su Memoria concediendo

un gran valor á la aplicación del microscopio al estudio de los criaderos, trabajando sobre preparaciones de placas delgadas de las menas. Así, siguiendo las huellas trazadas por el insigne Beck, primer geólogo que reconoció la importancia que para la investigación de la génesis de los yacimientos tiene tan precioso instrumento, se ha hecho de éste un auxiliar indispensable á la geología aplicada.

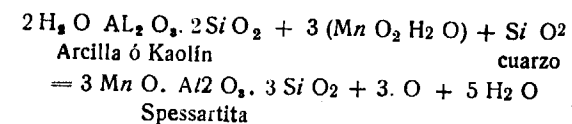
V) Formación en profundidad, de óxidos y calizas, por proceso secundario.

Mr. L. Leigh Fermor, D. Sc. A. R. S. M., del Geological Survey of India, presentó al Congreso una también interesante monografía acerca de la formación en profundidad de minerales oxidados y calizas, de origen secundario: "*On the formation in depth of oxidized ores and of secondary limestones*".

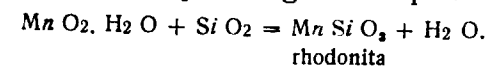
Anota, que cuando los depósitos químicos tales como óxidos y carbonatos de hierro y manganeso llegan por descenso de los geo-sinclinales á la zona de anamorfismo, se libera el oxígeno, el anhídrido carbónico y el agua, pero, cree que en vez de desaparecer totalmente, son susceptibles de engendrar, por las extraordinarias condiciones de presión y de temperatura allí existentes, combinaciones nuevas.

Aplica esta presunción, á las formaciones manganíferas de la India, que arman en el grupo de estratos arcillosos mezclados con óxidos precipitados químicamente, intensamente metamorfizados, que en aquella región se conocen con el nombre de "gondite series".

Su roca característica es la "gondita", tipo mixto de granate (spessartita) y cuarzo, y, Fermor, la supone formada merced á la reacción siguiente:



Y á la rhodonita la supone engendrada por:



Resulta, en definitiva, según él, que el proceso metamórfico transformó a las rocas arcillo-sabulosas mezcladas con óxidos primarios (braunita = $MnO_2 \cdot O_3$) en las actuales capas de la "gondite series", que contienen spessartita, rhodonita, braunita y cuarzo, amén de otros menos importantes minerales, habiendo por tanto, en ellas, minerales manganesíferos oxidados de origen secundario, resultantes de una sustitución metasomática de las rocas graníticas ejercida a gran profundidad a expensas del oxígeno, y aun del anhídrido carbónico, liberado en dicha zona. Existen, pues, dos clases de orígenes para los minerales manganesíferos de la India: el primero producido por simple metamorfismo plutónico de los óxidos primarios; el segundo, por metasomatismo de la roca gondítica y rhodonítica, merced a los agentes oxígeno y anhídrido carbónico.

Bueno sería contrastar estas presunciones, en nuestros yacimientos manganesíferos de la provincia de Huelva.

En cuanto a las calizas de origen secundario, hace observar Fermor, que al lado o en la proximidad de las "series gondíticas", hay en la India, constantemente, calizas cristalinas, y en otros puntos de dicha región estas calizas están asociadas a las series de gneis calcíferos—descritos con el nombre de gneis-cuarcífero-piroxénicos y en cuyos el mineral carbonatado es la calcita—habiendo transición gradual entre éstos, por el intermedio de calciferos, al más puro mármol.

Por ello supone, que estas calizas son producto de alteración o sustitución de los gneis-cuarcífero-piroxénicos bajo la influencia de disoluciones carbónicas o carbonatado alcalinas, es decir, que son engendradas también por proceso metamórfico, pudiendo coexistir, igual que en el caso del manganeso, dos tipos: caliza primaria y caliza de origen secundario.

Por último, completa su interesante escrito, citando un grupo de calizas, que con la calcita contienen dolomía y serpentina, en las que el microscopio revela que la serpentización ha sido debida a la alteración de la un silicato de cal y magnesia primario, siendo la caliza, la dolomía y la serpentina, productos secundarios.

CAPITULO SEPTIMO

¿En qué medida han interrumpido los periodos interglaciales a la época glacial?

I) Preliminares.

Sobre tan interesante tema han presentado, al Congreso de Toronto, trabajos inéditos los Sres. G. W. Lamplugh, F. R. S. de St. Albans, England; Warren Upham, D. Sc., St. Paul Minn. E. S. A.; W. Wolf Kgl. Landsgeolog, Fronhau b. Berlin, Deutschland; J. B. Tyrell, M. A. F. R. S. C. Toronto (Canadá); G. F. Wright, Ll. D. F. G. S. A., Oberlin, Ohio, U. S. A.; Warren Upham D. Sc. St. Paul, Minn. U. S. A.; Marsden Manson C. E. Ph. D. San Francisco, U. S. A.

La mayor parte de estos trabajos tienen carácter local, y, en la imposibilidad de extraerlos todos, expondremos breves notas acerca del glacialismo pleistoceno de América del Norte y concretaremos alguna de las Memorias que con carácter más general se han presentado.

En la región Septentrional de América, adquirió el fenómeno glacial una extensión e intensidad que superó con creces a la magnitud que tuvo en la región similar del viejo continente.

En éste, los centros de dispersión de Escandinavia y Escocia, colmaron el mar del Norte, el Báltico, y extendieron su helado manto por las llanuras del continente, llegando con las morenas frontales hasta el Suroeste de Irlanda, proximidades de Londres, Amberes, Magdeburgo, Cracovia, Kiew, Moscou, Kazan, bajando, por tanto, desde cerca del círculo polar hasta el paralelo 50, que tocaron con la convexidad de su límite meridional.

En América del Norte, los centros de dispersión Labradorino y Kewatino invadieron con sus morenas la mayor parte

del Canadá, entraron en los Estados Unidos, alcanzando, en el máximo período de desarrollo, las proximidades de Nueva York por Oriente, la confluencia del Ohio y el Missisipi en el centro, dirigiéndose luego al Noroeste, por el curso del Missouri, hacia las Montañas Rocosas; es decir, descendieron desde las proximidades del círculo polar al paralelo 38, bajando geográficamente 22° más que en Europa.

El centro de dispersión Labradorino está al Este de la bahía de Hudson y el Kewatino al Oeste de la misma.

Se cuenta además un tercer centro, que se sitúa en la región alta de las Montañas Rocosas, cuya dispersión occidental se dirigió al Pacífico, la del Norte al mar Polar, la del Sur se limitó a las altas mesetas que hay entre las dos cordilleras occidentales, y la del Este debió pasar laminada entre las angosturas de los elevados cerros, confluyendo con el borde occidental de la dispersión Kewatina.

La zona más estudiada hoy día, es la región de los Grandes Lagos, cuya topografía actual se debe en gran parte al glacialismo pleistoceno.

II) Historia glacial y post-glacial de la región de los Grandes Lagos.

Frank B. Taylor, del Smithsonian Institution, de Washington, ha resumido la historia glacial y post-glacial de la región de los Grandes Lagos en un precioso folleto (1) que pasamos a extractar.

Para él, los Grandes Lagos son restos de un antiguo sistema fluvial convertido en lacustre durante el período glacial. Formadas las rocas de su infraestructura durante las edades paleozoicas (ciclo litogénico), é iniciada en las postrimerías de éstas su emersión, contemporáneamente con los movimientos appalachianos, la superficie ocupada por los lagos al borde del rígido macizo arcaico precambriano de la Laurentia, se elevó en masa hasta una altitud de unos 1.000 metros, terminando con ello el ciclo orogénico, sin que ésto implique el que no

(1) Avance del capítulo XII de la monografía *Pleistocene deposits and glacial Lakes of Indiana and Michigan*. U. S. Geol. Surv. por Frank Leverell y Frank B. Taylor.

haya habido lentas oscilaciones del suelo y algún gran hundimiento local, como el que ha hecho descender el fondo de los lagos Superior, Hurón y Michigan a un centenar de metros por bajo del nivel del Océano. De todos modos, antes de ocurrir este último suceso, transcurrieron muchos siglos, quizá toda la era secundaria y parte de la terciaria, durante los cuales, aquellas elevadas mesetas sufrieron la denudación consiguiente a todo ciclo gliptogénico. Se dibujó la red hidrográfica, que pasó por las fases de infancia, juventud y madurez, quizá alguna vez renovadas por lentos movimientos basculares dado que la horizontalidad de los estratos paleozoicos no hace presumir en las épocas posteriores ninguna gran dislocación.

Los arroyos y los ríos, dibujaron, pues, el relieve pre-cuaternario, y si bien la red hidrográfica se inició poco después de la emersión primaria, siguiendo sus arterias principales los suaves sinclinales obedeciendo a influencias tectónicas activas, como éstas eran poco marcadas, los rasgos hidrográficos subsiguientes, se subordinaron a las influencias tectónicas pasivas, sea, a la distinta constitución física de las rocas que constituían las primitivas vaguadas.

En efecto, la región de los Grandes Lagos ocupaba durante las edades paleozoicas una zona entre nerítica y bathial adonde llegaron por tanto todos los sedimentos terrígenos finos; no hay allí los conglomerados, confinados más al Norte, en el verdadero litoral del mar paleozoico, ni las espesas calizas de los grandes fondos, presentes más al Sur; en la región de los Grandes Lagos, capas arcillosas están recubiertas de calizas duras, en bancos de variable espesor; en algunos sitios hay margas salíferas; en otros, areniscas y pizarras más ó menos incoherentes, y la erosión ha atacado con preferencia a las rocas de débil consistencia.

La caliza de Lockport, maciza y compacta, tiene en Nueva York un grueso de 45 a 50 metros; debajo hay pizarras y areniscas blandas, más pizarras que areniscas, entre las que se intercala algún que otro lecho calizo de poco espesor, como el de la caliza de Clinton, pasando en junto de más de 100 metros de grueso el grupo del Niágara. Sobre la caliza de Lockport, está el horizonte margoso y salífero de la formación Salina, de 60 a 90 metros de espesor.

Pues bien, el lago Ontario, la bahía Georgina, el canal Norte del Hurón y la bahía Verde, se debieron á socavación de las rocas inferiores á las calizas del grupo del Niágara, mientras que el Erie, la mayor parte del Hurón y todo el Michigan se debieron á la socavación de los estratos blandos, superiores á dichas calizas.

En cuanto al lago Superior, parece que se asienta en un sinclinal del que han desaparecido todas las rocas fáciles á la erosión, sino ha sido un lago de hundimiento.

Esta red fluvial, hoy lacustre, alcanzó un amplio desarrollo antes de la época glacial, merced, repetimos, á haber estado expuesta á la erosión durante el gran número de siglos transcurridos desde el paleozoico hasta el cuaternario.

Pasando á estudiar el periodo glacial, diremos que en América, al igual que en Europa, hubo durante el pleistoceno varias invasiones glaciales con periodos interglaciales de clima suave. Según Taylor, en Norte América se pueden contar cuatro (y posiblemente cinco) de aquellas.

La última invasión, dejó como señal de su paso, el drif-wisconsiniano, cuyo borde, sensiblemente paralelo al illinoiano, queda un poco más á Norte que éste, pasa cerca de Chicago y, bajando hasta las proximidades de Cincinnati, remonta al Nordeste hasta Salamanca, siguiendo después hacia Nueva York.

No es posible seguirlos paso á paso, pues los efectos de una invasión fueron destruidos ó modificados por la siguiente, y realmente sólo como detalle se puede concretar la de la última retirada; sin embargo, hay datos para dibujar los bordes del terreno errático durante las distintas épocas de avance, y á tal objeto no nos podemos resistir á copiar el curioso diagrama con que Taylor ilustra su monografía.

En él se pueden ver seis líneas: el borde illinoniano, el wisconsiniano, el de la morena de Bloomington, el de la de Kalamazoo, que se une con la del Mississinawa; la de Lake border, que se une con la de Defiance, y la de Port Hurón.

Durante la primera época de invasión, la illioniana, el manto de hielos cubrió por entero la región de los Grandes Lagos, con excepción de una pequeña área de terreno al Oeste de Wisconsin, entre los lagos Michigan y Superior, y, encajonado el helado manto entre las Montañas Rocosas y los Appa-

laches, aprovechó los grandes valles fluviales que guiaron hacia el Sudeste la dispersión glacial.

Cuando la última invasión wiscosina, cegadas ya las salidas naturales de los valles, las lobas morénicas dibujaron las futuras costas de los Grandes Lagos.

Durante la primera regresión glacial, se formaron, más al Sur de ella, una porción de pequeños lagos, que han tomado nombre de las localidades donde dejaron rastro de su existencia, entre ellos el de Chicago, destinado á ir en aumento progresivo; y el Maumée, que, creciendo, desapareció más tarde; y, al Oeste, un lago muy extenso, hoy también desaparecido, llamado el Gran Lago de Agassiz, cubría el Noroeste del Minnesota, el Nordeste de Dakota y una gran área del Manitoba y del Saskatchewan.

En la zona de los lagos Hurón, Erie, se cuentan nueve, cuyas playas están hoy entre 237 y 192 metros de altitud (la actual del Hurón-Erie, es de 174 metros) tomados estos niveles sobre el área de horizontalidad que se extiende al Sur de una línea que pasa 15 kilómetros al Norte de Birmingham (Mich) y por Ashtabula (Ohio), pues al Norte de esta charnela, se levantan gradualmente hacia el Norte-Nordeste.

1.º	Se creó el lago alto	Maumee	de 237	mts.	de altitud.
2.º	"	"	bajo	"	228 " "
3.º	"	"	medio	"	234 " "
4.º	"	"	Arkona	210	" "
5.º	"	"	Whittlesey	220	" "
6.º	"	"	Wayne	198	" "
7.º	"	"	Warren	204	" "
8.º	"	"	Grassmere	192	" "
9.º	"	"	Lundy	186	" "

Hacia el último periodo, al Oeste del actual lago Superior, se inició la formación del de Duluth; se extendió el Chicago hacia el Norte, y las cuencas del Hurón-Ontario las ocupó el gran lago Warren; desaguaba aquél al Mississipi, el Warren al Chicago, y éste al río Illinois. Poco después, aumentó el Duluth hacia el Este, invadiendo la mitad del área del Superior; se interrumpió la comunicación del Chicago con el Warren; y á éste le substituyó el Lundy, que, bordeando la loba glacial de Ontario, desaguó al Oeste por Albany.

Más tarde del período glacial del Duluth y del Chicago, se creó el gran lago Algonquino, que, iniciado en Port Hurón, los absorbió, extendiéndose al Norte-Nordeste, por encima de Toronto hasta Kirkifield, cubriendo los espacios de los futuros Michigan, Hurón y Superior.

De este lago algonquino, se conocen cuatro episodios: durante el primero, desaguó al Sur por Port Hurón al Erie; en el segundo, á N. E. de Toronto por Kirkifield al lago Iroqués, futuro Ontario, iniciándose la emersión de las tierras del Norte; en el tercero desaguó por Port Hurón al Erie, y por Chicago al Illinois, mucho más á aquél que á éste; y el cuarto episodio es transitorio para quedar muy reducido y confinado al Norte.

Y se llega á los últimos períodos glaciales, creándose el gran lago Nipissing, substituto del Algonquino, del cual fué el río Ottawa un emisario que nacía en North Bay y vertía en las proximidades de Ottawa al mar Champlain, al cual confluía también el San Lorenzo, río emisario del ya creado lago Ontario. Este, por la garganta del Niágara, comunicó con el Erie, que á su vez, por Port Hurón, se enlazaba con el Nipissing.

Mientras estos períodos se sucedían, se retiraba la loba glacial, cuyo borde curvo pasaba por Toronto, Buffalo y Siracusa, invadiendo la actual cuenca del Ontario, y se cree que nació el lago Yroqués, futuro Ontario, que por Monawk desaguó en la cuenca del río Hudson, entonces estuario que unía Nueva York, Albany, Champlain y San Lorenzo, pues, gran parte de esta vía fluvial estaba invadida, durante el período glacial algonquino, por el Océano que penetraba más á Oeste de Montreal.

Son muy curiosos los esquemas de isobasas que acompañan al interesante trabajo de Taylor. Estas líneas de igual deformación, van subiendo en el lago algonquino, desde la cota cero de la charnela ó línea Norte del área de horizontalidad, hacia el Norte. Parece que, aun en nuestros días, continúa esta tendencia á la emersión en la zona de Québec, pues la línea de máxima deformación dibuja un semicírculo, que partiendo de este punto, presenta su convexidad hacia Sur, y cierra en Ottawa, siendo nula en Nueva York.

Las pruebas de que continúa actualmente la emersión de

esta región Norte de los Grandes Lagos, son evidentes, pues el río Nipigon y otros del Norte, muestran en sus desembocaduras señales fehacientes de tal hecho, notándose que, desde que el desagüe volvió á hacerse por Port Huron, el río San Clair cortó 4,50 metros de canal, y aunque las cuencas de los lagos Erie y Ontario parece que tuvieron mayor altura en el nivel de sus aguas—á juzgar por la emersión de deltas lacustres, y la de troncos vegetales de la bahía de Sandusky—quizá ello sea simplemente debido al gran caudal de aguas que entró por Buffalo, después del largo período de pequeño desagüe del gran lago Nipissing.

Cuando el manto de hielos se retiró de la cuenca del lago Ontario y de la escarpa de los Adirondakes señalando el principio del período post-glacial, el Océano Atlántico avanzó con sus aguas por la cuenca de San Lorenzo, convirtiéndola en un golfo que se extendía, por Norte hasta cerca de Ottawa, por Sur hasta el lago Champlain enviando un estrecho brazo por Albany á Nueva York, y por el Oeste hasta las proximidades de Smith's Falls (Ontario) Hoy las antiguas playas están emergidas á altitudes que oscilan entre 105 metros en Plattsburg N. Y., á 138 en Smith's Falls, y hasta 187 metros en Montreal. Del lado Sur del San Lorenzo, la antigua playa de Oswega buza suavemente hacia el Sudoeste, pasando por bajo de las aguas del lago Ontario.

La más grande invasión marina parece poder referirse al medio del período glacial algonquino, estrechándose y retirándose á medida que se sucedieron los períodos siguientes:

Consignamos estas rápidas notas para demostrar cuán complicada ha sido la historia geológica, glacial, y post-glacial, de la región de los Grandes Lagos, interrumpida, según supone Taylor, por grandes intervalos interglaciales, siendo de lamentar que no haya completado tan preciosa monografía con cómputos aproximados de la duración de las principales épocas.

A este respecto, anotaremos que, según Gilbert (1), en los últimos períodos, los lagos Superior, Michigan y Hurón, formando una sola cuenca lacustre, vertían por el Nipissing en el río Ottawa (edad glacial del gran lago Nipissing de Taylor);

(1) *National Geog. Magazine* VIII (1897) página 283.

después, la lenta emersión de las tierras del Norte, empujó estos lagos al Sur y los separó, desaguando el Superior en el Hurón por los rápidos de Santa María, éste en el Erie, y el Erie, por las cataratas y los rápidos del Niágara, en el río San Lorenzo, fenómenos que según Taylor (1), transcurrieron en unos diez mil años, de tal modo que si continuara la emersión de la región Norte con la misma amplitud, bastarían cinco mil años más para que las Cataratas del Niágara desaparecieran, pues no hay que olvidar que el Ontario y San Lorenzo, región actualmente en emersión, están al Norte del paralelo que pasa por aquellas.

III) Los campos de dispersión glacial de la América del Norte.

En cambio, el Sr. Warren Upham, D. Sc. de St. Paul. Minn. U. S. A., consigna en dos preciosas monografías presentadas al Congreso, *The Sangamon interglacial stage in Minnesota and Westward*, y *Fields of outflow of the North American ice-sheet*, interesantes cómputos de la duración de los intervalos glaciales é interglaciales.

Antes de resumir sus cifras, copiaremos el cuadro cronológico de la época glacial que figura en la edición del texto de "Geología," de Chamberlain y Salisbury, á saber:

- | | | |
|-----------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1. ^a | invasión conocida. | Piso Sub Aftoniano ó Jerseyano. |
| 1. ^o | espacio interglacial. | " Aftoniano. |
| 2. ^a | invasión | " de Kansan. |
| 2. ^o | espacio interglacial. | " de Yarmouth ó Buchanano. |
| 3. ^a | invasión | " Illinoiana. |
| 3. ^o | espacio interglacial. | " Sangamoniano. |
| 4. ^a | invasión | " Iowaniana. |
| 4. ^o | espacio interglacial. | " Peoriano. |
| 5. ^a | invasión | " Primera Wisconsiniana. |
| 5. ^o | espacio interglacial. | " Innominado aún. |
| 6. ^a | invasión | " Última Wisconsiniana. |
| 6. ^o | | Subpiso glacio-lacustre. |
| 7. ^o | | Subpiso marino de Champlain. |

(1) *Studies in Indiana Geology.*

Mr. Warren Upham, separándose de la opinión del profesor James Geikie, duda, por falta de pruebas, que los hielos hayan abandonado totalmente, durante los espacios interglaciales, la zona central del área glacial; sospecha que estos intervalos interglaciales sólo han afectado á la región ocupada por las morenas terminales, y en este caso, todo el *drift* del Norte de América, pertenecería á una sola y única época glacial con grandes fluctuaciones en los bordes del manto helado.

También sustenta esta opinión, para las Islas Británicas, G. W. Lamplugh, F. R. S. St Albans, England, pues concluye su interesante monografía *The interglacial Problem in the British Islands*, diciendo: "Hasta el presente no se ve razón para suponer que las Islas Británicas hayan sido más de una vez invadidas por los hielos de la época glacial.

En este caso, más bien que las seis invasiones glaciales contadas en la América del Norte, habría habido una sola invasión glacial, con seis épocas de máxima intensidad y cinco intervalos interglaciales de mínima.

Pues bien, los últimos escritos del profesor Samuel Calvin, de Iowa, asignan á la duración de las tres primeras épocas de máxima, dos interglacialismos inclusos, unos doscientos mil años; Mr. Warren Upham, computa entre cincuenta á setenta y cinco mil años la duración de aquellos, y entre diez y quince mil la de éstos, y supone que hace cuarenta á cincuenta mil años que terminó dicho tercer máximo Illioniano; al cuarto, ó invasión iowaniana, la supone de diez mil años de duración; de otros diez mil á la Wisconsiniana ó quinto máximo; de sólo mil á dos mil la duración del lago Agassiz y sus contemporáneos los lagos glaciales del bajo San Lorenzo, calculando que hace sólo cinco á diez mil años que se retiraron de aquella región los últimos hielos, es decir, que coincidió el último y final retroceso con los umbrales de la edad histórica.

Si el tercer máximo terminó hace cincuenta mil años, y los subsiguientes emplearon en el avance unos veinticinco mil, y hace diez mil que ocurrió la última regresión, resulta que los tres últimos espacios interglaciales, Sangamoniano, Peoriano é Innominado, debieron haber sido muy cortos.

Mr. Warren Upham, sin desconocer la influencia que en las oscilaciones glaciales pudo ejercer el lento movimiento os-

cilante de la Tierra, causa de la precesión de los equinocios, combinado con los períodos de máximum de excentricidad de su órbita, cree, sin embargo, que la causa más fehaciente de la edad glacial, debió haber sido la gran altitud que tenían en aquella época las áreas continentales invadidas por los hielos, cuya, á juzgar por la profundidad de los valles preglaciales hoy sumegidos, no debía ser, tanto en Europa como en América, menor de 1.000 á 1.700 metros sobre el actual nivel de los mismos.

El descenso de estas altas áreas, provocó el cambio de climas en la región meridional del campo glacial, y así, el Sur del Canadá y el Norte de los Estados Unidos, pudieron pasar desde un clima groenlándico al templado que hoy les caracteriza, y la flora y fauna de este último extenderse hasta casi tocar al borde frontal de los heleros, como sucede actualmente en los Alpes Suizos y en otras regiones donde el glacialismo es debido á especiales condiciones topográficas, sin que intervengan para nada las geográficas ó de latitud.

Como á esto podía objetarse que la época glacial se sintió con igual intensidad en todo el globo, cabría pensar si la gran altitud que las cordilleras terciarias, cuyo levantamiento circundó al mundo, tuvieron antes de ser desgastadas por la erosión, habrá contribuído á la generalización del fenómeno.

A continuación damos la traducción de las Memorias de los Sres. Sederholm y Collins sobre los temas IV y V, puestos á discusión en el XII Congreso Internacional, y que tienen interés para comprender bien lo que constituye la segunda parte de este trabajo.

PROPOSICION CONCERNIENTE A LA NOMENCLATURA DEL PRE-CAMBRIANO

POR J. J. SEDERHOLM,

DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE FINLANDIA

Para evitar la ambigüedad en el uso de la palabra Pre-cambriano, yo propongo al Congreso que se adopte la definición siguiente:

El Pre-cambriano comprende todas las formaciones anteriores a los lechos inferiores del horizonte de Olenellus, y no se debe restringir a una subdivisión menor de este conjunto. Hablando muchos casos en que el horizonte que contiene los Olenellus, se apoya en estratificación concordante sobre otros lechos sedimentarios, no se sabe si éstos deben incluirse en el cambriano ó no. Algunos autores han preferido llamar estos sedimentos Eocambriano. En todo caso es necesario definir el límite entre el Cambriano y el Pre-cambriano de tal manera que no se pueda tomar un espacio considerable inferior á los bancos de Olenellus ú otras rocas separadas de él por discordancias como Cambriano ó Eocambriano. El Pre-cambriano de cada región puede dividirse tomando como plano de división las grandes discordancias ayudando el estudio de los contactos, especialmente con las grandes extensiones de granito, al conocimiento de la edad relativa de las rocas. Cuando hubiese áreas de rocas Pre-cambrianas separadas por fronteras políticas, debía seguirse sus relaciones independientemente de estas fronteras, y, por lo tanto, expreso al Congreso Geológico Internacional la esperanza de que los gobiernos de aquellos países que poseen distritos comunes de rocas pre-cambrianas facilitarán su estudio comparativo formando comisiones internacionales. Subdividiendo las rocas pre-cambrianas de esta manera, aparece la dificultad que no contienen únicamente sedimentos y rocas eruptivas intercaladas, sino también rocas plutónicas inferiores á la superficie cuando se solidificaron. Cuando las rocas plutónicas penetran en una serie inferior y las recubren con una discordancia una serie más moderna de roca, se pueden simplemente designar como posteriores ó anteriores á estas series, ó como están más íntimamente unidas con las inferiores, se les puede colocar en esta misma subdivisión.

Los métodos usados en el Canadá para agrupar rocas graníticas de diferentes épocas en la misma edad laurentiana, no está de acuerdo con las reglas de nomenclatura estratigráfica seguida en otros sitios.

En la ausencia de fósiles ú otras reglas universales, por el momento es imposible relacionar con alguna exactitud los terrenos pre-cambrianos en regiones muy separadas.

Es posible que con el tiempo se vea que los climas de distintas épocas han dado los mismos caracteres á los sedimentos pre-cambrianos de diferentes regiones, ó que los movimientos dinámicos y la actividad volcánica han sido sincrónicos, y que se puedan relacionar series sedimentarias sobre esta base.

En la ausencia de una clasificación cronológica mundial del Pre-cambriano, no se puede dividir este complejo terreno en un gran número de subdivisiones, como sucede con las zonas fosilíferas. La clasificación más común del Pre-cambriano es de dos grupos, uno que contiene las rocas sedimentarias cuyos caracteres estratigráficos y petrológicos no han sido muy modificados por el metamorfismo y aquellos otros donde predominan las rocas graníticas y gneisicas y los estratos de origen sedimentario están tan íntimamente ligados á estas rocas que sus antiguos contactos frecuentemente no pueden reconocerse.

En América, estas dos grandes divisiones han sido llamadas Algonquino y Arcaico. Al principio se creyó que el Arcaico podía ser equivalente al Azoico; pero ahora se ha admitido que incluye sedimentos muy metamórficos. En Feno-Scandia se quiso seguir al principio la definición teórica de Arcaico, según la cual no incluye rocas sedimentarias, en cuyo caso habría que substituir el nombre de Arcaico por el de Algonquino; pero sin embargo, el término Algonquino se ha aplicado en aquella región principalmente á los sedimentos pre-cambrianos más modernos sin granitizar.

El estudio detallado de los sedimentos más antiguos pre-cambrianos en América, especialmente en el Canadá, nos dará á conocer otras series más antiguas que faltan en parte de la región del Lago Superior.

Se debe concretar sin embargo que el Arcaico y Algonquino designan más bien tipos de rocas pre-cambrianas y no grupos de determinadas épocas. Las rocas de tipo algonquino en una parte del mundo pueden ser equivalentes á las arcaicas de otra parte.

Yo, por lo tanto, propongo la siguiente resolución:

Donde es posible separar varias series sedimentarias pre-cambrianas de otras más antiguas que contienen estratos muy metamórficos é íntimamente unidas con el granito, se puede llamar provisionalmente á las primeras algonquinas, las segundas arcaicas, sin que quiera decir esto que haya equivalencia con el arcaico y algonquino de otras partes del mundo.

Mientras que no se puedan relacionar las series pre-cambrianas de diferentes partes del mundo con cierta seguridad, toda división en grupos de este complejo tendrá más bien un valor teórico que práctico. Se han querido dar varios nombres con significado teórico, como Eparcaico, Proterozoico, Archeozoico, Eozoico, Agnotozoico, etc.; pero si añadimos al Paleozoico, que ya significa algo antiguo, un Proterozoico más antiguo y un Archeozoico aún más anciano, esta forma de terminología, considerando al Pre-cambriano como apéndice á la clasificación de grupos modernos, parece violar los principios de una buena nomenclatura.

Por esta razón se ha querido adoptar la palabra Agnotozoico; pero en el caso de que no haya organismos no se debía aplicar la raíz zoico, y si las hay, en este caso la raíz agnoto no está justificada. Yo he querido eliminar estas dificultades proponiendo el término Progonozoico ó también Progónico. Sin embargo, más bien propongo la introducción de este último término como equivalente á Pre-cambriano, señalando la independencia de la geología pre-cambriana de la geología de épocas más modernas, puesto que emplea métodos distintos de investigación. El Progónico en este caso podía subdividirse en Neoprogónico, Mesoprogónico y Archeoprogónico. Sin embargo creo mejor dejar por ahora de adoptar nombres teóricos para los distintos grupos pre-cambrianos.

Parece conveniente que se empleen más colores para la designación de las rocas pre-cambrianas en los mapas internacionales. Esto podía hacerse dando diferentes tonos del mismo color, sin inmiscuirse en la coloración de las rocas sedimentarias más modernas. A lo menos sería necesario tres divisiones para los sedimentos pre-cambrianos, uno para las formaciones que en general no sean metamórficas (incluyendo el Keweenawan, Torridiniano, Jotnian, etc.), otro para los sedimentos metamórficos (Huroniano ó Jatuliano) y otro para los sedimentos muy metamórficos de tipo arcaico (Keewatin, Kaleviano, Bothnian, etc.).

Se debían distinguir tres tipos de granitos, uno no metamórfico, un tipo arcaico débilmente metamórfico y granitos gneisicos ó gneises típicos.

A lo menos son necesarios dos tonos para las rocas básicas, uno que incluya las diabasas, basaltos, etc., no metamórficas, y otro, las rocas correspondientes uralitizadas («metabasitas»). Otro que designe las rocas migmatíticas, entre las cuales se podía incluir los granulitos. Y, por último, como no es posible dividir con tal detalle todas las áreas pre-cambrianas, debía haber un color distinto para el cambriano sin clasificar.

UNA CLASIFICACION DE LA FORMACION PRE-CAMBRIANA

EN LA REGION DEL ESTE DEL LAGO SUPERIOR

POR W. H. COLLINS,

DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DEL CANADÁ

No se conoce geológicamente más que el borde Sur del gran escudo precambriano, que ocupa gran parte del Canadá y el Norte de los Estados Unidos. Los grandes depósitos de hierro, cobre, níquel y otros minerales que se encuentran en esta región, han hecho que casi todas las investigaciones geológicas detalladas se hayan concentrado en estos distritos y se haya desarrollado la nomenclatura de la clasificación pre-cambriana casi exclusivamente en esta parte del Canadá, cerca de los grandes lagos; se pueden dividir en tres regiones, que podemos llamar del "San Lorenzo", "Temiskaming" y "Lago Superior". No ha sido nunca difícil relacionar satisfactoriamente los distintos distritos comprendidos en una sola región; pero ha habido grandes dificultades al querer relacionar las distintas regiones entre sí, puesto que la distancia que les separa es muy grande, las condiciones geológicas muy distintas y además se han hecho clasificaciones generales hace algunos años, cuando los conocimientos geológicos se iban desarrollando desigualmente en las grandes regiones. Tal ha sucedido con la clasificación adoptada por el Comité Internacional en 1904, que si bien vino perfectamente para la región del Lago Superior ha dado lugar á grandes dificultades en la región de Temiskaming.

Aquí vamos á restringirnos en lo posible formulando una clasificación para el Pre-cambriano de la región de Temiskaming

La región del "San Lorenzo" nunca ha tenido grandes relaciones con la de Temiskaming; pero ésta y la del Lago Superior están tan íntimamente relacionadas que no se puede estudiar la primera sin hacer referencia á la segunda.

Ambas regiones están separadas por una faja de sedimentos paleozoicos de 200 kilómetros de ancho.

La primera clasificación pre-cambriana de Norte América se aplicó á la región de Temiskaming, por Logan, del año 1848 al 1855. Según éste, la

formación pre-cambriana se divide en dos sistemas: Laurentiano y Huroniano, el primero que comprendía los granitos, gneises y aquellas otras formaciones ligadas al complejo gnéisico, mientras que el segundo comprendía todos los sedimentos pre-cambrianos y rocas intrusivas asociadas y apoyadas en estratificación discordante sobre el Laurentiano. Es natural, debido al poco conocimiento del país y á la idea predominante que los gneises eran de origen sedimentario, que hubiese dudas al señalar las líneas de separación entre el Laurentiano y el Huroniano.

Desde el tiempo de Logan hasta hace diez años se hizo poco adelanto en la subdivisión del Pre-cambriano en la región de Temiskaming, mientras que se adelantaba rápidamente en la región del Lago Superior, donde se habían encontrado depósitos de mineral de hierro y cobre de un valor grandísimo.

Se adoptaron aquí las definiciones de Logan, pero se encontró que eran inadecuadas para el trabajo detallado y se subdividieron y suplementaron con nuevos términos.

Después se reintrodujeron estas subdivisiones en la región de Temiskaming; pero si bien en los primeros años estas nuevas divisiones (Keewatin, etcétera) se emplearon comúnmente, después se ha visto que es necesario tener conocimientos más profundos de las relaciones geológicas de ambos distritos para poderlos aplicar con exactitud y certeza.

Actualmente existe la opinión entre los miembros del Instituto Geológico que en lugar de querer adoptar la nomenclatura del Lago Superior en esta región, se debía desarrollar independientemente otra división conveniente hasta que se puedan relacionar exactamente ambos distritos. Esto es lo que se ha hecho en el siguiente cuadro:

	I	II	III
	Pleistoceno.	Pleistoceno.	Pleistoceno.
Keweenawan.	Diques últimos de granito	Siluriano (Niágara)	Siluriano (Niágara)
	Diques de diabasa con olivino	Diabasa de Nipissing	Diabasa de Nipissing.
	Granito	Eruptivo níquelífero de Sudbury	Norita de Sudbury, etc.
	Eruptivo níquelífero de Sudbury		
Animikie	Arenisca de Chelmsford	Series de Cobalt	Series de Lorrain
	Pizarra de Onwatin		
	Toba de Onaping		
	Conglomerado de Trout Lake	Series de Temiskaming	Series de Cobalt
Huroniano	Conglomerado del Lago Ramsay		
Gneis granitoides laurentiano	Intrusivas ácidas y básicas	Granito Lorrain	Series de Sudbury
Huroniano			
	Arcosa de Copper Cliff	Series de Fabre	Series de Temiskaming, etc
	Grauvaca de Mc. Kim		
Granito	Cantos en la arcosa de Copper Cliff	Granitos intrusivos	Granitos intrusivos
Huroniano inferior (Keewatin)			

(discordancia)

(discordancia y erosión)

(discordancia y erosión)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(gran discordancia)

(gran discordancia)

(gran discordancia)

(gran discordancia)

(gran discordancia)

(gran discordancia)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(contacto intrusivo)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

(discordancia)

En la columna primera de este cuadro están las series descritas por A. P. Coleman en el distrito de Sudbury. En la columna segunda la última clasificación de W. G. Miller del Pre-cambriano del distrito de Cobalt. Desde el año 1908 se ha estado relacionando geológicamente ambos distritos, separados unos cien kilómetros, y se han obtenido ciertas modificaciones en las subdivisiones que están indicadas en la columna tercera.

1.ª La diabasa de Nipissing, la norita de Sudbury, etc., se consideran en general como de la misma edad, aunque quizá no sean exactamente equivalentes. Su posición general entre las rocas pre-cambrianas, su carácter litológico y depósitos minerales asociados las une con la formación Keweenawan del Sur del Lago Superior.

2.ª No parecen convincentes las razones para incluir la arenisca de Chelmsford en el Animikie; por lo tanto, hemos substituído este nombre por el de series de Whitewater.

3.ª En lugar de unificar las series de Cobalto, como hace Miller, las dividiremos en dos series de Cobalt y de Lorrain, puesto que parece se han formado en condiciones completamente distintas, siendo las primeras terrestres, quizá glaciales, y las segundas acufferas.

4.ª El nombre de series de Sudbury ha sido adoptado recientemente por el profesor Coleman.

5.ª No se quiere tener una correlación precisa entre las rocas inferiores a las series de Cobalt, sino agrupar las formaciones similares de Sudbury, Cobalt, Porcupine, Fabre y otros distritos. En todos éstos parece haber habido un período de actividad volcánica (Keewatin), sucedido por otro de sedimentación (series de Sudbury). No se ha demostrado sin embargo que estos procesos fuesen sincrónicos en los diferentes distritos, y esto no se puede ver hasta que hayan aumentado nuestros conocimientos geológicos de la región. Las formaciones de la columna tercera se pueden agrupar en dos grandes divisiones; todas las rocas inferiores a las series de Cobalt, son ó volcánicas y sedimentarias muy plegadas, ó grandes masas intrusivas de granito y gneis; son todas cristalinas y tienen muy pronunciados los efectos de los metamorfismos de contacto y dinámico. Por el contrario, las series de Cobalt y otras rocas que se apoyan con una discordancia sobre esta formación cristalina, son rocas intrusivas y sedimentarias poco metamorfoseadas de aspecto más moderno. Esta discordancia, que separa dos grupos de rocas tan distintas, tiene un gran valor cronológico.

Vemos, pues, que la discordancia en la base de las series de Cobalt es un límite importante que separa en el Pre-cambriano de la región de Temiskaming una división más antigua, de extenso metamorfismo, de otra más moderna de metamorfismo menos importante. Logan reconoció en 1848 esta división, llamando a cada subdivisión Laurentiano y Huroniano, aunque debido al escaso conocimiento del país y a una concepción errónea de la naturaleza de los gneises y pizarras, no supo siempre aplicarla convenientemente. Pero desde ese tiempo los nombres de Huroniano y Laurentiano han tenido diferente significado, de manera que no podemos aplicarlos en su sentido primitivo.

La expresión Huroniano se hace actualmente en un sentido parecido al

que tuvo primitivamente, y por eso podemos aplicarlo a la división superior de la columna tercera, mientras que habiendo cambiado completamente la acepción del término Laurentiano lo substituiremos por el de Pre-huroniano para las formaciones de la parte inferior de dicha columna.

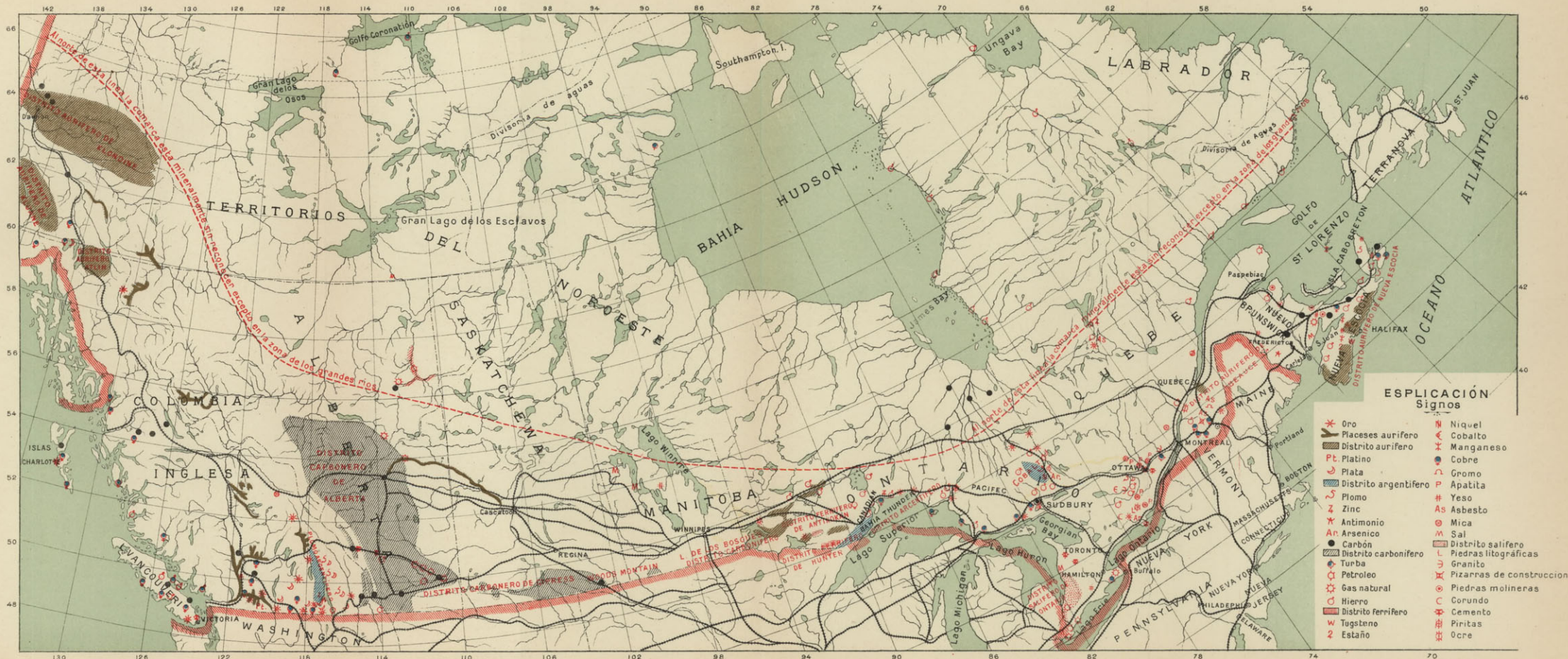
En resumen: llamaremos Huroniano a todas las rocas pre-cambrianas por encima de la discordancia de la base de las series de Cobalt. Su límite inferior está completamente definido en la Región de Temiskaming. Su límite superior no está tan bien marcado, pues si el Keweenawan se considera actualmente como pre-cambriano, en caso de que por investigaciones ulteriores pasase al Paleozoico habría que separarlo del Huroniano.

El nombre de Pre-huroniano se aplicará a todas las rocas inferiores a la discordancia de la base de las series de Cobalt. Es posible que el Pre-huroniano se pueda dividir en dos ó más partes cuando aumenten nuestros conocimientos geológicos de este terreno.



DISTRIBUCIÓN GEOLÓGICA DE LOS MINERALES DEL CANADÁ

Escala 200 millas = 1 Pulgada
 Milla 0 20 40 60 80 100 200 300 400 Millas



PARTE SEGUNDA

EXPEDICION GEOLOGICA POR LOS PRINCIPALES DISTRITOS MINEROS

DE ONTARIO. SUDBURY. COBALT Y PORCUPINE

Con ocasión del Congreso Geológico se organizó una excursión, de la cual formamos parte la C-6, cuyo objeto principal fué el estudio de los principales distritos de minas metalíferas del E. del Canadá, á saber: Sudbury, Cobalt y Porcupine.

En esta excursión, lo mismo que en las demás, tomaron parte un grandísimo número de congresistas, y puede considerarse como un verdadero modelo de organización, pues salvaron las grandísimas dificultades de alojar un número crecido de viajeros en un país virgen donde aún no ha habido tiempo de hacer las poblaciones, poniendo, durante todo el tiempo de la excursión, un tren especial con coches *restaurant* y camas á la disposición de los miembros de la expedición.

No menos acertada fué la dirección técnica de la expedición, encomendada al distinguido geólogo Mr. W. G. Miller, ayudado en cada distrito por los geólogos que más se habían especializado en su estudio; entre éstos merece especial mención, por los muchos é interesantes datos que proporcionó á los congresistas, el profesor A. P. Coleman.

Aprovechamos esta ocasión para señalar á estos señores nuestro más expresivo agradecimiento por las constantes atenciones que tuvieron con nosotros durante toda la expedición y felicitarles, al mismo tiempo, por la brillante manera como desarrollaron su labor, demostrando el alto nivel á que en tan

pocos años ha llegado el estudio de la Geología en el Canadá.

Además de estos tres distritos, visitamos otros de menos importancia, y tanto en unos como en otros fué objeto preferente de la excursión el estudio geológico de los yacimientos, pero, además, pudimos examinar las minas bajo su aspecto industrial, viendo el grado de prosperidad á que ha llegado la minería en este país, merced á la riqueza de sus yacimientos y á la protección que le prestan los Gobiernos.

También tuvimos ocasión de examinar la formación precambriana, representada aquí con una variedad y riqueza de rocas poco frecuente en otros países.

CAPÍTULO PRIMERO

Sudbury.

La región de Sudbury se conoce especialmente por sus minas de níquel, las más importantes del globo; pero para los geólogos tienen el mismo interés sus rocas eruptivas, entre las cuales existe un manto formando un lacolito de más de una milla de grueso, y su serie completa, de formación precambriana, probablemente no sobrepasada en ninguna otra área del mismo tamaño de América. La región también nos muestra superficies de rocas estriadas, debido á los heleros pleistocenos y depósitos costeros y de agua profunda del antiguo lago Algonquín.

Los caracteres topográficos más importantes están subordinados al gran casco del níquel eruptivo, formado por un borde exterior de norita, fácilmente atacada por los agentes atmosféricos, que pasa gradualmente á una parte interior de carácter granítico que ha metamorfoseado y endurecido las rocas superiores. Después de la superficie ondulada arcaica que rodea el manto, hay siempre una depresión, algunas veces ocupada por lagos, que corresponde á la parte básica del eruptivo, detrás de la cual aparecen las colinas escarpadas que forman la parte ácida y los sedimentos metamorfoseados sobrepuestos.

Sudbury, la población más importante de la región, está situada algunas millas al SE. del borde del manto y se apoya sobre las rocas más antiguas. La clasificación más reciente del precambriano en la región de Sudbury es la siguiente:

Post Keweenawan?—Diques de diabasa y granito.

Keweenawan?—Sábana eruptiva níquelífera.

Huroniano.—Huroniano superior.—Conglomerado, toba, pizarra y arenisca.

» (Huroniano central, falta.)

» » inferior.—Conglomerado de la base.

Laurentiano.—Granito y gneis cortando las rocas más antiguas.

Series de Sudbury.—Arcosa de Copper Cliff, grauvaca de McKim, cuarcita del lago Ramsay.

Keewatin.—Formación ferrífera, pizarras verdosas.

Series de Grenville.—Cuarcita, pizarra con silimanita, gneis y caliza cristalina.

No se sabe si las series de Keewatin y Grenville son de la misma edad, pues los dos grupos de rocas no se encuentran reunidos.

Geología de Sudbury.—La población de Sudbury está construida principalmente sobre arcillas estratificadas, que se apoyan en arenas formadas por el antiguo lago Algonquín; algunas colinas se elevan sobre este fondo del lago, mostrando sus rocas superficies alisadas y rayadas por la acción de heleros pleistocenos. La roca principal, dentro de la población, es la grauvaca de McKim, bien estratificada, como se ve claramente en su superficie descompuesta. Las capas buzan mucho, y aun llegan á estar verticales, contra una masa lacolítica de gabro hacia la parte E. de la ciudad. La grauvaca presenta huellas del metamorfismo de contacto, debido á la presencia del gabro y demás rocas eruptivas de la región. Hacia el SE., en las playas del lago Ramsay, sigue á la grauvaca una cuarcita gris pálida bien estratificada en bancos gruesos, presentando sus lechos frecuentemente estratificaciones discordantes. Las cuarcitas del lago Ramsay forman un grupo extenso de rocas con un ancho máximo de 10 kilómetros y un espesor estimado en 4.000 metros. Aparentemente, se apoyan sobre la grauvaca.

Masas de rocas verdes y gabros muy descompuestos penetran, á través de la cuarcita, en varios sitios, y el granito ó gneis granitoide de tipo laurentiano las corta hacia el S. y SE. Las rocas eruptivas más interesantes forman una serie de colinas en la parte E. de Sudbury, donde el gabro ha levantado la capa de grauvaca y, algunas veces, la ha doblado ligeramente. El gabro es de color gris verdoso, muy descompuesto, formado principalmente por hornablenda y plagioclasa mal conservada, encontrándose en algunos sitios grandes masas de cuarzo, que se beneficia como fundente. Alguna pirrotita con níquel se encuentra en esta masa de cuarzo, indudablemente

en relación con la masa eruptiva níquelífera situada algunos kilómetros al NO.

Las rocas sedimentarias de las series de Sudbury mencionadas anteriormente fueron levantadas y plegadas por las eruptivas y después igualadas hasta formar una planicie ondulada anterior á la época huroniana. Sobre el borde levantado de la cuarcita se halla un conglomerado de cantos gruesos casi horizontal.

Este conglomerado, con las rocas infrayacentes, forma frecuentemente una brecha compuesta de bloques grandes, cementados por una materia más fina, formada durante los trastornos debidos á la aparición del níquel eruptivo.

Interior del casco níquelífero.—La roca siguiente es la gran sábana lacolítica del níquel eruptivo, que forma un fondo de barco, 30 kilómetros de ancho por 55 de largo del SO. al NE. Como esta sábana es muy posterior á los bancos sobrepuestos, describamos antes estas rocas sedimentarias. Se consideraron como cambrianas por el Dr. Robert Bell; pero no se han encontrado fósiles en ella y, petrográficamente, se parece algo al huroniano superior, con el cual las hemos clasificado.

Se encuentran cuatro subdivisiones sucesivamente en el interior del fondo de barco: los conglomerados del lago Trout, en la parte exterior, apoyándose directamente sobre la sábana eruptiva; la toba de Onaping, formando un cinturón interior de mayor anchura; las pizarras de Onwatin, y, por último, la arenisca de Chelmsford, que forma el centro del fondo de barco. El conglomerado es de textura gruesa, y generalmente ha sufrido hondas acciones metamórficas de la sábana eruptiva infrayacente, de manera que su matriz se ha transformado frecuentemente en micro-pegmatita. El conglomerado pasa gradualmente á la toba de Onaping, que se puede ver muy bien en la caída del río Onaping. La toba está compuesta por fragmentos de aristas agudas, cementados por un polvo volcánico, transformado actualmente en calcedonia, serpentina, etc.

No hay límite bien marcado entre la toba y la pizarra de Onwatin. Esta es negra y altamente carbonosa, conteniendo hasta 10 por 100 de carbono, en ella se han encontrado curiosas venas de antraxolita (carbón antracítico). Esta antraxolita, que pura contiene 95 por 100 de carbono, debe haber sido

flúida al principio. Como la pizarra negra es la roca más blanda de la región, ha sufrido más por la erosión que el resto, y está, en su mayor parte, cubierta con depósitos modernos.

La arenisca de Chelmsford es gris oscura y casi se le podía llamar una grauvaca con numerosas concreciones ovales de caliza impura. Las rocas sedimentarias que se apoyan sobre el níquel eruptivo tienen un buzamiento hacia el interior de unos 30° y se les calcula el siguiente espesor:

Huroniano superior (Animikie).....	}	Arenisca de Chelmsford, 150 á 300 m.
		Pizarra de Onwatin, 1.200 m.
		Toba de Onaping, 1.100 m.
		Conglomerado del lago Trout, 6-120 m.

El níquel eruptivo.—La formación más interesante de la región es la sábana lacolítica, que forma el fondo de barco y que nos da el gran depósito de mineral de níquel y cobre que ha hecho famoso este distrito. Se estima que contiene unos 2.500 quilómetros cúbicos de roca y era antiguamente mucho mayor, puesto que ha perdido la mayor parte de su masa primitiva por la acción de la erosión.

La sábana está compuesta de norita en su parte inferior, pasando ésta gradualmente á micro-pegmatita en la parte superior. El mineral se encuentra en la parte inferior de la norita y, donde hay una depresión en el muro de ésta. La pirrotita-norita aparece formando masas de mineral, que contienen millones de toneladas de pirrotita y otros sulfuros. Indudablemente, las tres sustancias mineral, norita y micro-pegmatita pertenecieron á la gran masa de rocas fundidas que subió por algún canal inferior y se extendió sobre la superficie de rocas antiguas de las series de Sudbury y gneises laurentianos, y debajo de los sedimentos del animikie ya descritos. Al aparecer el magma, el piso de rocas antiguas se hundió, dando lugar á que tomase la sábana y los sedimentos sobrepuestos su forma sinclinal.

De esta manera, un espesor de más de quilómetro y medio de rocas fundidas fué recubierto por 3.000 m. de roca sedimentaria. Su enfriamiento tiene que haber tenido lugar con extremada lentitud, permitiendo á los materiales más pesados que reposasen en el fondo y que la parte más ácida del magma

haya metamorfoseado profundamente el conglomerado que se apoya sobre él y haya silicificado y endurecido la parte inferior de la toba de Onaping.

La erupción de la sábana de norita fracturó las rocas adyacentes, y casi en todo su contorno hay unas brechas y conglomerados, compuestos de fragmentos de la roca anterior, cementadas por la norita ó el mineral. La norita está formada principalmente por labradorita é hyperstena con piroxeno y algunos cristales grandes de biotita.

Desde su primer descubrimiento ha habido muchísimas discusiones respecto á cómo se han formado y han tomado su posición actual estas enormes masas de sulfuros. Se han presentado dos teorías completamente distintas para explicar la formación de los depósitos, á saber:

1.^a Que estos sulfuros son de formación directamente ígnea, producto de segregación del borde de un magma de norita ó gabro.

2.^a Que son masas minerales de origen claramente secundario y acuífero, resultado de substituciones según zonas quebrantadas de mínima resistencia.

Distintos autores han defendido calurosamente ambas teorías, sin admitir que haya sido posible que hayan coadyuvado ambas en la génesis de la masa mineral, pues no se puede negar que, aunque sean de un origen directamente ígneo, pudo tener grandísima influencia en la formación del depósito las disoluciones acuosas que siempre acompañan á estos fenómenos, é inversamente no tuvieron en cuenta la acción que debieron ejercer, sobre las aguas que las atravesaron, las masas de norita que siempre acompañan á los criaderos.

Uno de los primeros que defendió la hipótesis del origen de diferenciación del criadero fué el profesor J. H. L. Vogt, de Cristianía, insistiendo, sin embargo, demasiado en la exclusividad de esta teoría, pues estudios posteriores han demostrado que, si bien la hipótesis de la segregación directa de estos sulfuros de un magma ígneo, es indudablemente la verdadera, sin embargo, los fenómenos agrupados comúnmente bajo el epigrafe de "Acción secundaria," tienen una importancia grandísima y han contribuído poderosamente á dar el inmenso desarrollo que tienen actualmente los depósitos níquelíferos.

La parte más básica de la roca analizada contiene un 50 por 100 de sílice, y los ejemplares más ácidos de micro-pegmatita, 69 por 100.

Todas las rocas del distrito han sido cortadas por diques de diabasa con olivino, algunos de los cuales tienen 60 á 100 metros de ancho, y se pueden seguir sus afloramientos á través de la norita, el mineral y las restantes rocas de la región. Esta diabasa y algunos diques más irregulares de granito son las rocas más modernas de la región y pueden corresponder á las primeras épocas paleozoicas.

Los depósitos de níquel.

Los minerales de níquel que han dado importancia á la región son de un carácter muy uniforme. En las minas mayores la mena está formada por pirrotita en su mayor parte, con cantidades menores de pentlandita ($NiFe$)S y calcopirita. La pentlandita está finamente diseminada á través de la pirrotita y no aparece á la simple vista; pero en la superficie pulimentada del mineral se descubre su presencia con ayuda del microscopio.

Además se presenta en menores cantidades marcasita, polidimita, gersdorffita, millerita y nicolita.

Todos estos minerales son compuestos de hierro ó níquel, ó de ambos metales, con azufre y arsénico.

No se han encontrado minerales de níquel secundarios, y en esto se parece este distrito á los de Noruega y difiere de los yacimientos de Nueva Caledonia.

La pirita magnética ó pirrotita es el sulfuro que más abunda; su fórmula química varía de $Fe_5 S_6$ á $Fe_{16} S_{17}$, y raramente tiene forma cristalina.

La pirrotita de Sudbury varía muchísimo en cuanto á sus propiedades magnéticas, y aunque se desconozca la causa de este fenómeno, quizá sea debido á existir diseminadas partículas de magnetita en las variedades más magnéticas.

La pirrotita pura contiene 60 por 100 de hierro; pero, á pesar de esta ley, superior á la de la mayor parte de las menas de hierro, no se ha podido beneficiar este metal. Es curioso que, sirviendo en la mayor parte de los casos el níquel para

mezclarlo con el hierro, haya que separar éste cuidadosamente en las escorias al fundir los minerales de níquel, empleando costosos procedimientos metalúrgicos.

Se encuentra la pirita de hierro $Fe S_2$ en muchas minas, distinguiéndose de la pirrotita por su dureza, resistencia á la acción de los agentes atmosféricos y color amarillento más claro.

La pirita, asociada á la pirrotita, suele ser níquelífera, reemplazando el níquel parte del hierro de la pirita.

También se encuentra la especie rómbica marcasita, no estando cristalizada más que en filones cruceros, que son indudablemente de origen posterior al de los minerales de níquel.

El mineral más importante de estos yacimientos es la pentlandita ($FeNi$)S, pues es la mena principal de níquel, á pesar de que no se reconozca generalmente en los minerales más que después de un examen detenido.

En las superficies frescas no se distinguen bien la pentlandita y la pirrotita; pero, una vez descompuesto el mineral, la primera toma un color de latón, que se distingue fácilmente del tono bronceado de la segunda.

No siendo la pentlandita magnética, y siéndolo la pirrotita, se creyó al principio que se podría aplicar la separación magnética á estos minerales; pero, después de costosos ensayos, se ha visto que la mezcla de ambos minerales es demasiado íntima para poder aplicar prácticamente dicho procedimiento de separación.

La pentlandita contiene del 18 al 40 por 100 de níquel.

La polidimita $Ni_4 S_5$ es un sulfuro de níquel con una pequeña cantidad de hierro y una pequeñísima cantidad de cobalto reemplazando parte del níquel.

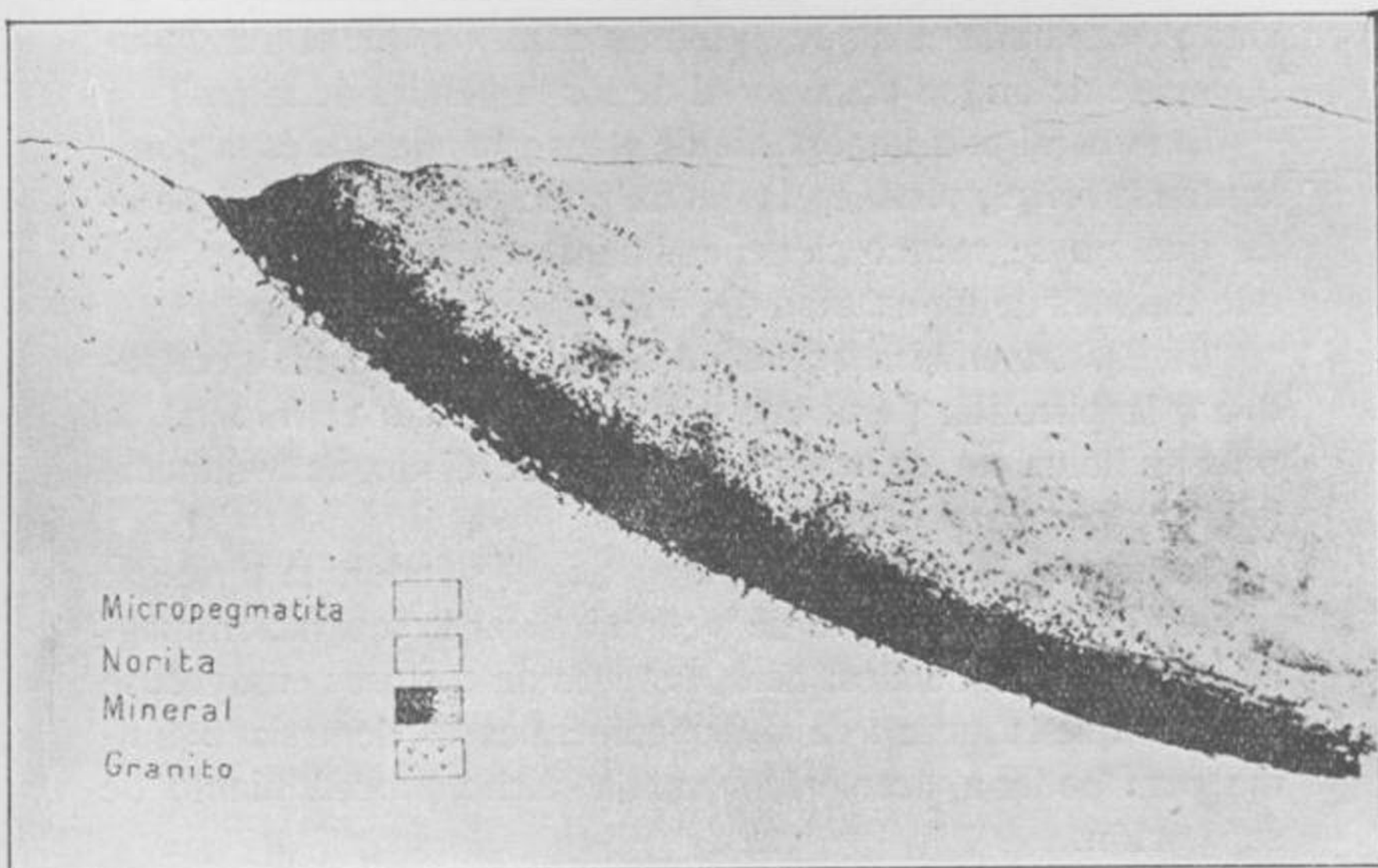
Las proporciones de níquel y hierro al azufre en la polidimita son parecidas á las proporciones de hierro y níquel al azufre en la pirrotita; pero como la pentlandita, la polidimita cristaliza en el sistema isométrico, mientras que la pirrotita es hexagonal.

La millerita NiS es el mineral de níquel más rico, pues contiene hasta el 64,6 por 100 de níquel cuando está pura; antes del descubrimiento de la pentlandita se creyó que este mineral, diseminado en la pirrotita, era el que llevaba el níquel. Es un mineral poco frecuente.

Otro mineral que no se ha encontrado más que raramente es la gersdorffita $Ni\ SAs$, que, además de los elementos componentes de los minerales anteriores, contiene arsénico.

La nicolita $Ni\ As$, kupfernickel de los alemanes, únicamente se ha encontrado en un yacimiento, el de Worthington.

Además de estos minerales de níquel, tiene importancia industrial la calcopirita como mena de cobre. Después de la pirrotita y pentlandita, es el mineral más abundante.



Depósito marginal.

En dos minas importantes, las Copper Cliff y Crean Hill, abunda más el cobre que el níquel; en otras dos, Garson y Victoria, iguala próximamente al níquel; pero en todas las demás abunda menos que este metal.

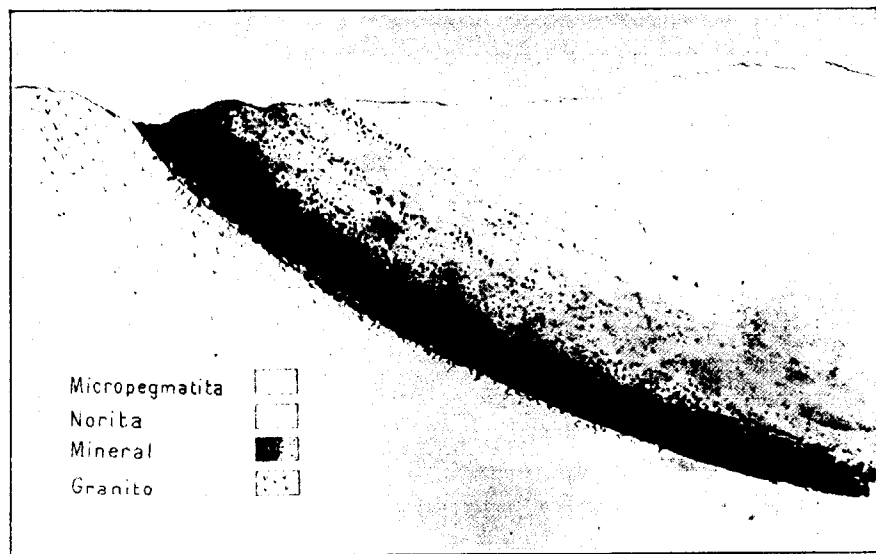
Siendo la ley en cobre de la calcopirita próximamente igual á la ley en níquel de la pentlandita, debemos deducir que abunda más la pentlandita que la calcopirita, aunque á simple vista parezca que abunde más esta última en el mineral.

Las rocas encajantes pertenecen á las formaciones antiguas, sedimentos de la serie de Sudbury, eruptivas ácidas ó básicas y gneis laurentianos, sin afectar en manera alguna los depósitos de mineral; pero no se ha encontrado depósito alguno de

Otro mineral que no se ha encontrado más que raramente es la gersdorffita $NiAs_2$, que, además de los elementos componentes de los minerales anteriores, contiene arsénico.

La nicolita $NiAs$, kupfernickel de los alemanes, únicamente se ha encontrado en un yacimiento, el de Worthington.

Además de estos minerales de níquel, tiene importancia industrial la calcopirita como mena de cobre. Después de la pirrotita y pentlandita, es el mineral más abundante.



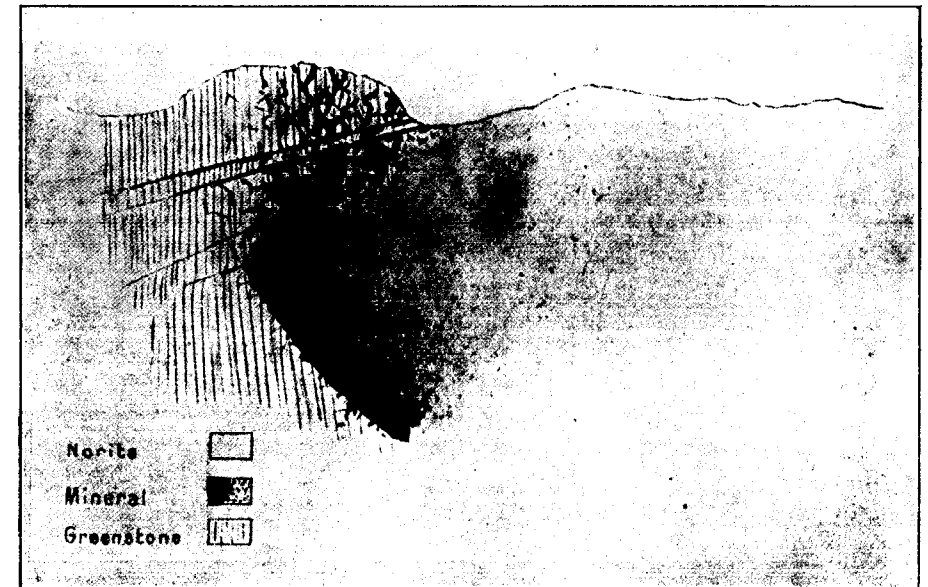
Depósito marginal.

En dos minas importantes, las Copper Cliff y Crean Hill, abunda más el cobre que el níquel; en otras dos, Garson y Victoria, iguala próximamente al níquel; pero en todas las demás abunda menos que este metal.

Siendo la ley en cobre de la calcopirita próximamente igual a la ley en níquel de la pentlandita, debemos deducir que abunda más la pentlandita que la calcopirita, aunque a simple vista parezca que abunde más esta última en el mineral.

Las rocas encajantes pertenecen a las formaciones antiguas, sedimentos de la serie de Sudbury, eruptivas ácidas o básicas y gneis laurentianos, sin afectar en manera alguna los depósitos de mineral; pero no se ha encontrado depósito alguno de

mineral sin ser acompañado por la norita. Hay, sin embargo, largos trayectos del borde de la norita donde no aparece mineral, ya sea porque la sábana es más estrecha que de ordinario, ya sea porque la roca del muro se dobla hacia dentro en lugar de hacia fuera. Hay casos en los cuales el borde de norita está cubierto de una montera de hierro por más de un quilómetro de longitud.



Depósito marginal con fallas.

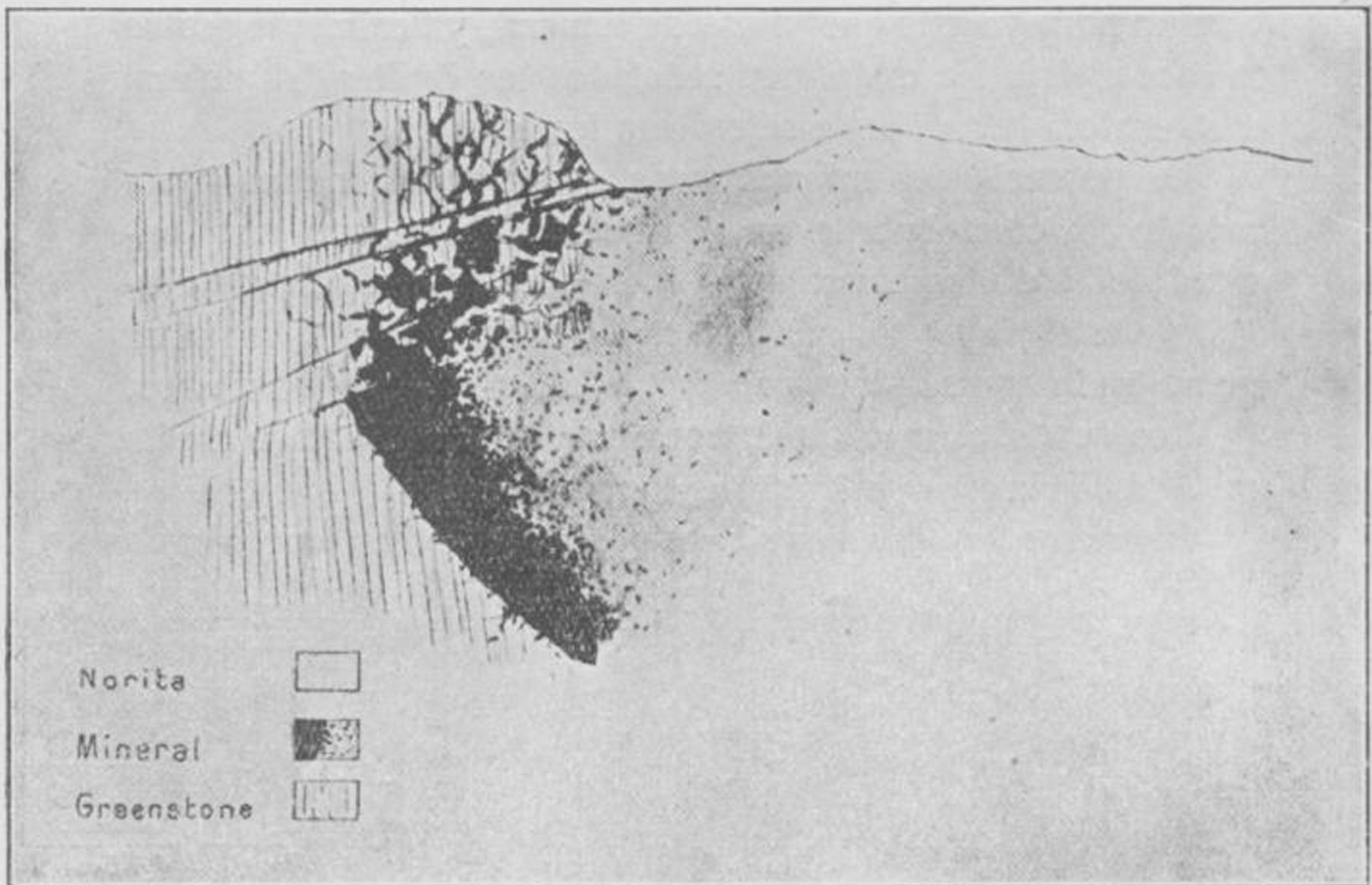
Tipos de criaderos del distrito de Sudbury.

Cuando se conocieron primeramente los depósitos de Sudbury no se habían reconocido aún las segregaciones magmáticas como criaderos minerales.

Se consideraron, pues, estos depósitos como formados por disoluciones acuosas, y se habló de filones, stockwerk, lentes, etc. Otros creyeron que se trataba de depósitos de sustitución o de contacto.

Admitiendo, desde luego, su origen de segregación mag-

mineral sin ser acompañado por la norita. Hay, sin embargo, largos trayectos del borde de la norita donde no aparece mineral, ya sea porque la sábana es más estrecha que de ordinario, ya sea porque la roca del muro se dobla hacia dentro en lugar de hacia fuera. Hay casos en los cuales el borde de norita está cubierto de una montera de hierro por más de un quilómetro de longitud.



Depósito marginal con fallas.

Tipos de criaderos del distrito de Sudbury.

Cuando se conocieron primeramente los depósitos de Sudbury no se habían reconocido aún las segregaciones magmáticas como criaderos minerales.

Se consideraron, pues, estos depósitos como formados por disoluciones acuosas, y se habló de filones, stockwerk, lentes, etc. Otros creyeron que se trataba de depósitos de sustitución ó de contacto.

Admitiendo, desde luego, su origen de segregación mag-

mática, A. P. Coleman fué el primero que las dividió en depósitos marginales y separados.

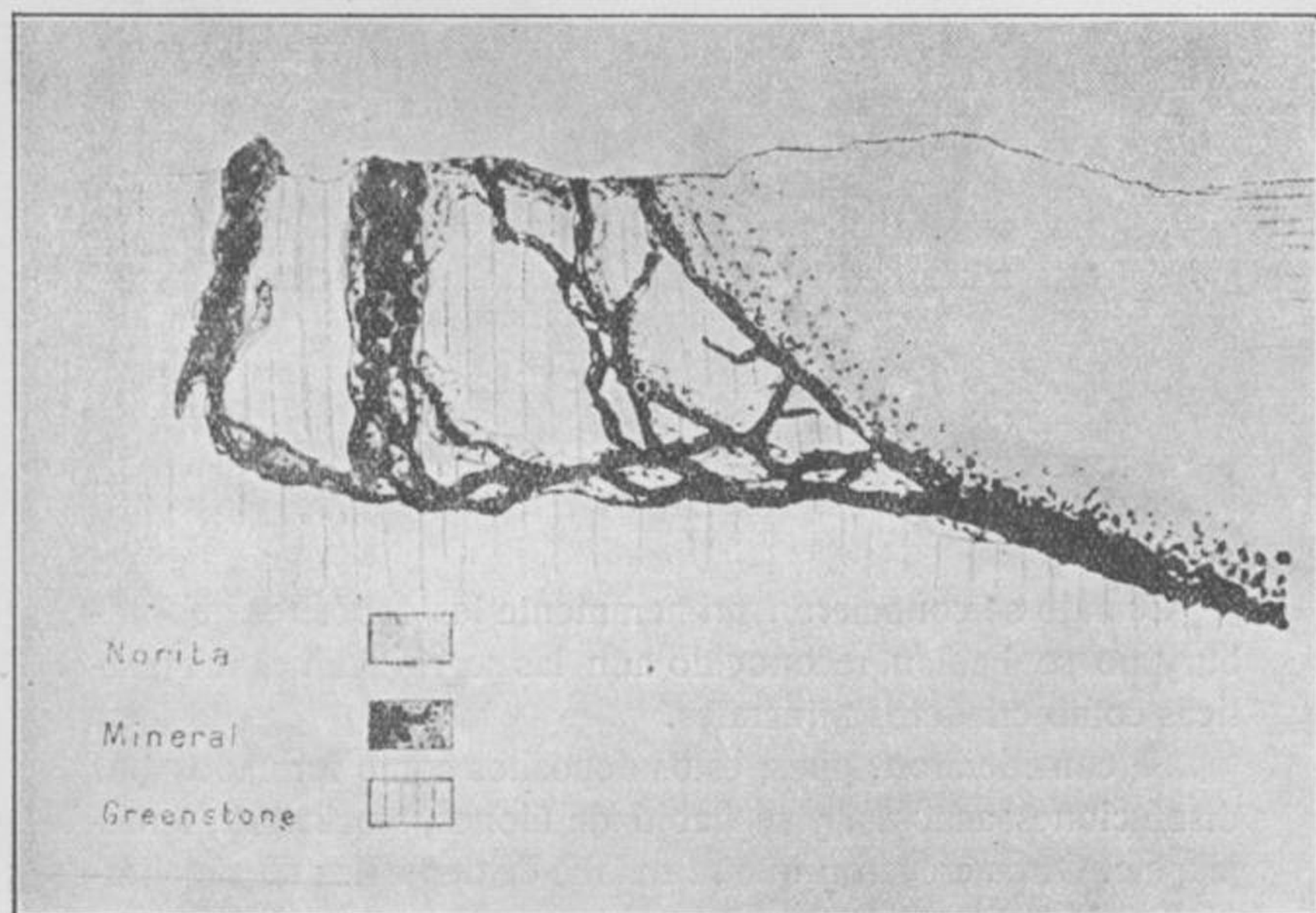
Depósitos marginales.—La mayor parte de los depósitos de níquel están situados en el borde básico de la norita, entre ésta y el muro. Este, en aquellos sitios donde no están fracturadas las rocas encajantes, está algunas veces muy bien definido.

Después de una potencia variable de mineral muy puro, éste se mezcla con la roca hasta pasar gradualmente á la norita, que no tiene ya más que pintas de mineral, y finalmente asoma la roca estéril. No están bien señalados los límites del mineral y se explota hasta donde se costean los trabajos.

La potencia del mineral varía desde pocos metros hasta más de 30, como sucede en la mina Creighton, con una longitud de 30 ó 40 metros hasta 200. No se conoce la profundidad de estos depósitos marginales; en la mina Creighton se ha demostrado con sondeos que llega lo menos á los 400 metros.

Los depósitos marginales buzan con una inclinación media de 30 á 35° hacia el interior del fondo de barco.

Fallas en los depósitos marginales.—Se han encontrado



Depósitos separados. 1.^a Hipótesis.

mática, A. P. Coleman fué el primero que las dividió en depósitos marginales y separados.

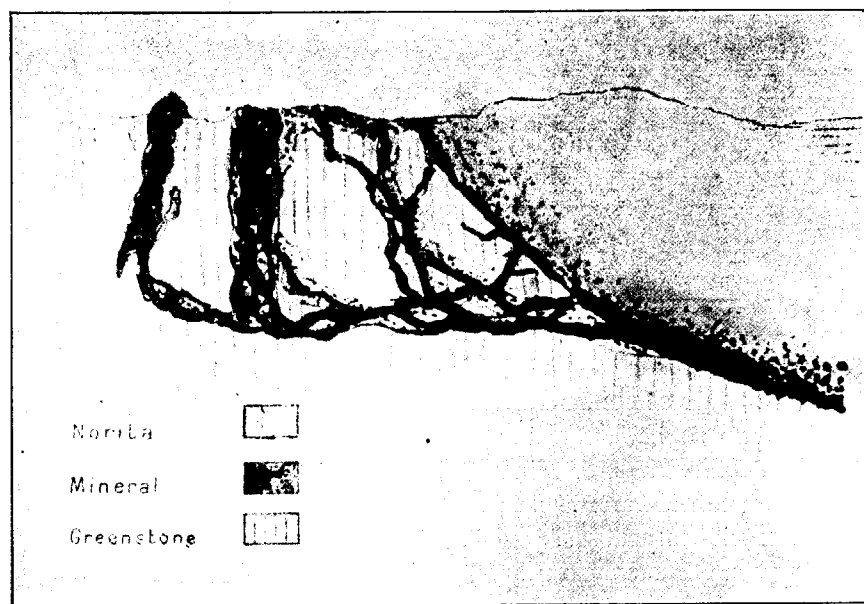
Depósitos marginales.—La mayor parte de los depósitos de níquel están situados en el borde básico de la norita, entre ésta y el muro. Este, en aquellos sitios donde no están fracturadas las rocas encajantes, está algunas veces muy bien definido.

Después de una potencia variable de mineral muy puro, éste se mezcla con la roca hasta pasar gradualmente á la norita, que no tiene ya más que pintas de mineral, y finalmente asoma la roca estéril. No están bien señalados los límites del mineral y se explota hasta donde se costean los trabajos.

La potencia del mineral varía desde pocos metros hasta más de 30, como sucede en la mina Creighton, con una longitud de 30 ó 40 metros hasta 200. No se conoce la profundidad de estos depósitos marginales; en la mina Creighton se ha demostrado con sondeos que llega lo menos á los 400 metros.

Los depósitos marginales buzan con una inclinación media de 30 á 35° hacia el interior del fondo de barco.

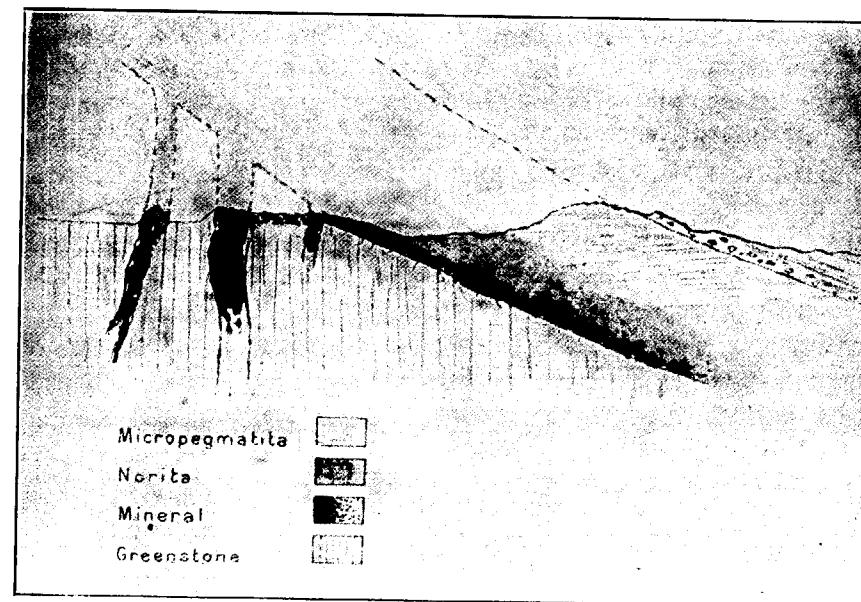
Fallas en los depósitos marginales.—Se han encontrado



Depósitos separados. 1.^a Hipótesis.

dos depósitos marginales muy interesantes, los de Crean Hill y Garson, cuyos caracteres varían debido á estar los depósitos cortados por fallas.

El depósito se formó de la manera usual; pero después las fallas resquebrajaron la roca encajante, alteraron su posición con respecto al criadero y dieron lugar á la formación de minerales de cobre más ricos que los usuales del distrito. Los sul-



Depósitos separados. 2.^a Hipótesis.

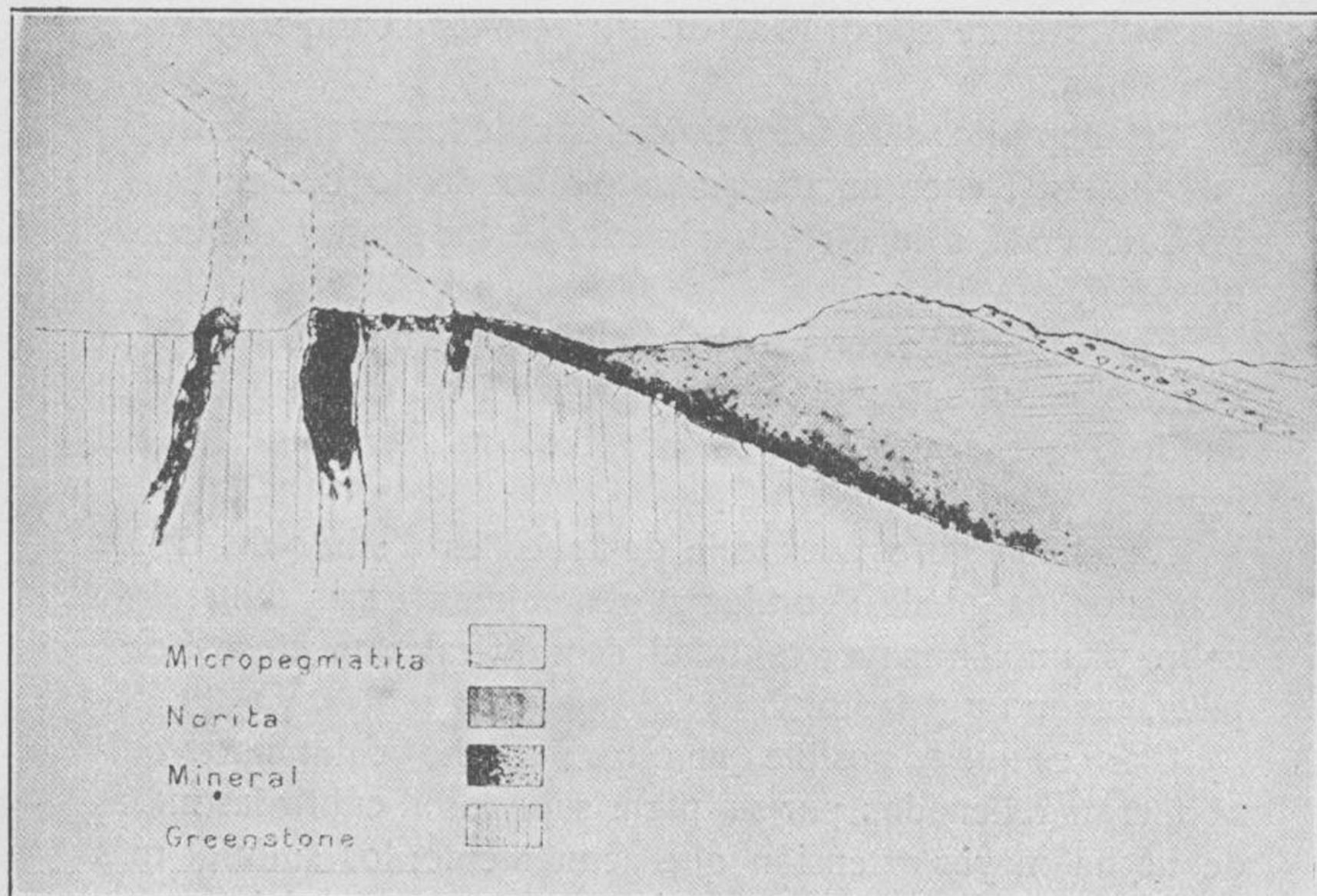
furos, fundidos ó disueltos en las aguas, penetraron por las fisuras, rellenando las grietas y, siendo más activa la formación de la calcopirita que la de los demás sulfuros, aumentó la ley en cobre de los criaderos,

Depósitos separados.—Estos yacimientos comprenden depósitos unidos con el borde básico de la norita por medio de diques y depósitos de mineral independientes, sin comunicación visible con la masa principal de mineral; pero casi seguramente con una comunicación subterránea.

La roca encajante al formarse la sábana de norita y mineral se resquebrajó, y las masas flúidas de mineral y roca, sometidas

dos depósitos marginales muy interesantes, los de Crean Hill y Garson, cuyos caracteres varían debido á estar los depósitos cortados por fallas.

El depósito se formó de la manera usual; pero después las fallas resquebrajaron la roca encajante, alteraron su posición con respecto al criadero y dieron lugar á la formación de minerales de cobre más ricos que los usuales del distrito. Los sul-



Depósitos separados. 2.^a Hipótesis.

furos, fundidos ó disueltos en las aguas, penetraron por las fisuras, rellenas de las grietas y, siendo más activa la formación de la calcopirita que la de los demás sulfuros, aumentó la ley en cobre de los criaderos,

Depósitos separados.—Estos yacimientos comprenden depósitos unidos con el borde básico de la norita por medio de diques y depósitos de mineral independientes, sin comunicación visible con la masa principal de mineral; pero casi seguramente con una comunicación subterránea.

La roca encajante al formarse la sábana de norita y mineral se resquebrajó, y las masas flúidas de mineral y roca, sometidas

á la enorme presión de un espesor de cerca de cinco kilómetros de roca sobrepuesta, penetraron por estas grietas y canales, formando los depósitos independientes.

Estos yacimientos se extienden desde el borde básico de la norita, á más de uno ó dos kilómetros, y terminan bruscamente, notándose que, en la terminación del criadero, hay generalmente una masa grande mineralizada.

Algunas veces se encuentran varios afloramientos distintos, separados entre sí por roca estéril; pero siguiendo una cierta alineación.

Los depósitos separados típicos son de forma distinta de los marginales. Tienen un afloramiento redondeado, con el diámetro transversal á la dirección media de los afloramientos más pequeño.

En la mina Victoria se han explotado dos de estos yacimientos columnares hasta una profundidad de 400 metros, dando lugar á uno de los criaderos más interesantes del mundo.

El relleno de esta especie de tubos es distinto del de los depósitos marginales; contienen generalmente más mineral de cobre y también mayor cantidad de minerales preciosos: oro, plata, platino y paladio.

Claro es que es posible que estos depósitos columnares quizá fueron rellenados por su parte superior al cubrir las masas de norita mayor extensión que actualmente; los sulfuros más pesados descendieron, rellenando todos los huecos del muro, y que después, habiendo barrido la enorme acción de la erosión todas esas masas, no queden más que los depósitos columnares actuales como testigos de las masas que han desaparecido.

Pero parece más natural aceptar la teoría ya expuesta de una inyección inferior del relleno, estando estas columnas unidas con el resto del magma por conductos subterráneos.

Además de los depósitos típicos separados, donde la conexión con el borde básico de la norita está manifiesta, hay una masa muy importante de montera de hierro y mineral que corre casi paralelamente al borde de la norita, sin que se vea en la superficie ninguna conexión con ella. Esta es la masa de Froid-Stobie, al N. de Sudbury, el depósito mayor de mineral en el distrito. Tiene que haber habido conductos subterráneos, por

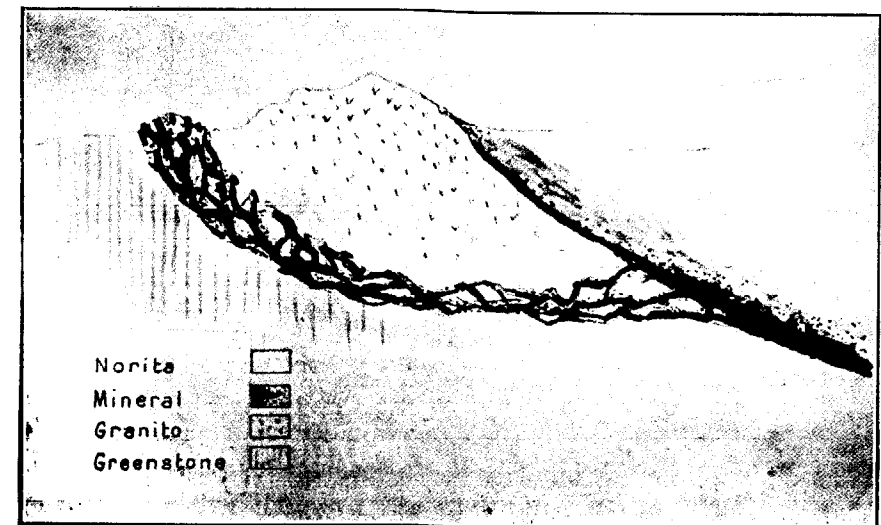
los cuales la norita, pirrotita y el mineral llegaron á su posición presente.

Los testigos de sondeos al diamante nos demuestran que este depósito buza al principio con un ángulo de 60 á 70° hacia la norita, mientras que á una profundidad mayor este buzamiento disminuye, dando lugar á suponer que haya una extensa conexión subterránea con la masa de níquel de la sábana eruptiva. Se ha demostrado que los criaderos de Froid-Stobie contienen más de 35.000.000 de toneladas de mineral y sobrepasan grandemente en tamaño á los demás depósitos conocidos de la región de Sudbury.

Mina Creighton.—Una vez reseñados los caracteres geológicos más salientes del distrito, describiremos las visitas detalladas que hicimos á algunas de sus minas más importantes.

La mina Creighton está situada, en condiciones verdaderamente privilegiadas, en un golfo saliente que forma el manto de norita en su parte más ancha.

El magma, con un gran espesor, contenía una grandísima cantidad de sulfuros; éstos se depositaron en la artesa que formaba el muro, y no habiendo ningún orificio de salida por



Depósito paralelo al margen.

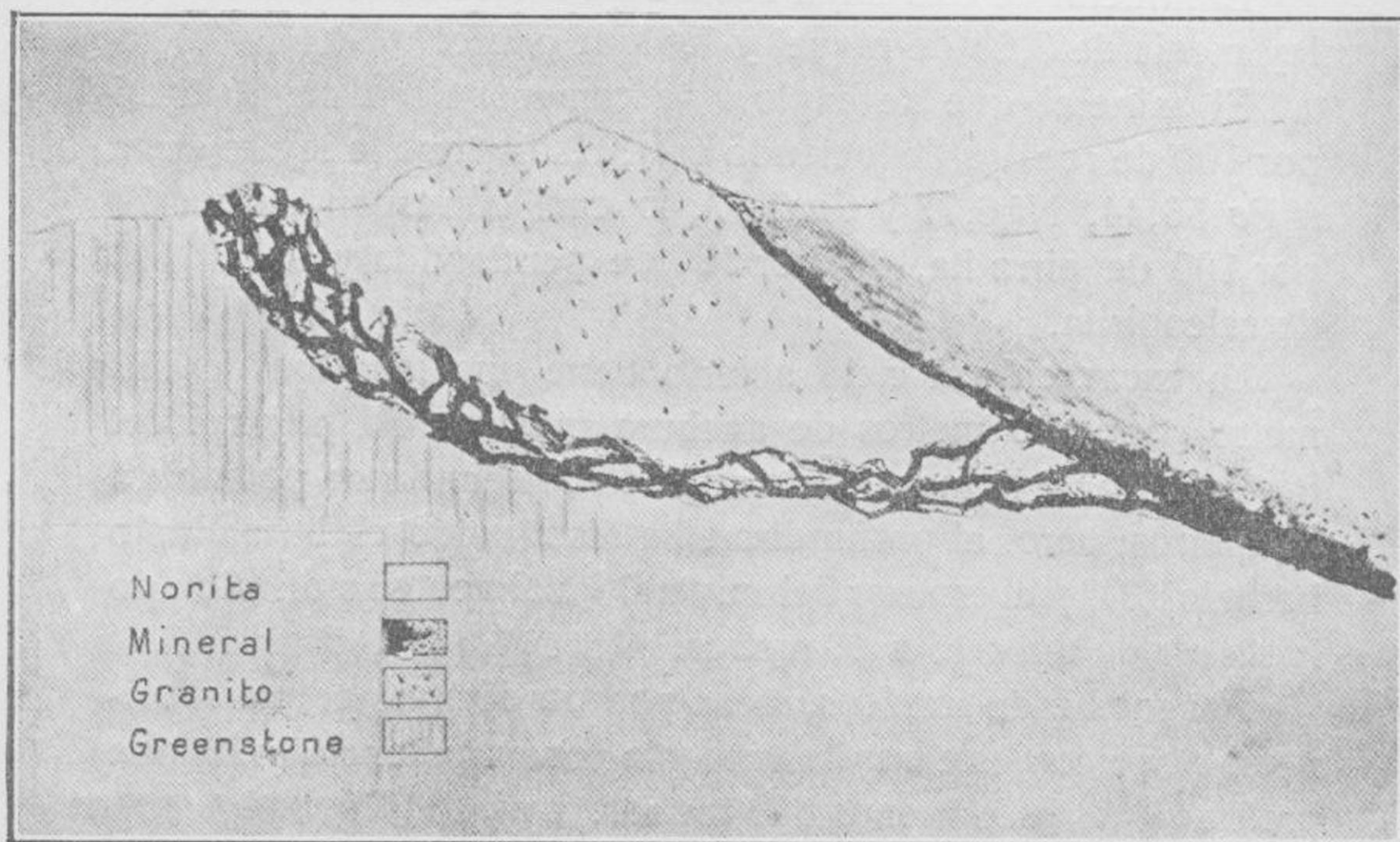
los cuales la norita, pirrotita y el mineral llegaron á su posición presente.

Los testigos de sondeos al diamante nos demuestran que este depósito buza al principio con un ángulo de 60 á 70° hacia la norita, mientras que á una profundidad mayor este buzamiento disminuye, dando lugar á suponer que haya una extensa conexión subterránea con la masa de níquel de la sábana eruptiva. Se ha demostrado que los criaderos de Froid-Stobie contienen más de 35.000.000 de toneladas de mineral y sobrepasan grandemente en tamaño á los demás depósitos conocidos de la región de Sudbury.

Mina Creighton.—Una vez reseñados los caracteres geológicos más salientes del distrito, describiremos las visitas detalladas que hicimos á algunas de sus minas más importantes.

La mina Creighton está situada, en condiciones verdaderamente privilegiadas, en un golfo saliente que forma el manto de norita en su parte más ancha.

El magma, con un gran espesor, contenía una grandísima cantidad de sulfuros; éstos se depositaron en la artesa que formaba el muro, y no habiendo ningún orificio de salida por



Depósito paralelo al margen.

donde pudiesen escaparse, se formó una de las masas mayores de mineral de níquel del mundo.

La norita está formada principalmente por labradorita, hyperstena y piroxeno, con laminillas de mica y trocitos de cuarzo.

La gran masa de mineral se apoya sobre un muro de gneis granitoide. Según se separa del muro, el mineral va siendo menos puro, y, sin tránsito brusco, se pasa al mineral impuro, á la norita con pintas de mineral y á la roca estéril.

Diques de diabasa, de un espesor que varía de pocos centímetros hasta seis metros, cortan indistintamente el gneis granitoide, el mineral y la norita, sin haber tenido influencia importante sobre el criadero.

En la superficie se ve perfectamente cómo la montera de hierro del criadero se apoya sobre una roca de color verde oscuro, de grano fino, llamada "norita antigua". Esta roca es anterior á la erupción del manto níquelífero, y se distingue fácilmente por sus caracteres de la norita moderna que acompaña el mineral.

La masa mineral está formada casi completamente por pirrotita, que contiene diseminadas pentlandita y calcopirita.

El mineral de esta mina hasta Septiembre de 1910 tuvo una ley media de 5,08 de níquel y 1,63 de cobre.

El mineral que se explota únicamente lleva un 20 á 25 por 100 de roca y, deduciendo ésta, resulta que la ley se eleva á Fe 56,44, Ni 6,77 y Cu 2,17, lo cual corresponde á un 70 por 100 de pirrotita, 20 por 100 de pentlandita y 10 por 100 de calcopirita.

La excavación á cielo abierto tiene una longitud de 150 metros por 100 metros de anchura máxima. Al principio el buzamiento de la masa es de unos 42°, llegando su potencia á 50 metros; pero, al profundizar, ha disminuído el buzamiento hasta los 34° y el espesor del mineral igualmente ha disminuído hasta ser de unos 15 á 20 metros.

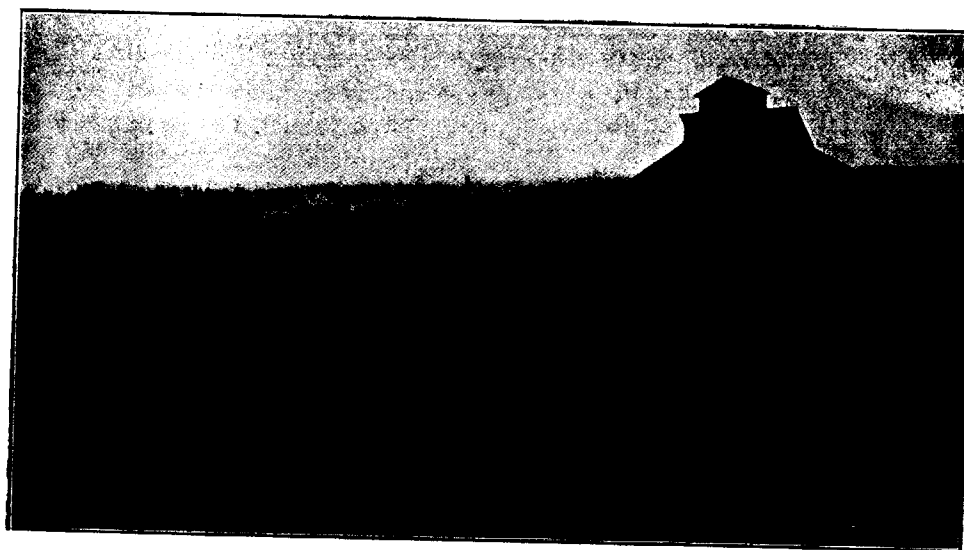
Por medio de sondeos, se ha podido determinar que el mineral sigue con este buzamiento y la misma potencia hasta una profundidad de lo menos 400 metros.

Teóricamente, no hay razón para que esta masa no continúe indefinidamente, siempre que siga en profundidad el golfo saliente que forma el muro en la superficie.

Se producen unas 200.000 toneladas anuales de mineral, sobrepasando á todo el resto de minas de níquel del mundo.

Se ha llegado á obtener una producción de seis toneladas y media de mineral por operario empleado en la mina, con un coste de 34,4 centavos por tonelada.

El jornal usual del obrero es de unos tres *dollars*, haciéndose todo el arranque del mineral con perforación mecánica.



Mina Creighton. Instalaciones exteriores.

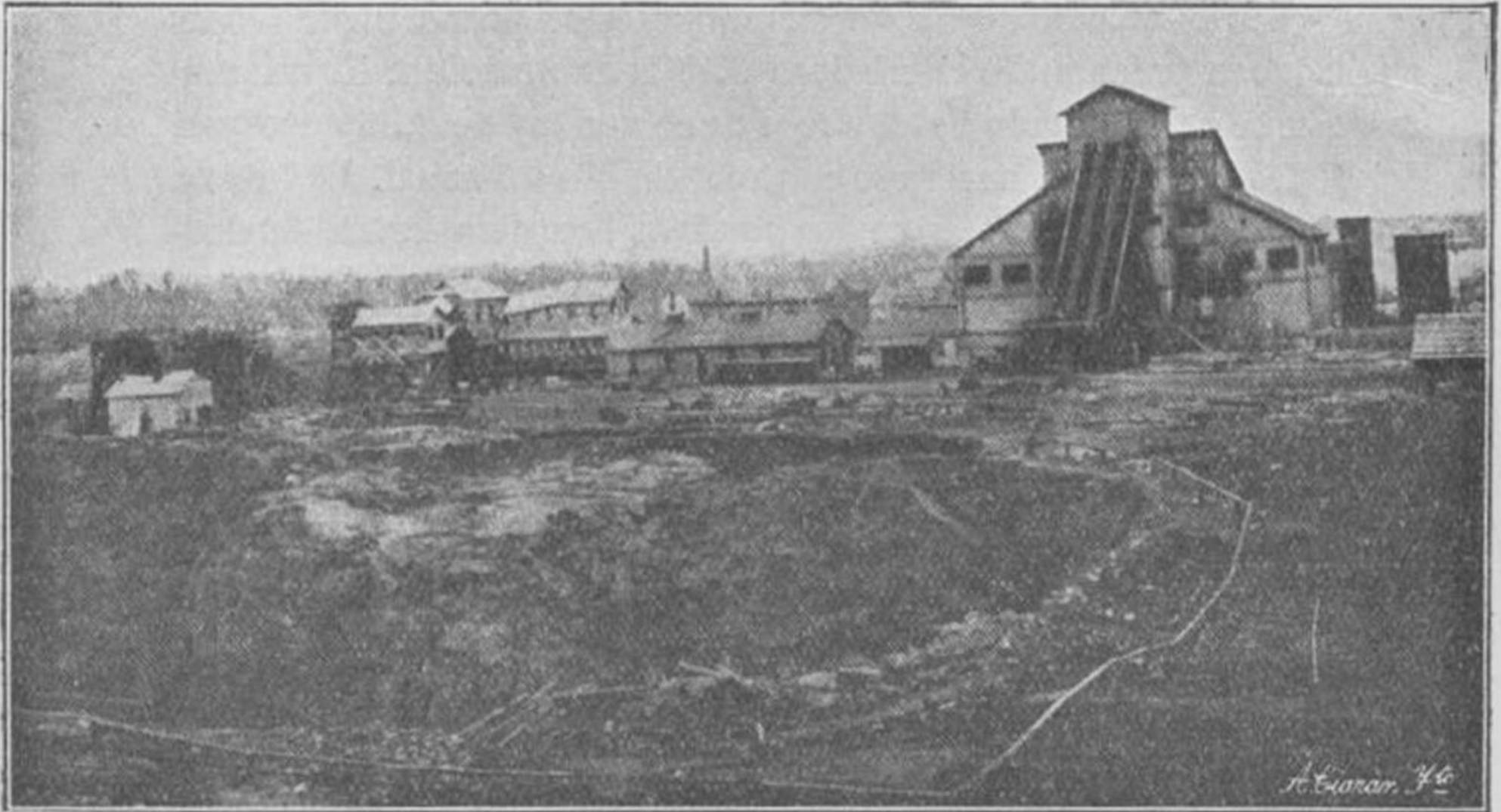
Depósito de Froid-Stobie.—Ya citamos este depósito como ejemplo de un depósito independiente casi paralelo al borde de la norita, sin comunicación visible exterior con la masa principal eruptiva. Este depósito tiene casi cuatro kilómetros de longitud y está situado, en término medio, á poco más de un kilómetro del borde de la norita; la mayor anchura de la faja de norita y montera de hierro es de unos 250 metros. No se puede ver la mayor parte de los contactos de las rocas y no abundan los buenos afloramientos, por ser pantanosa esta parte del distrito.

La norita antigua está resquebrajada y rota, de manera que pudieron atravesarla las masas de norita moderna y el mineral que la acompaña.

Se producen unas 200.000 toneladas anuales de mineral, sobrepasando á todo el resto de minas de níquel del mundo.

Se ha llegado á obtener una producción de seis toneladas y media de mineral por operario empleado en la mina, con un coste de 34,4 centavos por tonelada.

El jornal usual del obrero es de unos tres *dollars*, haciéndose todo el arranque del mineral con perforación mecánica.



Mina Creighton. Instalaciones exteriores.

Depósito de Frood-Stobie.—Ya citamos este depósito como ejemplo de un depósito independiente casi paralelo al borde de la norita, sin comunicación visible exterior con la masa principal eruptiva. Este depósito tiene casi cuatro kilómetros de longitud y está situado, en término medio, á poco más de un kilómetro del borde de la norita; la mayor anchura de la faja de norita y montera de hierro es de unos 250 metros. No se puede ver la mayor parte de los contactos de las rocas y no abundan los buenos afloramientos, por ser pantanosa esta parte del distrito.

La norita antigua está resquebrajada y rota, de manera que pudieron atravesarla las masas de norita moderna y el mineral que la acompaña.

Visitamos dos minas: la Froot ó Número 3 y la Stobie; la primera tiene un afloramiento de dos kilómetros de longitud, con una anchura en la montera de unos 100 metros.

Lo mismo que pasa en los demás depósitos, según profundiza el criadero, disminuye su buzamiento; al principio su inclinación es de 65°; pero, según han demostrado los sondeos, antes de llegar á los 300 metros se pone más horizontal la masa mineral.

En la actualidad habían terminado dos pozos inclinados y estaban preparando el criadero para la explotación. El mineral que se ha explotado hasta ahora tiene una ley de 2,66 de níquel y 1,39 de cobre, haciendo un total de 4,0 de metal. Ya hemos dicho anteriormente que los sondeos han demostrado la existencia de lo menos 35 millones de toneladas de mineral.

En la mina adyacente de Stobie se han explotado ya unas 500.000 toneladas de mineral, con una ley de 2,13 por 100 de níquel y 1,58 de cobre; es decir, 3,71 por 100 en total, algo inferior á la media del distrito. En la actualidad no se trabaja esta mina; pero, por su analogía con la mina de Froot, es de suponer exista aún una gran masa inexplorada.

Minas de Copper Cliff.—Este depósito es el más importante de los situados en la periferia del manto y que hemos clasificado como separados.

La faja de norita y micropegmatita forma un saliente que se dirige hacia la mina Número 2; al principio, con un ancho de más de un kilómetro, que queda reducido á 30 metros en el lago de Lady Macdonald. Después se interrumpe la masa de norita, apareciendo nuevamente en la mina Copper Cliff y en varios afloramientos cerca de la mina Número 1.

Estas soluciones de continuidad quizá no sean tan grandes como parece, pues quizá esté recubierta en parte la norita por tierras sueltas; pero no cabe duda que se encuentran rocas antiguas que separan los distintos criaderos.

La longitud total de los depósitos es de cuatro kilómetros, no teniendo los afloramientos más que un kilómetro de longitud y estando formado el resto por rocas antiguas; pero es de suponer estén todas estas masas unidas por canales subterráneos.

Casi todo el afloramiento de la mina Número 2 está ocu-

pado por el pozo, que tiene 60 metros de largo por la mitad de ancho y se ha explotado la masa á cielo abierto hasta los 70 metros de profundidad, siendo actualmente la explotación subterránea.

La mina de Copper Cliff, situada á un kilómetro de la Número 2, fué la primera que se explotó en el distrito y una de las primeras que se descubrió, circunstancia que no es de extrañar, pues la montera de hierro de su afloramiento forma una colina que sobresale notablemente en la llanura.

La norita está limitada, por el O., por un conglomerado de cantos de grauvaca, y por el S., por una arcosa; ambas rocas cortadas por numerosas fallas, que resquebrajaron el terreno y dieron lugar á los canales subterráneos por donde vino á la superficie el magma de norita y mineral.

Cortan estas rocas varios diques de diabasa negra de grano fino y un poco más al E. otros dos diques de granito rojizo y grisáceo de grano medio.

Además de la pirrotita y calcopirita, se encuentran otros minerales, depositados indudablemente por las disoluciones acuosas en un período muy posterior á la formación del criadero magmático; estos minerales se encuentran en cantidades muy pequeñas, y entre ellos merecen citarse el cuarzo, calcita, anquerita, galena, etc.

En la actualidad, después de haber explotado unas 400.000 toneladas de mineral, se han abandonado estos trabajos.

El criadero tiene una forma cilíndrica, ensanchándose á diferentes niveles, para volver á estrecharse en los niveles intermedios. Se ha observado que las partes más anchas del criadero son más ricas en níquel, mientras que en las más estrechas abunda más el cobre, caso particular de la regla general en el distrito de depositarse el cobre más cerca de los hatiales; este fenómeno depende indudablemente de que fueron más favorables las circunstancias que acompañan á un rápido enfriamiento del magma para el depósito de los minerales de cobre que los de níquel.

El mineral de esta mina tuvo, en término medio, 5,63 por 100 de cobre y 3,90 de níquel; en total, 9,53 por 100 de metal; es decir, que debe considerarse como una de las minas del distrito que han producido mineral de ley más elevada.

Método de laboreo y procedimientos metalúrgicos.—Explotación.—Las afloramientos de los criaderos minerales fueron barridos por los heleros de la época glacial de toda la parte descompuesta por los agentes atmosféricos, dejando al descubierto las masas frescas de mineral; pero, al retirarse posteriormente la sábana de hielo, volvieron á descomponerse los sulfuros bajo la acción del aire, excepto en aquellos contados sitios donde protegía al mineral una capa hermética de barro glacial. Así, en la mina Creighton, se encontraron masas de mineral inalteradas con estrias glaciales.

Generalmente, estos criaderos se descubrieron fácilmente por los primeros exploradores, pues el mineral está cubierto por grandes monteras de hierro ó gossan, de un color pardo rojizo característico, que sobresalen, formando pequeñas colinas sobre la llanura.

Vemos, pues, que prácticamente no hubo que hacer trabajos de exploración de estos criaderos, y ya en el año 1883 se conocieron todos los depósitos importantes del distrito.

Se probó, por Mr. Edison, el aplicar los procedimientos magnetométricos á la investigación de nuevos criaderos, con resultados completamente negativos, pues no se encontró ni un solo depósito nuevo.

Una dificultad grande para el empleo de la aguja magnética es, según ya dijimos, el magnetismo tan variable de la pirrotita.

Sin embargo, dos Compañías actualmente levantan planos magnetométricos de las masas ya conocidas que tratan de explotar, empleando para ello el magnetómetro de Thompson Thalen.

Además de este método preliminar de investigación, se ha extendido extraordinariamente en el distrito el empleo de los sondeos al diamante, haciéndose actualmente por las grandes Compañías estos trabajos de un modo completamente científico y metódico, empezando por hacer un estudio geológico detalladísimo del criadero y haciendo después los sondeos según un plan establecido de antemano, que permita obtener secciones muy exactas del criadero y se pueda después llegar á una cubicación muy aproximada del mineral antes de empezar los trabajos de explotación.

Métodos de laboreo.—En casi todas las minas se han em-

pleado tres métodos distintos de explotación: primero, una vez desmontada la montera estéril, empezaron por una explotación á cielo abierto; después, cuando el criadero empieza por su buzamiento á meterse debajo del pendiente, la explotación fué mixta, parte á cielo abierto y parte subterránea, y, por último, á mayor profundidad toda la explotación es subterránea.

Al principio las minas tenían instalaciones de vapor; pero, siendo el carbón muy caro en el distrito, las han substituído por motores eléctricos movidos por saltos de agua, situados á unos 40 quilómetros de Sudbury.

Adoptando los sistemas americanos de extracción, ésta se hace siempre por pozos inclinados, empleando petacas ó skips de una cabida de dos á cinco toneladas; los pozos son de dos, tres y hasta cuatro compartimientos, con extracción independiente por cada uno, lo cual, si bien facilita la extracción de grandes cantidades de mineral, obliga al desperdicio de una cantidad considerable de fuerza. En la mina Creighton se han explotado á cielo abierto, por dos pozos inclinados, los niveles 20, 40 y 55 metros, siendo, á partir de aquí, la explotación subterránea.

Los dos pozos están construídos en el muro y tienen, respectivamente, 59 y 47° de inclinación.

En la explotación subterránea, en cada nivel perforan, á partir de la galería general de extracción, galerías traviesas hasta el límite del mineral; después explotan la parte comprendida entre estas galerías, dejando como pilares las masas de roca estéril que encuentran y rellenando el resto con mampostería en seco hasta por encima del techo de las galerías, y en el cielo de éstas dejan tolvas en forma de embudos para cargar directamente el mineral en las vagones.

La explotación propiamente dicha la hacen, en parte, por realce, y otra vez por banqueo, pues siendo extraordinariamente dura la roca, se hacen mejor los barrenos de agua ó descendentes que los ascendentes.

La perforación se hace encima del mineral arrancado y, en algunos casos, bajan rellenos de la superficie.

El mineral se carga en las vagonetas por medio de tolvas de acero, movidas por aire comprimido, efectuándose la carga de una vagoneta de tres toneladas en menos de un minuto; las

petacas de extracción son de la misma cabida que las vagone-tas, y con este sencillo procedimiento de extracción han explotado, en el año 1912, 518.417 toneladas por un pozo únicamente.

En el exterior vuelcan el mineral directamente sobre una rejilla, donde separan el mineral menudo del grueso.

El grueso va á unas quebrantadoras Blake, de donde salen dos clases: el menudo y el grueso, que pasa sobre una cinta transportadora, donde separan á mano la roca estéril que lleva. En esta operación separan próximamente un 10 por 100 del total extraído en la mina.

Tanto los menudos como los gruesos, una vez separada la roca, son transportados directamente á las eras de tostación.

Vemos que no necesitan emplear una preparación mecánica de los minerales, sino que salen éstos lo bastante puros para tostarlos directamente.

En todas las demás minas los métodos de explotación son muy parecidos á los descritos para la mina Creighton.

Procedimientos metalúrgicos.—Los minerales de Sudbury están formados principalmente por cuatro cuerpos distintos: primero, un sulfuro de hierro magnético; segundo, un sulfuro de hierro y níquel no magnético; tercero, otro sulfuro de hierro y cobre, tampoco magnético, y cuarto, la roca estéril, en su mayor parte norita más ó menos descompuesta y generalmente no magnética.

Hace ya mucho tiempo que se vienen haciendo experiencias y estudios para aplicar la concentración magnética á estos minerales; pero hasta ahora no se han obtenido resultados favorables. Se vió, haciendo experimentos con los minerales de la mina Creighton, que se obtenían tres clases: magnética, débilmente magnética y no magnética, pasando un 40 á 50 por 100 del níquel á la parte magnética, representando ésta del 75 al 90 por 100 del total de la muestra.

Vemos, pues, que, aunque parte de la pentlandita se separa del resto del mineral, la pirrotita arrastra consigo una cantidad de pentlandita, íntimamente ligada, que hace que este procedimiento de separación no tenga importancia industrial.

Otra cuestión que tampoco ha sido resuelta hasta ahora es la separación directa del cobre del mineral, principalmente en

aquellos minerales que ya de por sí son pobres en cobre, pues entonces podría obtenerse directamente la aleación de ferro-níquel sin necesidad de obtener antes el níquel puro y obtener después su aleación con el hierro.

Hay que distinguir cinco operaciones en la obtención del níquel y cobre de estos minerales, á saber:

1.º Tratamiento del mineral para obtener una mata pobre de níquel y cobre.

2.º Enriquecimiento de esta mata para obtener una mata rica de níquel y cobre.

3.º Obtención de aleaciones de níquel y cobre.

4.º Tratamiento de la mata concentrada de níquel y cobre para la obtención de mata de níquel.

5.º Tratamiento de la mata de níquel para obtener óxido de níquel y níquel metálico.

No trataremos más que de las dos primeras operaciones, únicas que se hacen en el distrito de Sudbury.

El tratamiento metalúrgico de los minerales comienza por la tostación, que se efectúa en pilas al aire libre; para hacer éstas, se empieza por preparar el terreno de manera que quede bien horizontal y convenientemente desecado; después se cubre con una capa de madera de pino de unos 40 centímetros, y sobre ésta se pone el mineral, transportado directamente de la mina, primero el grueso y después el fino, formando unas pilas rectangulares de unas dos á tres mil toneladas de mineral.

Se prende fuego á la madera, tardando la combustión de ésta unas sesenta horas, durante las cuales ha comenzado la combustión del azufre de los sulfuros, que continúa durante unos cuatro meses, no necesitando más cuidado que el de tapar con menudos aquella parte de los montones donde la combustión es demasiado activa.

La tostación tiene dos objetos: primero, la oxidación del azufre, con separación de un 90 por 100 de este cuerpo, y segundo, la separación del arsénico, por más que este mineral abunde poco en el distrito.

Este procedimiento de tostación al aire libre es muy económico y sencillo; pero tiene el inconveniente de la formación de vapores sulfurosos, que han destruído toda la vegetación en muchos quilómetros alrededor de las eras de tostación, y ade-

más es indudable que se pierde algún mineral, disuelto por las aguas, en unos montones que están meses y meses expuestos á la acción de los agentes atmosféricos; así se ha visto que las aguas que pasan por estos montones todas precipitan algo de cobre, aunque no se haya podido precisar la pérdida de metal.

Se han hecho numerosos ensayos para fundir directamente estos minerales ó tostarlos en hornos cerrados, obteniendo al mismo tiempo ácido sulfúrico del azufre; pero ninguna de estas experiencias ha dado resultado.

Estos minerales contienen un 16 á 30 por 100 de azufre y 33 á 50 de hierro; pero no se han podido aprovechar ninguno de estos dos minerales, perdiéndose el hierro en las escorias y pasando el azufre al aire en estado de gas sulfuroso.

Los humos sulfurosos han destruído completamente toda la vegetación en una gran extensión, alrededor de las eras de tostación, y su acción sobre los metales también es sumamente enérgica, pues bastan pocos meses para que se destruyan completamente las líneas telegráficas, alambrados, etc., situados cerca de las eras.

La acción de los humos sobre el hombre es muy molesta, pues dificulta la respiración y produce una sensación de asfixia; pero se ha observado que no influye desfavorablemente sobre la salud de los obreros que trabajan en la tostación, y únicamente en casos excepcionales, cuando los humos son muy espesos, produce hemorragias nasales.

Los análisis del mineral tostado varían entre límites bastante extensos, según la clase del mineral y el cuidado con que se haya hecho la tostación; un análisis de un mineral usual bien tostado nos da 3,25 por 100 de cobre, 2,16 de níquel, 8,32 de azufre y 25,61 de hierro, y el resto ganga, principalmente norita.

En algunos casos, si se continúa mucho la tostación, se llega á bajar la ley de azufre al 1,5 por 100; pero esto no es conveniente, pues una proporción algo más elevada de azufre contribuye á producir una escoria limpia.

Una vez apagados los montones, es necesario romper la masa de mineral tostada, operación que generalmente se hace con picos; pero alguna vez se hace necesario el empleo de explosivos.

Este mineral, tostado y fraccionado en pedazos de tamaño conveniente, lo cargan en trenes para transportarlo directamente á las fundiciones.

La fundición más importante del distrito es la que la Canadian Copper Company tiene en Copper Cliff.

La operación se hace en hornos de cuba con "waterjackets", cargándose primero el horno con un 10 á 12 por 100 del peso del mineral y fundente que se ha de tratar de cok; después se cargan unos 5.000 quilogramos de mineral tostado, acompañado por minerales crudos pobres en azufre, y después se le echa cuarzo, variando la cantidad de éste desde nada á una tonelada, según la proporción de sílice que tenga el mineral.

Si el horno tiene minerales muy silíceos, se le añade caliza en vez de cuarzo.

No hay regla fija para esta operación metalúrgica, variando la proporción de elementos y la presión del aire inyectado de hora en hora, según varíe la composición física ó química de los minerales.

La proporción de mineral sin tostar que se funde directamente varía según su procedencia; si es mineral muy pobre en azufre, como el de la mina Crean Hill, se pone una parte de mineral crudo por dos de mineral tostado; si es mineral como el de la mina Creighton, la proporción es de uno á cuatro.

En los cinco hornos que tienen funcionando funden de 40.000 á 45.000 toneladas de mineral al mes. También se podrían fundir directamente todos los minerales sin tostar; pero, en ese caso, la mata sería muy pobre y sería necesario aumentar extraordinariamente el número de convertidores. Así, para fundir 100 toneladas de mata concentrada por día, se necesitarían 14 convertidores básicos, si la mata del horno es del 10 por 100, y, en cambio, únicamente cuatro convertidores, si la mata es del 30 por 100; vemos, pues, que la operación de la tostación es completamente imprescindible.

Hasta el año 1910 la Canadian Copper C.^{ia} empleó convertidores ácidos con las paredes usuales de arcilla y cuarzo; pero como estos convertidores necesitan que se les renueven las paredes cada vez que se producen seis ó siete toneladas de mata concentrada, se juzgó conveniente cambiarlos por otros básicos, que permiten se produzcan tres ó cuatro mil toneladas

de mata sin necesidad de renovar las paredes del convertidor.

Los convertidores son cilíndricos, forrados con ladrillos de magnesita; el aire inyectado por las toberas pasa sobre la mata fundida y oxida el hierro, que, en este estado, se combina con la sílice que se echa en el convertidor directamente sobre la mata.

El movimiento del convertidor se obtiene por medio de un pistón hidráulico, usándose aceite, en vez de agua, por las temperaturas muy bajas que reinan en Ontario en invierno y que congelarían ésta.

La carga del convertidor consiste en unas 60 toneladas de mata de los hornos y un 10 por 100 de cuarzo, desecado previamente; una vez cargado, se inyecta aire durante dos ó tres cuartos de hora, y entonces se pueden retirar las escorias formadas; se añade nuevamente mata pobre y cuarzo, y esta operación se continúa hasta que se obtienen 70 ó 80 toneladas de mata concentrada, para lo cual hay que cargar en el horno 300 ó 400 toneladas de mata pobre é inyectar aire durante treinta á cincuenta horas.

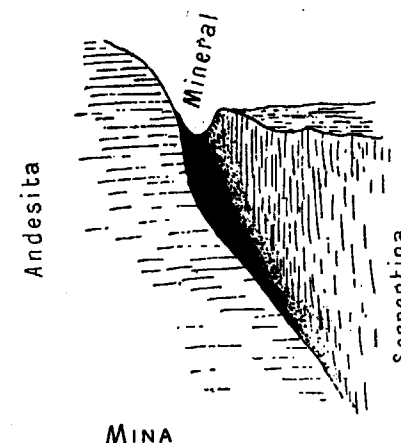
Un análisis medio de la mata rica nos da 40 por 100 de níquel y cobalto, 44 de cobre, 1 de hierro, 13 de azufre y trazas de oro, plata, platino, etc.

La escoria de los convertidores tiene 1,5 á 2 por 100 de níquel y 1 de cobre y, debido á la gran cantidad de níquel que contienen, vuelven á tratarse otra vez en los hornos de cuba.

El mineral fino de las minas y los polvos recogidos en las cámaras de humos de la fundición son tratados en hornos de reverbero. Se ha ensayado el hacer briquetas con estos minerales para poder fundirlas en los hornos de cuba; pero los ensayos no han dado resultado práctico.

La marcha del horno de reverbero, carga del mineral, descarga de la mata y escorias, etc., se hace por los procedimientos metalúrgicos usuales; la única novedad es la carga del carbón, que se hace inyectando el carbón pulverizado por una tobera con una fuerte corriente de aire; el carbón forma un haz, que arde lo mismo que un combustible líquido, y este procedimiento permite regular perfectamente la temperatura, al mismo tiempo que simplifica extraordinariamente las operaciones en el horno.

Tanto las matas ricas producidas por la Canadian Copper C.^{ia}, como las que obtienen la Mond Nickel C.^{ia}, no son refinadas en el país, sino que se exportan, obteniéndose el níquel metálico, respectivamente, en Nueva York y en Swansea, Inglaterra.



Mina de Alexo.—Aunque no pertenezca al distrito de Sudbury, debemos citar aquí la mina de Alexo, que vimos á nuestro regreso de la excursión C-6, después de visitar el distrito de Porcupine.

En esta mina, descubierta hace poquísimos tiempo, se encuentra la pirrotita y calcopirita, asociada con serpentina, esta última, resultado de la descomposición de la peridotita. La relación de estos minerales con la serpentina es idéntica á la de los sulfuros de Sudbury con la norita.

El depósito lo podríamos incluir entre los depósitos marginales de Sudbury, pues presenta idénticos caracteres; la serpentina, con su borde mineralizado, tiene por muro una andesita y buza sobre ésta de 60 á 45° hacia el N.

Según nos separamos de la andesita se encuentra todo el paso gradual, desde el mineral puro, pasando por mezclas variables de mineral y serpentina, hasta esta roca completamente pura.

No se puede reconocer aún la roca que forma el pendiente del criadero, pues está recubierta por los derrubios de la colina vecina; pero parece ser una roca posterior á la andesita.

El afloramiento tiene unos 100 metros de largo, con unos dos metros de potencia de mineral puro; después siguen varios metros de mineral mezclado con la roca y, finalmente, la serpentina con pintas de mineral; en profundidad, en algunos sitios, desaparece el mineral puro, apoyándose directamente sobre el muro la mezcla de roca y mineral.

El mineral tiene una ley de 6 á 7 por 100; pero, por los trabajos efectuados hasta ahora, no se puede juzgar de la importancia que pueda tener el criadero, y es posible que aun haya afloramientos desconocidos que estén recubiertos de tierra vegetal.

Examinando superficies pulimentadas del mineral al microscopio, se ha observado que la pirrotita contiene vetitas y laminas de pentlandita; es decir, que la composición del mineral es idéntica al de Sudbury.

Siendo tan parecidos los depósitos marginales de Sudbury á este criadero, se ha supuesto que la génesis de este yacimiento es la misma. Es un criadero de segregación magmática, siendo aquí la roca original, en vez de la norita, el olivino, actualmente transformado en serpentina.

Lo mismo que en los yacimientos de Sudbury, se encuentran señales de una acción posterior hidrotermal, que ha modificado en algunos sitios los minerales.

PRODUCCION DE NIQUEL

La producción de níquel en el distrito de Sudbury ha sido la siguiente:

AÑO	MINERAL		NIQUEL		COBRE			COBALTO			
	Ton. extraídas.	Ton. fundidas.	Ton. NI.	Ni. %	Valor. \$	Ton. Cu.	Cu. %	Valor. \$	Ton. Co.	Co. %	Valor. 1/2
Antes de 1890	100.000	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1890	130.278	59.329	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1891	85.790	71.480	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1892	72.342	61.924	2.082	3,36	590.902	1.936	3,19	234.135	8 1/2	0,137	3.713
1893	64.043	63.944	1.653	2,21	454.702	1.431	2,38	115.200	19	0,299	9.400
1894	112.037	87.916	2.570 1/2	2,92	612.724	2.748	3,14	195.750	3 1/4	0,037	1.500
1895	75.439	86.546	2.315 3/4	2,67	404.861	2.365 1/2	2,78	160.913	»	»	»
1896	109.097	73.505	1.948 1/2	2,67	357.000	1.868	2,54	130.660	»	»	»
1897	93.155	96.094	1.999	2,08	359.651	2.750	2,86	200.067	»	»	»
1898	123.920	121.924	2.783 3/4	2,28	514.220	4.186 3/4	3,43	268.080	»	»	»
1899	203.118	171.230	2.872	1,67	526.104	2.834	1,68	176.236	»	»	»
1900	216.695	211.960	3.540	1,67	756.636	3.364	1,58	319.681	»	»	»
1901	326.945	270.380	4.441	1,64	1.859.970	4.197	1,55	589.080	»	»	»
1902	269.538	233.388	5.945	2,54	2.210.961	4.066	1,74	616.763	»	»	»
1903	152.940	220.937	6.998	3,17	2.499.068	4.005	1,81	583.646	6,1	0,026	2.873
1904	203.388	102.844	4.729	4,60	1.513.280	2.042	1,98	285.966	13,1	0,058	6.128
1905	284.090	257.745	9.503	3,69	3.354.934	4.524	1,76	688.993	12,8	0,124	6.000
1906	343.814	340.159	10.776	3,17	3.839.419	5.260	1,55	806.413	»	»	»
1907	351.916	359.076	10.602	2,95	2.270.442	7.003	1,95	806.413	»	»	»
1908	409.551	360.180	9.563	2,65	1.866.059	7.501	2,08	1.052.680	»	»	»
1909	451.892	462.336	13.141	2,84	2.790.798	7.873	1,61	1.122.219	»	»	»
1910	652.392	628.947	18.636	2,96	4.005.961	9.630	1,53	1.374.103	»	»	»
	4.832.387	4.311.744	116.108 1/2	»	30.787.682	79.584 1/4	»	9.951.498	»	»	»

En los mismos años la producción de Nueva Caledonia, segundo distrito en importancia después de Sudbury, ha sido:

AÑO	Toneladas de mineral.	Fundidas en las islas.	VALOR \$	Toneladas de níquel.
1890.....	24.590	1.900	565.400	1.960
1891.....	54.081	160	1.185.600	4.326
1892.....	35.951	»	641.700	2.507
1893.....	45.613	»	775.400	3.180
1894.....	40.089	»	561.246	2.795
1895.....	38.976	»	389.760	2.484
1896.....	37.467	»	317.203	2.388
1897.....	57.639	»	403.473	3.458
1898.....	74.614	»	671.526	4.356
1899.....	103.908	»	1.101.425	5.640
1900.....	100.319	»	1.175.410	5.975
1901.....	133.676	»	916.000	7.218
1902.....	129.653	»	915.810	7.045
1903.....	77.360	»	»	»
1904.....	98.653	»	»	»
1905.....	125.289	»	»	»
1906.....	130.688	»	»	»
1907.....	101.708	»	»	»
1908.....	120.028	»	»	»
1909.....	82.937	»	»	»
1910.....	115.342	»	»	»

Siendo la ley media de los minerales de Nueva Caledonia 6 1/2 por 100, en 1910 obtuvieron 7.497 toneladas de níquel; es decir, que en el distrito de Sudbury se produjo dos veces y media más que en el distrito que más se le aproximó.

Además de estos dos grandes centros productores, se han obtenido pequeñas cantidades de níquel en Noruega, Estados Unidos, Cuba, etc.; pero, en relación con lo producido en los distritos antes citados, es una cantidad tan pequeña, que no influye en las estadísticas.

Empleo del níquel.—Una de las razones que ha contribuido al desarrollo lento de este distrito minero y ha sido causa de muchas vicisitudes en la vida de sus Sociedades mineras fué el escaso mercado que al principio tuvo el níquel. El consumo mundial de esta substancia no pasaba de 700 á 800 toneladas de metal puro al año, cantidad que podían producir fácilmente cualquiera de las minas del distrito.

A pesar de empezarse á emplear ventajosamente en las plan-

chas blindadas de los acorazados este metal, pasaron bastantes años hasta que llegó el consumo á las 1.500 toneladas. Pero, una vez llegado á esta cifra, el consumo aumenta rápidamente, empleándose el níquel en todos aquellos aceros en los cuales había que combinar la ligereza con la resistencia.

Actualmente el consumo es de unas 10.000 toneladas, generalizándose cada día más empleo del acero al níquel para la construcción de puentes y viaductos, así como para el laminado de carriles de ferrocarril.

Se han hecho experiencias, comparando la resistencia y coste de puentes hechos de acero ordinario (0 por 100 de níquel y 0,38 de carbono) y de acero al níquel, viéndose que, empleando ambos aceros en un puente, se obtiene una economía:

en peso, hasta de 25 por 100;

“ precio, “ “ 17 “ “

y empleando únicamente acero níquel, una economía:

en peso, hasta de 10 á 30 por 100;

“ precio, “ “ 12 “ “

Después de este uso, le sigue en importancia su empleo como parte de algunas aleaciones, en que se aprovecha su color y buena resistencia contra la oxidación. La más conocida de estas aleaciones es el llamado metal Monel, formado por 68 á 72 por 100 de níquel y el resto cobre; esta es la misma relación del níquel al cobre en las matas y permite obtener directamente la aleación de éstas sin necesidad de separar los metales.

Otras aleaciones de níquel se emplean con diversos nombres, como plata alemana, etc., para imitar la plata.

Finalmente, también se emplea algo el níquel puro, principalmente para la fabricación de moneda divisionaria.

Esto ha sido causa del temor, generalizado desde algún tiempo, de que se agotasen brevemente los criaderos actualmente conocidos; pero no es de temer este caso, pues aunque no se descubriesen en el resto del globo otros criaderos capaces de ayudar á suministrar con los Canadienses el mercado mundial, éstos por sí solos, con los depósitos actualmente reconocidos, son capaces de producir la cantidad necesaria de este útil metal. Sin contar con que, según se exploren las extensas regiones de rocas cristalinas, análogas á las de Sudbury

y situadas al N., hoy completamente desconocidas, es muy probable aparezcan nuevos criaderos.

Yacimientos de hierro de Moose Mountain.

En Moose Mountain, unas siete millas al Norte de la cuen-



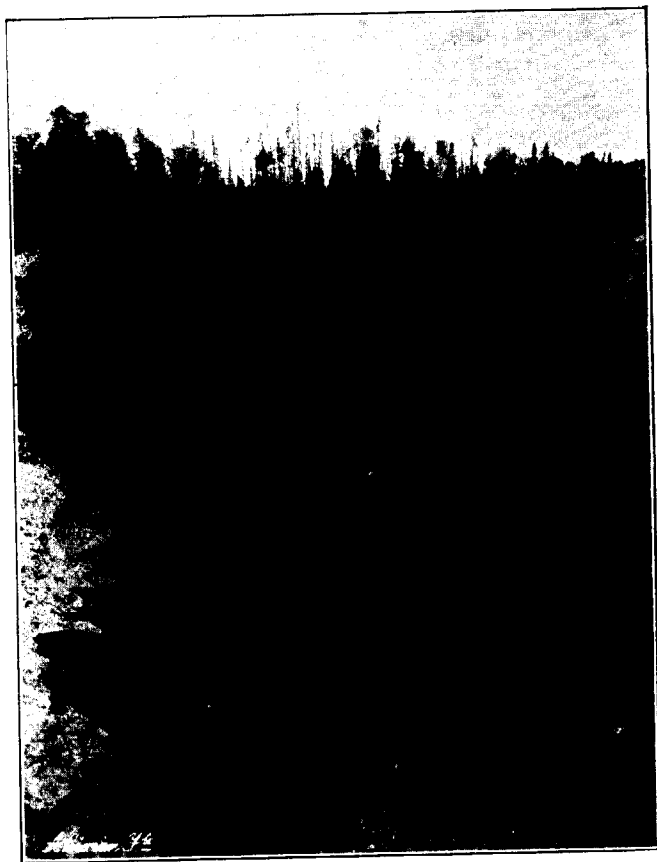
Moose Mountain.

ca niquelífera, se ha encontrado uno de los mayores depósitos de mineral de hierro del Canadá. Este yacimiento está separado de la cuenca niquelífera por una banda de Laurentiano formada por granito, gneis y pizarra verdosa, todo ello atravesado más ó menos por diques de pegmatita.

y situadas al N., hoy completamente desconocidas, es muy probable aparezcan nuevos criaderos.

Yacimientos de hierro de Moose Mountain.

En Moose Mountain, unas siete millas al Norte de la cuen-



Moose Mountain.

ca niquelífera, se ha encontrado uno de los mayores depósitos de mineral de hierro del Canadá. Este yacimiento está separado de la cuenca niquelífera por una banda de Laurentiano formada por granito, gneis y pizarra verdosa, todo ello atravesado más ó menos por diques de pegmatita.

Estas rocas son mucho más antiguas que el níquel eruptivo, y sirven de muro á los depósitos del borde Norte del distrito niquelífero. No se ha encontrado en este lado de la cuenca del níquel las rocas correspondientes á las series de Sudbury y Grenville, de manera que la geología de esta parte de la cuenca difiere notablemente de la del Sur.

En la mayor parte de los casos, la formación ferrífera de Ontario consiste de distintas formas de sílice con magnetita. Generalmente los yacimientos minerales forman fajas sinclinales en las pizarras verdes del Keewatin. Sin embargo, no se ha visto claramente esta relación en Moose Mountain, debido á que la regularidad se ha alterado por intrusiones de rocas básicas y graníticas. Las rocas que acompañan al mineral son una pizarra fajeada alternativamente de un color gris oscuro y gris claro. Este fajeado, algunas veces, es bastante rectilíneo y uniforme, pero en muchos casos se ha plegado y aplastado por pequeñas fallas de poca extensión.

El mineral ordinario fajeado contiene 36 por 100 de hierro y de resultas de labores superficiales y sondeos al diamante, la Dirección de la mina estima que hay unos 100 millones de toneladas de mineral de esta ley, más unos seis millones de toneladas de magnetita de mayor ley, en la cual hay mucha menos sílice y donde las fajas se marcan menos.

Al Sur de la formación ferrífera se encuentran en un gneis de aspecto Laurentiano, sin que se vea bien su relación con las masas de mineral, algunos diques de granito, y con menos frecuencia, de pegmatita que cortan los afloramientos de mineral.

Las partes más ricas de mineral se han fisurado mucho, y penetran en ellas en todas direcciones bandas y vetas de epidoto de color amarillo verdoso, evidentemente el mineral de formación más reciente. Cerca de estas bandas, la magnetita algunas veces está transformada en hornablenda, viéndose el tránsito gradual de ésta al mineral usual en el espacio de pocos centímetros. La masa de mineral que se trabaja ha sido clasificada por el profesor Leith como perteneciente á un tipo pegmatítico. Define este tipo como incluyendo "Minerales conducidos á la superficie ó cerca de ella en magmas y segregados á la manera de diques pegmatíticos después de haberse enfriado

y cristalizado el resto del magma. Se han precipitado de disoluciones acuosas mezcladas con otras silicatadas., Evidentemente ha tenido en cuenta la teoría usual de la formación de los depósitos de Kiruna y demás depósitos de magnetita del Norte de Suecia.

Debe mencionarse, sin embargo, que algunos de los minerales más ricos están interstratificados con los bancos de tipo silicioso más pobre que forman la mayoría de estos depósitos, y es posible que la filtración descendente de aguas calientes haya producido este enriquecimiento. El último efecto de la circulación de estas disoluciones, ó sea la formación del epidoto, está acompañado generalmente por un enriquecimiento cerca de las pequeñas vetas de aquel mineral.

Moose Mountain ha sido la primer mina de hierro del Canadá que aplicó á sus menas la concentración magnética en escala comercial. El mineral de más ley se quebranta hasta el tamaño de una pulgada y es separado del epidoto y de la hornablenda con la cual está mezclado, por medios magnéticos, elevando su ley hasta un 55,5 por 100 de hierro metálico. En la instalación actual (más bien experimental) se han preparado para el embarque 155.000 toneladas de mineral. Este método no da buenos resultados para el mineral de 36 por 100, en el cual la magnetita está íntimamente unida á la sílice, y en los últimos dos años se ha construído un nuevo taller de concentración mayor y más complicado. En éste, el mineral molido finamente se separa magnéticamente por el sistema Grondal. Se comprime la magnetita para separar el agua, se hacen briquetas, y últimamente, en un horno se transforma la mayor parte de la magnetita en hematites.

Aunque no tan extensos como los grandes depósitos magnéticos del Norte de Suecia, Moose Mountain promete ser un gran productor de mineral.

Los depósitos de mineral de hierro del Keewatin en la provincia de Ontario, con excepción de algunas cuencas del Lago Superior, son generalmente similares al que acabamos de describir.

CAPITULO SEGUNDO

Cobalt.

Introducción.

En 1903, durante la construcción del ferrocarril de Temiskaming y Northern Ontario, propiedad y explotado por el Gobierno de Ontario, se descubrieron ricas vetas de mineral de cobalto y plata cerca de lo que ahora se conoce por la estación de Cobalt. La línea del ferrocarril corre casi por encima de una de las vetas más importantes.

Un mineral característico de este distrito es la nicolita y, como indica su nombre en alemán, Kupfer-níquel, su color es algo parecido al del cobre. Debido á esto, no es sorprendente que algunas de las primeras personas que vieron estos depósitos confundieran la nicolita con el mineral de cobre, no fijándose en la plata nativa que aparecía con profusión en parte de las vetas, creyendo que los depósitos eran de mineral menos rico.

Las vetas son delgadas, en término medio no tienen más de diez centímetros de ancho; este dato desanimó á algunos de los primeros ingenieros de minas que examinaron los crestones é hicieron que dudasen de su importancia económica; sin embargo, el gran número de vetas y su gran riqueza ha compensado con exceso su poca potencia. Se vió al cabo de poco tiempo que Cobalt era un depósito donde con poquísimos gastos se podrían extraer grandes cantidades de mineral; así uno de los primeros explotadores obtuvo mineral de un valor aproximadamente de 250.000 *dollars* con un coste de 2.500. La estadística nos enseña que, desde que se trabaja en este distrito, se han repartido dividendos mayores del 50 por 100 del valor de la producción.

Debido al carácter complejo y poco frecuente de los minerales, al principio se perdieron parte de éstos al extraer la pla-

ta, pues se encuentra además del mineral precioso, arsénico, cobalto y níquel en cantidades importantes.

En pocos años que se lleva trabajando en Cobalt, se han montado talleres capaces de refinar todos los componentes que forman el mineral. Los métodos empleados son mejoras sobre los practicados en otros sitios ó inventados especialmente para estos minerales, como ocurre con el que se emplea en la mina Nipissing para la extracción y refinado de la plata. Este metal también se refina en varios otros talleres y en otros se produce arsénico blanco así como óxidos de níquel y cobalto.

Las fábricas para refinar el óxido de cobalto tienen suficiente capacidad para proveer el consumo mundial de esta substancia. El arsénico blanco obtenido de los minerales de Cobalt representan un 20 por 100 de la producción del mundo, y, por último, Cobalt en proporción es el mayor productor de plata del mundo; su producción representa, próximamente, un 13 por 100 de la total. Un mineral de ley media de Cobalt contiene un 10 por 100 de plata, 9 por 100 de cobalto, 6 por 100 de níquel y 39 de arsénico, formando el resto caliza, sílice y, en menos proporción, antimonio, hierro, azufre, telurio, etc.

La veta productiva más rica del distrito es la Carson, en la mina de Crown Reserve. Se ha calculado que esta veta habrá producido hasta terminar su explotación por encima del nivel de 60 metros, unos 20 millones ó más de onzas de plata. El descubrimiento de Cobalt situado cerca del borde Sur de la gran región precambriana, que ocupa casi la mitad de la superficie del Canadá con 3.750.000 millas cuadradas de territorio, ha hecho suponer que con el tiempo se ha de encontrar en este distrito grandes depósitos, hoy desconocidos, de este mineral.

Rocas de este distrito.—Al principio no había buenos afloramientos, por estar recubiertos, en su mayor parte, de bosques y tierra vegetal; pero, en la actualidad, se han cortado estos bosques y descubierto la superficie de las rocas por el método hidráulico.

En el distrito hay una considerable variedad de la serie precambriana.

En las orillas é islas del lago Temiskaming, algunos kilómetros al NE. de la estación de Cobalt, se ven buenos aflora-

mientos de la formación de Clinton y Niágara del sistema Siluriano. No hay ningún terreno, de los comprendidos entre el Niágara y el Pleistoceno ó Glacial, representado en este distrito. En el cuadro que sigue se ve la subdivisión, basada en relación de edades, que se ha hecho de las rocas del distrito de Cobalt.

En el distrito aurífero de Porcupine, 180 kilómetros al NO. de Cobalt, las series de Keewatin y Temiskaming tienen mucha importancia; las series de Cobalt también están representadas en esta área, y algunos bancos se cree representan la diabasa de Nipissing de Cobalt. En el distrito de plata y cobalto de Gowganda, situado á 30 ó 40 kilómetros al O. de Cobalt, las diabasas de Nipissing y las series de Cobalt ocupan gran parte de la superficie; las series de Temiskaming afloran sólo en una parte del distrito. Estas últimas series también se han encontrado en Swastika y en los lagos Lardar y Abitibi y hacia el E., más allá de Quebec; vemos, pues, que aparecen en varios puntos en una extensa región.

Las relaciones que tienen las series de Cobalt y Temiskaming con las del área Huroniano de la costa N. del lago Hurón son desconocidas, por lo cual en el siguiente cuadro no emplearemos el nombre Huroniano. Si se consideran comprendidas en el Huroniano todas las rocas fragmentarias post-laurentianas y pre-keweenawan de la región, entonces deben pertenecer á esta formación las series de Cobalt y Temiskaming. La subdivisión del pre-cambriano en Algonkino y Arcaico ó Proterozoico y Archeozoico empleada por muchos autores no ha sido adoptada en esta región, puesto que el Dr. Miller cree que las series de Grenville, en las que incluyen calizas y otros sedimentos muy potentes, son de época pre-laurentiana. Si se quiere un nombre para las rocas pre-cambrianas que corresponda á los de Paleozoico y Mesozoico, se puede emplear el nombre muy común de Eozoico, según indica el mismo autor.

Edad relativa de las rocas de Cobalt y sus distritos adyacentes.

PALEOZOICAS.—Siluriano. Niágara.—Se encuentran afloramientos de calizas, conglomerados de la base y areniscas del Niágara en algunas de las islas y costas del lago de Temiskaming.

EOZOICAS Ó PRECAMBRIANAS.—Diques modernos.—Aplita, diabasa y basalto.

DIABASA DE NIPISSING.—Esta diabasa, de gran interés en conexión con las vetas de cobalto y plata, es probablemente de edad Keweenawan.

Algunos diques de aplita están relacionados con esta diabasa.
SERIES DE COBALT.—Las series de Cobalt incluyen conglomerados, grauvacas y otras rocas fragmentadas.

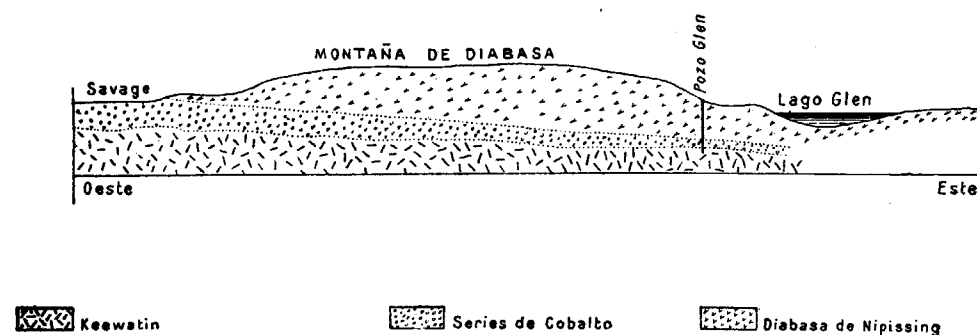
GRANITO LORRAIN.—Este granito ocupa la mayor parte del emplazamiento de Lorrain y se encuentran grandes afloramientos cerca del lago Temiskaming.

DIQUES DE LAMPROFIRO.—Se ven cerca de algunas de las minas de Cobalt.

SERIES DE TEMISKAMING.—Lo mismo que las series de Cobalt, las de Temiskaming están formadas por conglomerados de otras rocas fragmentarias.

FORMACIÓN DEL KEEWATIN.—Los gneis y granitos Laurentianos, de edad intermedia entre el Keewatin y Temiskaming, no se encuentran en el distrito de Cobalt, pero sí en la región que le rodea. En esta formación están agrupadas las rocas más antiguas. Consisten principalmente en rocas volcánicas básicas con algún tipo más ácido, como pórfidos cuarzosos.

Se incluye en el Keewatin algunos sedimentos, como la formación ferrífera ó jaspilita, pizarras oscuras y grauvacas, que corresponden probablemente á las series de Grenville del SE. de Ontario. Algunos diques, agrupados con el Keewatin, pueden ser de formación posterior al Temiskaming; pero, puesto que no se conoce su contacto con estas series, no puede señalarse su edad relativa.



DESCRIPCIÓN DE LAS ROCAS.

Keewatin.—Las rocas del Keewatin, en el distrito de Cobalt, se pueden dividir en cuatro grupos: 1.º, basalto; 2.º, diabasa y demás rocas básicas; 3.º, intrusivas ácidas; 4.º, sedimentos: abundando más los basaltos.

También se encuentran frecuentemente las diabasas, aunque su distribución es más limitada y ya abundan menos las rocas ácidas, entre las cuales se incluyen la felsita, pórfidos feldespáticos y pórfidos cuarzosos. Los sedimentos agrupados en el Keewatin comprenden: formación ferrífera, esquistos con grafito y pizarras.

Muchas rocas básicas ígneas de esta formación se han transformado, tomando una estructura pizarrea, y no se puede determinar su carácter primitivo. En general, las rocas ácidas son más modernas que las de composición más básica.

Algunas diabasas cortan el basalto y la formación ferrífera. No se encuentra granito ó granito gneisico de edad anterior al granito de Lorrain en la vecindad de Cobalt; pero, sin embargo, en los conglomerados del área argentífera se encuentran cantos procedentes del Laurentiano.

El nombre Laurentiano se aplica á los granitos ó gneis granitoide de un color gris típico; el gneis posee, alternativamente, fajas intermedias de colores oscuros y claros, debido á la inclusión de fragmentos y masas del Keewatin.

El Laurentiano penetra tanto en el Keewatin como en la serie de Grenville.

Series de Temiskaming.—Las series de Temiskaming están formadas por conglomerados, grauvacas y pizarras. Están,

generalmente, bien estratificadas, y los bancos han sido levantados hasta encontrarse en una posición vertical ó casi vertical. En algunas de las grauvacas se encuentran estratificaciones discordantes en muchos sitios. Las rocas contienen vetas de cuarzo de algunos centímetros de espesor y 30 ó 40 de longitud.

Primero cortaron, á las series de Temiskaming, los diques de lamprofiro y después el granito de Lorrain. Se encuentran buenos contactos del granito de Lorrain y las series de Temiskaming al S. de la mina de este nombre y en el lago Kirk.

Al O. de Haileybury, á unos cinco quilómetros de distancia, se encuentran los conglomerados de la serie de Cobalt apoyados en estratificación discordante sobre el borde levantado de la grauvaca de Temiskaming, esta última bien estratificada. Cerca de aquí los diques de lamprofiro atraviesan las series más antiguas sin cortar los sedimentos de Cobalt. No se conoce con seguridad el espesor de las series de Temiskaming; sin embargo, en una localidad tienen un espesor mínimo de 2.000 metros.

Diques de lamprofiro y granito de Lorrain.—Cerca del lago Kirk, tanto el lamprofiro como el granito atraviesan las series de Temiskaming, viéndose que los lamprofiros son de edad más antigua que el granito. Estos diques son muy numerosos en el distrito, caracterizados, en su mayor parte, por la abundancia de hornablenda, biotita y augita. Las rocas varían en grano del fino al grueso y el espesor de los diques llega á seis ú ocho metros.

Los granitos de Lorrain son de grano grueso con abundante biotita y un color característico róseo. En el lago Kirk atraviesan, las rocas verdes del Keewatin, la formación ferrífera (series de Grenville), los sedimentos de Temiskaming y los diques de lamprofiro. No se sabe si algunos de los pórfidos cuarzosos y feldespáticos, pertenecientes á las series de Keewatin, tienen alguna conexión genética con el granito de Lorrain. Las series de Cobalt se apoyan sobre el granito directamente, conociéndose, por lo tanto, perfectamente su edad relativa. Probablemente, la intrusión de granito de Lorrain fué causa de que las series de Temiskaming tomasen su actual posición, cercana á la vertical. Cerca del contacto del granito se han desarrollado algunas veces granates en las rocas adyacentes.

Aunque el granito de Lorrain ha sido atravesado por la diabasa de Nipissing, no se han encontrado en aquél depósitos de importancia de mineral de cobalto y plata. Se ha demostrado que la plata se deposita rápidamente en la superficie ó en las grietas del granito, por haberse encontrado este metal formando vetas, que penetran en los cantos del granito que se encuentran en los conglomerados de las series de Cobalt, en la vecindad de los filones de las minas de Coniagas y Trethewey. Algunos diques de granito, que atraviesan el Keewatin en los trabajos más profundos de las minas de Temiskaming, son cortados por las vetas metalíferas, cubriéndose de plata el granito.

Series de Cobalt.—Desde un punto de vista económico, las rocas de esta formación son las más importantes del distrito, puesto que más de un 80 por 100 del mineral explotado en Cobalt proviene de vetas encontradas en estas series. Las erosiones no han dejado más que testigos aislados de estas series, que en la edad antigua cubrieron casi toda la superficie de una vasta región del N. de Ontario. Los bancos son todos de origen fragmentario y están formados por rocas, que varían desde las de grano muy fino hasta otras que contienen cantos de varios decímetros de diámetro. Las distintas variedades de fragmentos que componen estas rocas son casi innumerables, puesto que representan los productos de la erosión sobre todas las series pre-cambrianas anteriores, á saber: Keewatin, Laurentiano, Temiskaming, granito Lorrain y distintas rocas intrusivas.

Como es natural, han resistido mejor las acciones destructoras de los agentes de la erosión aquellas rocas y minerales de mayor dureza y cohesión; y, por lo tanto, en las series de Cobalt, especialmente en las rocas de textura más gruesa, se encuentran en mayor cantidad granos de feldespato, cuarzo y cantos de granito y otras rocas eruptivas, más bien que minerales y rocas, que se descomponen fácilmente bajo la acción de los agentes atmosféricos ó que son destruidas rápidamente por los efectos de la erosión.

Terrenos infrayacentes.—En la vecindad de Cobalt, las series de Cobalt se apoyan sobre una superficie descompuesta de las rocas anteriores; generalmente pertenecen al Keewatin, puesto que las rocas de esta edad están más extendidas en este distrito que las demás de la serie pre-cobaltiana.

Donde las rocas de la serie de Cobalt se apoyan sobre las pizarras ú otra roca cualquiera fácilmente descompuesta, hay un tránsito lento desde estas rocas sanas hasta los bancos distintamente fragmentados de las series de Cobalt. Las materias descompuestas en la superficie del Keewatin se han vuelto á consolidar y cimentar, y en algunos contactos es imposible, sin el examen de placas delgadas al microscopio, distinguir la materia regenerada de la roca sana ígnea infrayacente.

Esto mismo sucede algunas veces en el contacto de los miembros superiores de las series de Cobalt con la arcosa y granito de Lorrain.

Grauvacas pizarreñas.—Normalmente, los conglomerados de la base y la brecha pasan gradualmente á una grauvaca pizarreña de grano fino bien estratificada. Únicamente se distinguen los componentes de la grauvaca examinándola en placas delgadas al microscopio, viéndose que está formada, en su mayor parte, de fragmentos de cuarzo y feldespato; este último completamente sano. Bajo el microscopio, en algunas secciones delgadas, la grauvaca parece polvo volcánico, sin que se haya, sin embargo, probado que simultáneamente haya habido una actividad volcánica. Generalmente, la grauvaca tiene un color verdoso ó grisáceo; pero en alguna localidad es distintamente rojiza.

La grauvaca, como los demás miembros de las series de Cobalt, generalmente ocupan una posición casi horizontal. Se encuentran frecuentemente en la superficie de sus bancos, hoyos y grietas.

La grauvaca pasa á una cuarcita más ó menos impura, y ésta, á su vez, á un conglomerado; pero á veces falta la cuarcita y se apoyan directamente los conglomerados sobre la grauvaca. Donde no falta ningún miembro de la serie, como sucede en algunos puntos de la costa E. del lago Temiskaming, suceden al conglomerado la arcosa de Lorrain y la cuarcita; sin embargo, en dos ó tres sitios, donde los miembros superiores de la serie, conglomerado ó arcosa, se apoyan directamente sobre la grauvaca, se ve que ésta ha sufrido los efectos de la erosión antes de haberse depositado las rocas superiores.

Cuarcita.—La cuarcita, generalmente, no tiene un gran espesor; frecuentemente, no pasa de ocho á 10 metros; pero, en

algunos sitios, esta roca se apoya sobre la grauvaca anteriormente descrita con espesores mucho mayores.

Algunas veces la cuarcita contiene grauvacas inter-estratificadas.

Conglomerados.—Estos conglomerados, que podemos llamar segundos conglomerados, para distinguirlos del conglomerado ó brecha de la base de la grauvaca, ó sean los conglomerados sobrepuestos á la cuarcita, son una de las rocas más interesantes de la región. No se ha decidido si representa un depósito glacial ó si tienen un origen torrencial ú otro distinto.

El conglomerado de las series de Cobalt se distingue del de las series de Temiskaming principalmente por los cantos de granito róseos, característicos del primero y que no se encuentran en los segundos. Esto es debido á que los granitos anteriores á las series de Temiskaming son de un color gris, mientras que los cantos de granito que se encuentran en las series de Cobalt provienen del granito róseo de Lorrain.

Además, las series de Temiskaming buzan con un ángulo casi de 90 grados, mientras que las series de Cobalt, generalmente, son casi horizontales.

Origen del conglomerado.—El Dr. Miller, en sus estudios sobre el distrito de Cobalt, hizo observar cómo era difícil que los grandes cantos de granito que forman parte de los conglomerados hayan sido transportados tan lejos de la masa primitiva. Estos grandes cantos se encuentran repartidos sobre una gran extensión en el distrito, y actualmente no se encuentra ningún afloramiento cercano del granito; en el actual estado de conocimiento sobre esta materia, no se puede decidir si estos cantos de granito, hasta de un metro de diámetro, distante varios kilómetros de los afloramientos de esta roca, nos indican una acción glacial durante el período Huroniano inferior.

El Dr. Coleman descubrió, en una visita á la mina Trethewey cantos rayados de granito en los conglomerados, con todos los caracteres de los que se encuentran en los depósitos glaciales. A pesar de esto, el Dr. Miller no cree aún demostrado que los conglomerados son de origen glacial, puesto que, á pesar de haberse examinado durante muchos años conglomerados parecidos al de Cobalt sobre una gran extensión de territorio del N. de Ontario, no se ha descubierto ninguna

superficie glacial en las rocas inferiores á este conglomerado. Las rocas infrayacentes presentan una superficie descompuesta, sin ninguna línea divisoria entre las rocas inferiores sanas y las superiores fragmentadas. El origen glacial de los conglomerados de Cobalt no se puede, por lo tanto, demostrar tan claramente como para las otras rocas similares de otros distritos.

Arcosa de Lorrain y cuarcita.—Como hemos explicado anteriormente, estas rocas están agrupadas con las series de Cobalt, formando sus tramos superiores. En dos ó tres localidades se ha visto que la arcosa y cuarcita se apoyan, con estratificaciones discordantes, sobre la grauvasca ó las demás rocas de la serie; pero, en otros lugares, no hay señal alguna de un intervalo de erosión. Frecuentemente, la arcosa se encuentra sobre el granito, como sucede en la ciudad de Lorrain, y es un producto de la descomposición de la última roca, habiendo un tránsito gradual de la roca sana á la arcosa. Hay, además, un tránsito gradual ascendente de la arcosa á una cuarcita impura; de ésta á una cuarcita más pura, y, finalmente, á un conglomerado compuesto principalmente de guijo cuarzoso.

Diabasa de Nipissing.—En Cobalt, gran parte del pendiente del manto de diabasa ha sido destruído por la erosión, ocupando ésta próximamente la mitad de la superficie del área productiva de la cuenca; buza, en conjunto, con un ángulo pequeño hacia el SE.; pero se ve, en algunos sitios, que aumenta la inclinación del manto. Debido á la asociación de minerales de cobalto con la diabasa, se cree que ésta y el mineral provienen del mismo magma.

Casi todas las variedades de las rocas que forman el manto en Cobalt, examinadas en secciones delgadas, tienen una textura ofítica, encontrándose casi siempre el cuarzo primario; por lo tanto, la roca puede clasificarse como una diabasa cuarcífera; casi todo el cuarzo está asociado con feldespato, intercalándose micrográficamente ambos elementos.

El espesor del manto de diabasa en Cobalt es de 150 á 200 metros; en un punto, en el lago Cross, se ha encontrado que este espesor es casi doble del citado; pero se cree que esto es debido á una falla. El lago Cross está alineado con los lagos de Kirk, Crown y Goodwin, indicando, probablemente, esta cadena de lagos la alineación de una falla.

Facies de la diabasa.—Aunque la diabasa de la parte productiva del distrito de Cobalt es de carácter uniforme, se ven diferencias en las partes más lejanas del distrito. Así, algunos quilómetros al S. y O. de Cobalt aparecen en la diabasa puntos rosados de micro-pegmatita. En algunas localidades, estas manchas rosadas aumentan de tamaño hasta que la roca se hace rosa ó roja, y entonces se debe considerar más bien como un granofiro que como una diabasa.

Un cambio similar, pero más completo, de una roca más oscura básica á otra de colores más claros y más ácida hemos visto pasa con la norita de Sudbury. A veces la diabasa típica se transforma en una roca de grano mucho más grueso que se ha descrito como un gabro; pero, examinada detenidamente, se ha visto que tiene una textura ofítica.

Diques de aplita ó granofiro más modernos que la diabasa de Nipissing.—Especialmente en el lago Elk y distrito de Gowganda, cortan á la diabasa de Nipissing delgados diques de aplita ó granofiro. Al enfriarse la diabasa, se formaron grietas, que se rellenaron con material del magma más ácido, formándose estos diques. El examen químico y microscópico de las rocas de estos diques nos enseñan que, genéticamente, están más próximos á la diabasa que al granito.

En Cobalt existe un dique de granito en la propiedad de la mina University que atraviesa la diabasa de Nipissing, y se ve, por su composición química, que tiene relaciones con la aplita de Gowganda y el lago Elk; pero, como tiene una potencia mucho mayor que los demás diques, su grano es más grueso; su potencia media es de 15 metros, mientras que en los demás generalmente no pasa de un metro.

Diques básicos más modernos que la diabasa de Nipissing.—Se han encontrado numerosos diques básicos en la región que, con un centenar de quilómetros de ancho, se extiende entre Sudbury, al SO., y el lago Quinze, al NO.; estos diques son más modernos que la norita de Sudbury y la diabasa de Nipissing, que son los que, en orden cronológico, les preceden entre las rocas básicas ígneas. La edad relativa de estos diques y los de aplita ó granofiro, descrito anteriormente, no es conocida.

En Sudbury los diques básicos estaban formados por una

diabasa con olivino que, al descomponerse bajo la acción de los agentes atmosféricos, tomó una forma característica esferoidal. También se han encontrado diques parecidos de diabasa con olivino en el río Quinze, 100 millas al NE. de Sudbury.

Paleozoico.—La caliza de Niágara y Clinton forma grandes afloramientos en las islas y en las cercanías de la costa del extremo NO. del lago Temiskaming. Su caliza nos da unas rocas á propósito para la construcción y para la fabricación de cal, lo cual les dará una importancia económica dentro de algunos años, pues no se encuentra este material en la parte N. de Ontario. La caliza se extiende hacia el N., aunque recubierta frecuentemente por depósitos arcillosos. Puesto que los depósitos de cobalto y plata son de edad precambriana, las calizas paleozoicas tienen poco interés en relación con este yacimiento, aunque claro es que puede sobreponerse á formaciones que contengan mineral.

Todo lo largo de la costa O. del lago Temiskaming se ven indicios de una falla, lo cual fortalece la teoría de que el lago coincide con una gran falla que se dirige de NO. á SE. En algunos sitios la caliza es muy rica en fósiles.

Pleistoceno.—Inmediatamente antes del período glacial, indudablemente, la superficie de las rocas del actual distrito estaba sumamente descompuesta por los agentes atmosféricos.

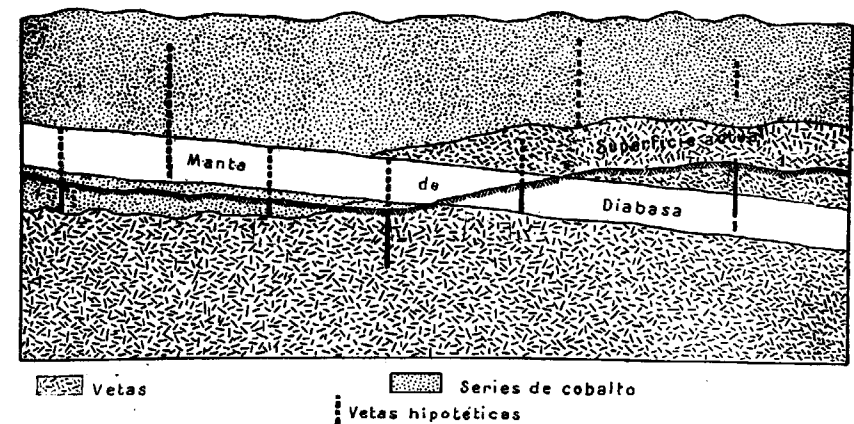
Los heleros barrieron todo el material suelto de la superficie y lo arrastraron hacia el Sur mezclados con otras substancias. Probablemente se llevó mucho más mineral de cobalto y plata de lo que después se ha beneficiado. Se han encontrado pepitas y trozos de mineral de plata muy ricos en numerosas zanjas muy al Sur de las minas. Un canto glacial de un valor de unos 5.000 *dollars* existe actualmente en la colección de la oficina de minas.

Por todas partes la superficie de las rocas nos dan evidencia de la acción glacial; los depósitos que se encuentran sobre la superficie de la roca consisten en el barro típico de esta acción.

Las vetas de cobalto y plata.

Las vetas de cobalto y plata ocupan fisuras delgadas prácticamente verticales, grietas de rocas de tres edades, á saber: series de Cobalt, series de Keewatin y diabasa de Nipissing. Las vetas son mucho más numerosas en las rocas de las series de Cobalt que en el Keewatin ó la diabasa de Nipissing.

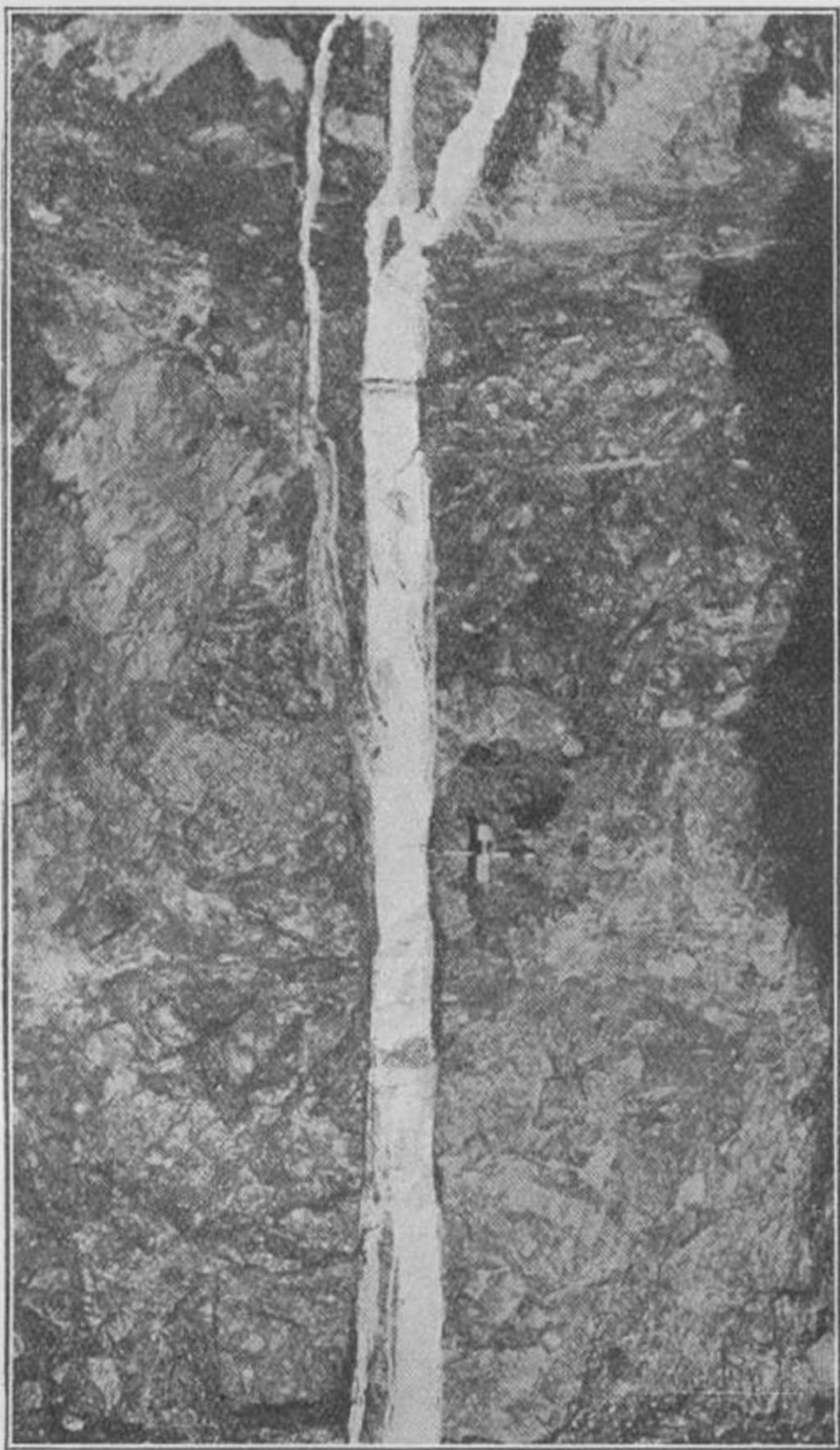
Se ha estimado que hasta el 1.º de Julio de 1911 el rendi-



miento de la diabasa de Nipissing fué un 7 por 100 del total, producido por doce vetas; el Keewatin con trece vetas produjo 10,85 por 100, mientras que de 86 vetas en las series de Cobalt se ha obtenido un 82 por 100 de la producción total. Es muy difícil determinar el número exacto de vetas productivas, debido á que éstas son muy delgadas y se puede confundir una rama de una por otra distinta. En los actuales momentos hay unas 115 vetas productivas conocidas.

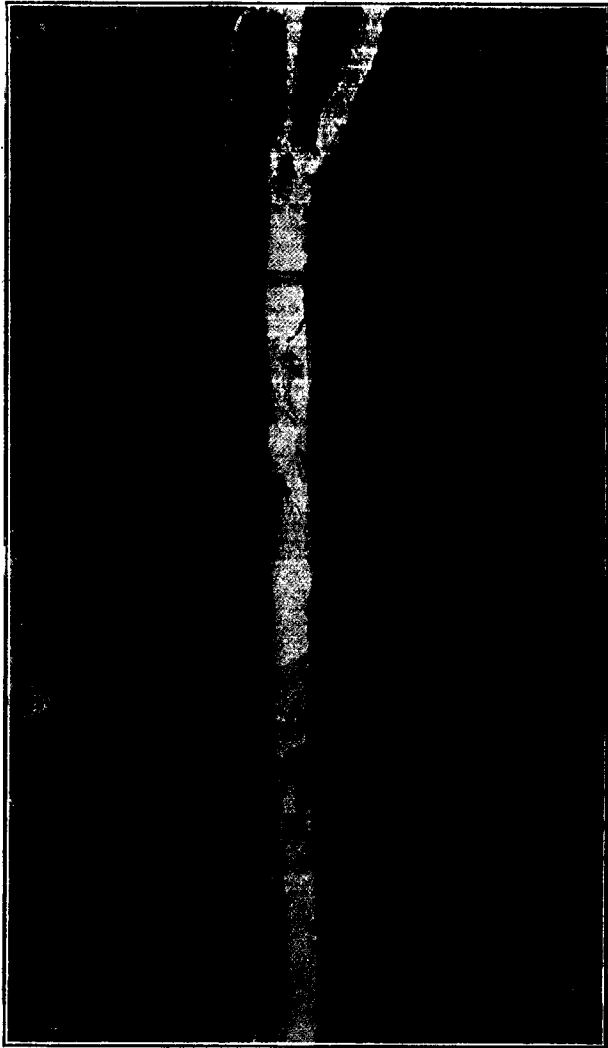
Origen de las vetas.—Después de la intrusión del manto de diabasa de Nipissing que buza con un ángulo muy pequeño y penetra tanto en las series de Cobalt como en el Keewatin aparecieron grietas y fisuras debidas principalmente al enfriamiento de dicha masa. Estas grietas se formaron, tanto en las rocas del pendiente como en las del arrastre y en la diabasa misma. Aguas mineralizadas corrieron por las fisuras y depo-

sitaron distintos minerales. Estos minerales que se depositaron primeramente, fueron esencialmente arseniatos de cobalto y níquel y dolomía. Después hubo ligeros movimientos en estas



Veta de plata. Mina Seneca. Cobalt.

sitaron distintos minerales. Estos minerales que se depositaron primeramente, fueron esencialmente arseniatos de cobalto y níquel y dolomía. Después hubo ligeros movimientos en estas



Veta de plata. Mina Seneca. Cobalt.

vetas que reabrieron las fisuras y fracturaron la materia que lo rellenaba.

En el intervalo de tiempo que pasó entre el relleno de las grietas con los minerales de cobalto y níquel y la fractura de las vetas por una acción secundaria, había cambiado el carácter de las sustancias disueltas en el agua. El mineral característico en disolución era la plata acompañada de calcita y se depositó en las grietas y agujeros de la veta reabierta.

Quizá se haya depositado alguna plata durante el primer período de relleno de las vetas, é indudablemente se han depositado minerales de cobalto y níquel en el segundo período; pero los minerales últimamente citados son característicos del primer depósito, y el mineral de plata, del segundo depósito. Algunos autores al tratar de los minerales de Cobalt han expresado su opinión de que la plata representa un enriquecimiento secundario, creyendo que proviene de la descomposición de sales de las vetas que se depositaron próximamente al mismo tiempo que los minerales de níquel y cobalto; pero el Dr. Miller cree que la mayor parte de la plata nativa es de origen primario.

Se ha demostrado por la experiencia obtenida en la explotación de las minas de Cobalt que la presencia del mineral de plata rica depende de la proximidad de las masas de diabasa. En gran parte del área productiva, los agentes de la erosión no solamente han barrido el pendiente y el manto de diabasa mismo, sino que ha desaparecido parte del arrastre. En estas vetas del arrastre es una excepción el encontrar mineral rico en plata que se extienda á más de 70 á 100 metros de la superficie. Después de haber desaparecido el mineral de plata rico en profundidad continúan los minerales de cobalto y níquel. Esto es debido principalmente á la acción de los minerales de cobalto y níquel que precipitaron rápidamente la plata que contenían las aguas que se infiltraron, depositándose la plata antes de llegar á una gran profundidad. En algunos casos en los cuales las vetas con mineral de cobalto y níquel no contienen mineral rico en plata ó en las que la plata profundiza poco se debe atribuir este fenómeno á que estas rocas no se fracturaron en el segundo período, no dando lugar, por lo tanto, al paso de la disolución que contenía plata.

Frecuentemente debajo de las partes de las vetas ricas en plata se ha encontrado argentita bien cristalizada y plata en hilos. Quizá este mineral represente un depósito secundario de la plata disuelta en la parte superior de las vetas y transportada hacia abajo.

La plata nativa del distrito es impura, debido principalmente á la presencia de antimonio y mercurio. Los ejemplares de plata cristalizada y libre de estas impurezas son debidos principalmente á un enriquecimiento secundario. Cuando la plata nativa se precipita de sus disoluciones al llegar al contacto con los minerales de níquel y cobalto, los compuestos de níquel y otros metales fueron disueltos; por esto no es raro encontrar en las vetas de Cobalt compuestos de los metales más básicos que fueron depositados durante el segundo período de relleno de las vetas.

Antigua extensión vertical de las vetas.—Algunos escritores han expresado su opinión de que los afloramientos de vetas delgadas representaban las partes inferiores de antiguas vetas más potentes que se extendían hasta la superficie antigua, sin tener justificación esta opinión. Las vetas que se han trabajado hasta la profundidad de algunos cientos de metros no dan indicios de estrecharse, únicamente el mineral se hace más pobre á medida que aumenta la profundidad debajo del manto.

Además se han encontrado vetas ciegas, es decir, que no llegan á la superficie.

En una palabra, cuando la intrusión de la diabasa, se formaron fisuras y grietas en las rocas del pendiente y del arrastre, así como en las rocas eruptivas mismas; las grietas en el pendiente probablemente se extendieron una distancia considerable por encima del manto, pero no hay evidencias de que llegasen á la superficie ó de que fuesen más potentes en la parte que ha desaparecido por las acciones de la erosión.

Relación de las rocas encajantes con el mineral.—Las vetas se encuentran, según hemos dicho, en tres series de rocas; es decir, los conglomerados y otros sedimentos de las series de Cobalt, el manto de diabasa de Nipissing y la formación del Keewatin, pero ya hemos visto que más del 80 por 100 del mineral se ha obtenido de las series de Cobalt, debido principalmente á que estas rocas se fracturaron más fácilmente que la diabasa ó el Keewatin.

Aparentemente no había diferencia en la precipitación de los minerales, debido á las propiedades fisico-químicas de las rocas encajantes. Se ha visto que la plata se precipita en las grietas delgadas en el granito de algunos conglomerados cercanos á la veta tan fácilmente como en las rocas básicas. La existencia del mineral rico de plata depende del carácter de la grieta formada en la roca, de que esta grieta haya sido modificada por acciones secundarias y de su proximidad á la diabasa. Las disoluciones debían de depositarse más fácilmente en las grietas del pendiente que en las del arrastre, y efectivamente en las vetas que hasta ahora se han trabajado, las que se encuentran en el pendiente son productivas hasta una profundidad mayor que las del resto del distrito. En el arrastre la profundidad á la cual llega el mineral rico depende del carácter y potencia de las grietas, habiéndose visto que los minerales ricos profundizan menos en las vetas irregulares que en otras anchas sin llegar nunca á la profundidad de las vetas del pendiente, donde evidentemente han tenido más facilidad para circular las aguas cargadas de disoluciones minerales. Las vetas al llegar al contacto de las series de Cobalt con el Keewatin se ramificaron en varias ó continúan á través del Keewatin. En las vetas, tanto de la diabasa como del Keewatin, el mineral aparece distribuído más irregularmente que en las series de Cobalt.

Menas y minerales.—Las menas más importantes en las vetas son la plata nativa asociada generalmente con discrasita, argentita, pirargirita y otros compuestos, esmaltita, nicolita y otros minerales afines.

Muchos están mezclados íntimamente y por esta razón no han podido identificarse. Otro carácter que contribuye á hacer más difícil esta identificación es que la mayor parte se presentan en forma maciza, no encontrándose cristales más que de tamaño microscópico. Los siguientes minerales han sido identificados y los podemos agrupar en las siguientes divisiones:

I. *Elementos nativos.*—Plata nativa, bismuto nativo, grafito.

II. *Arseniuros.*—Nicolita ó arseniuro de níquel, cloantita ó diarseniuro de níquel, esmaltita ó diarseniuro de cobalto.

III. *Arseniatos.* - Eritrita, anabergita y escorodita.

IV. *Sulfuros*.—Argentita ó sulfuro de plata, millerita, argiropirita?, estromeyerita?, bornita, calcopirita, falerita, galena y pirita.

V. *Sulfoarseniuros*.—Mispickel ó sulfoarseniuro de hierro, cobaltita ó sulfoarseniuro de cobalto.

VI. *Sulfoarseniatos*.—Proustita, xanthoconita?

VII. *Antimoniuros*.—Discrasita ó antimoniuuro de plata, breithauptita.

VIII. *Sulfo-antimoniuros*.—Pirargirita, estefanita, polibarsita? tetrahedrita, freibergita?

IX. *Sulfobismutitos*.—Matildita, emplectita.

X. *Mercurio*.—Amalgama?

XI. *Fosfatos*.—Apatita.

XII. *Oxidos*.—Asbolita, heubachita?, heterogenita?, arsenolita, roselita?

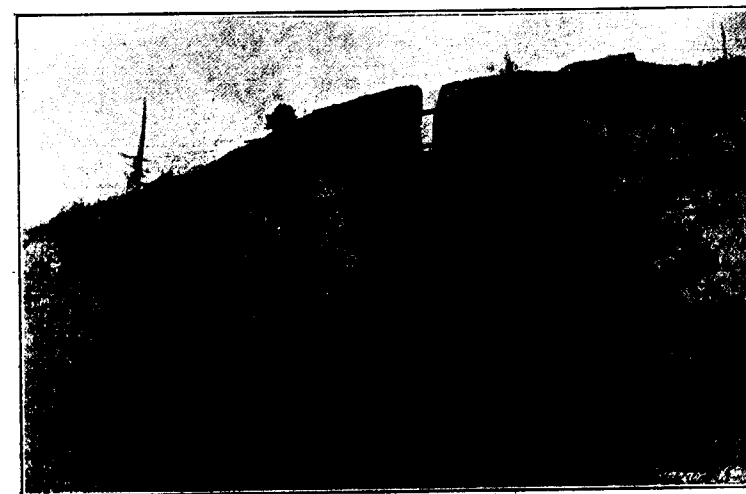
XIII. *Gangas*.—Calcita, dolomía, aragonito, cuarzo, barita, fluorita.

Esta lista contiene algunos minerales que únicamente se han encontrado en una ó dos vetas y que no pueden considerarse como característicos. La millerita, por ejemplo, es muy rara y la emplectita únicamente se ha encontrado en una mina. La bornita, calcopirita, blenda, galena y pirita, no son característicos de la mayor parte de las menas, pues aparecen más frecuentemente en los hastiales ó en mineral no platizo del Keewatin; pero, sin embargo, en una ó dos minas se ha encontrado cobre acompañando al mineral. En el mineral de casi todas las minas que contienen una alta ley de plata se encuentra mercurio, pero no ha podido determinarse si se presenta únicamente como amalgama ó si tiene otra forma. Entre las gangas no se ha encontrado más que pocas veces el aragonito en una forma fácil de reconocer; barita y fluorita no se han encontrado en el distrito de Cobalt propiamente dicho.

Los minerales que no se han podido determinar completamente por un análisis químico completo, ó por medios cristalográficos, tienen un signo de interrogación.

Se ha encontrado oro en pequeñas cantidades en un gran número de vetas, especialmente aquellas en que los minerales característicos son la cobaltita ó el mispickel. Es característico la parte preponderante que tiene el arsénico con relación al

azufre. Se encuentra antimonio aunque es poco abundante. Concurriendo frecuentemente tanta plata nativa y arseniuros, no se encuentra más que raramente compuestos de arsénico y plata. De la misma manera también debían encontrarse más compuestos de bismuto, pues este metal se encuentra frecuentemente en estado libre. En los minerales de este distrito se encuentran casi todas las sustancias del famoso depósito de Joachimsthal de Bohemia con la excepción de la uranita ó



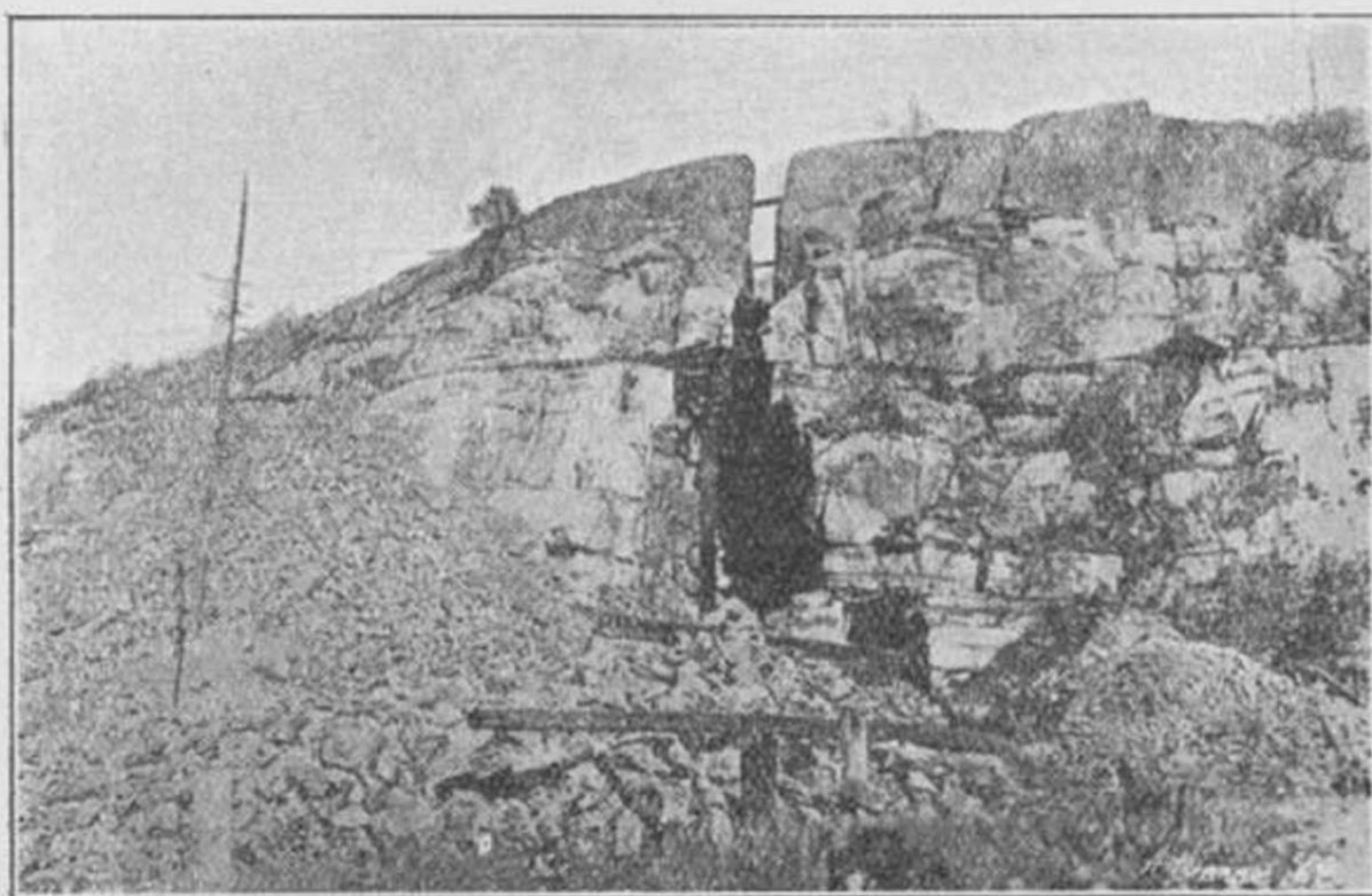
Mina Nipissing.

pechblenda de tanta importancia como principal fuente donde se obtiene el radium.

Métodos de laboreo, talleres de preparación mecánica y procedimientos metalúrgicos empleados en Cobalt.—Al principio se trabajaron las vetas de plata de Cobalt por sus afloramientos bien metalizados á cielo abierto; se arrancaba primero la roca de uno de los hastiales y se desprendía la veta metalizada del otro hastial, recogiendo cuidadosamente el mineral y metiéndolo en sacos.

Una vez agotados los primeros metros desde la superficie, hubo necesidad de hacer pozos para la extracción del mineral, haciéndose el arranque por realce, pero no haciendo más que la separación á mano dentro de la mina del mineral rico,

azufre. Se encuentra antimonio aunque es poco abundante. Concurriendo frecuentemente tanta plata nativa y arseniuros, no se encuentra más que raramente compuestos de arsénico y plata. De la misma manera también debían encontrarse más compuestos de bismuto, pues este metal se encuentra frecuentemente en estado libre. En los minerales de este distrito se encuentran casi todas las substancias del famoso depósito de Joachimsthal de Bohemia con la excepción de la uranita ó

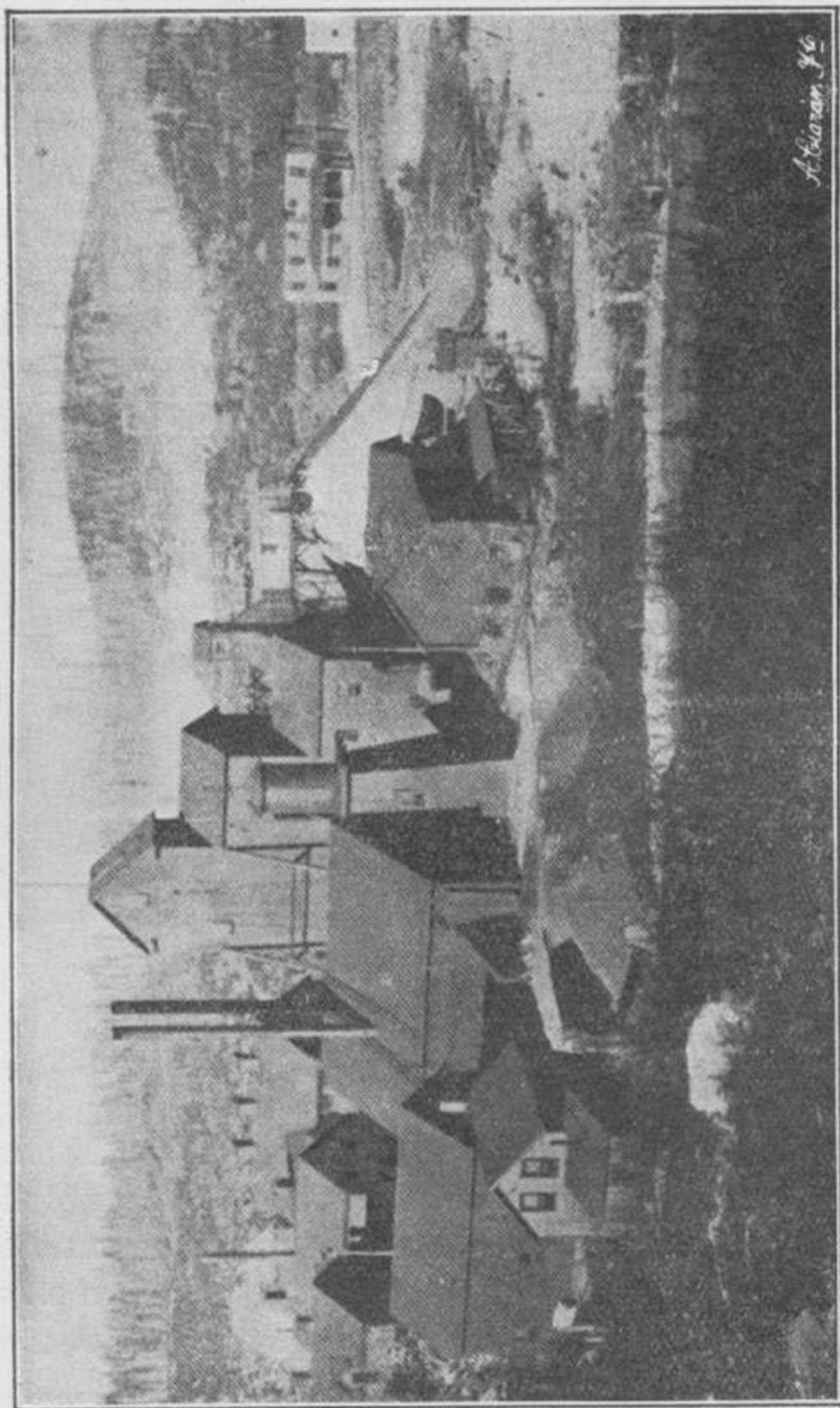


Mina Nipissing.

pechblenda de tanta importancia como principal fuente donde se obtiene el radium.

Métodos de laboreo, talleres de preparación mecánica y procedimientos metalúrgicos empleados en Cobalt.—Al principio se trabajaron las vetas de plata de Cobalt por sus afloramientos bien metalizados á cielo abierto; se arrancaba primero la roca de uno de los hastiales y se desprendía la veta metalizada del otro hastial, recogiendo cuidadosamente el mineral y metiéndolo en sacos.

Una vez agotados los primeros metros desde la superficie, hubo necesidad de hacer pozos para la extracción del mineral, haciéndose el arranque por realce, pero no haciendo más que la separación á mano dentro de la mina del mineral rico,



A. G. G. G. G.

Mina Crown Reserve.



Mina Crown Reserve.

perdiéndose, por lo tanto, grandes cantidades de polvo de mineral que quedó en los rellenos y en los vacíos.

Sin embargo, se tardó bastantes años en construir grandes talleres de preparación mecánica que permitiese tratar á su vez grandes masas de minerales pobres.

Actualmente se procura tener la veta metalizada en el centro de la excavación, pues se ha observado que la roca encajante, hasta cerca de un metro de la veta, suele tener suficiente plata para remunerar su explotación.

En algunas minas separan á mano las partes más ricas del mineral metiéndolas en sacos en el interior de la mina, desde donde van directamente á la fundición; pero en la generalidad no separan mineral alguno, sino que hacen pasar todo el material arrancado por los talleres de concentración.

En muchas minas hacen los realces trabajando sobre el mineral y no sacan al exterior más que lo necesario para que haya hueco donde trabajen los obreros; de esta manera al terminar la explotación de un realce queda aún dentro de la mina un 60 por 100 del mineral arrancado.

Tanto la perforación de galerías y pozos como la explotación de los realces se hace con perforación mecánica, empleándose tanto perforadoras como martillos; habiéndose propagado la tuberculosis entre los mineros, últimamente se ha hecho obligatorio el uso de inyectores de agua para impedir la formación de polvo al trabajar con los aparatos neumáticos.

La extracción en general se hace por pozos verticales empleando unas veces jaulas y otras petacas ó skips, desde donde va el mineral mezclado con la roca estéril directamente á los talleres de concentración.

Según se van explotando en mayor escala las minas aumenta mucho la cantidad de mena arrancada, pero disminuye su ley; esto, unido á la necesidad de ir aprovechando cada día más los minerales pobres, ha dado estos últimos años una importancia grandísima á los talleres de preparación mecánica de menas pobres.

Del total de 455.516,5 toneladas tratadas en 1912 en los talleres de preparación, han pasado 390.473 toneladas por los lavaderos mecánicos, no tratándose más que 65.045,5 toneladas directamente en los talleres de beneficio.

La relación de la masa tratada en los lavaderos mecánicos á los concentrados, resultado del lavado, ó sea el coeficiente de concentración, ha variado de 130 á 1 en la mina Hargraves, á 22 á 1 en la Mc. Kinley-Darragh, siendo la media de 37 á 1 para todo el distrito, pues de las 390.473 toneladas tratadas se obtuvieron 10.527 toneladas de concentrados.

Este mineral concentrado, y el mineral de alta ley hasta el año 1911 se exportaba fuera del distrito para extraer la plata que contenía, pero por tener una ley de arsénico muy elevada muchas fundiciones se resistían á tomar estos minerales ó cobraban un derecho de fundición demasiado alto. En el año 1911 se construyeron varios establecimientos para beneficiar estos minerales empleando métodos completamente nuevos unos, y modificaciones de procedimientos ya conocidos otros.

Describiremos el procedimiento empleado con buen éxito por la Nipissing Mining Company, en su taller de minerales ricos, uno de los más importantes que visitamos en el distrito.

Ante todo pulverizan finamente el mineral haciéndolo pasar por una quebrantadora y molinos giratorios.

Este mineral pulverizado se amalgama en un molino cilíndrico giratorio que da 37 revoluciones por minuto.

La carga depende de la ley en plata del mineral, pero es próximamente de 3.000 kilogramos de mineral, 4.000 kilogramos de mercurio, 1.800 de disolución de cianuro y seis toneladas de grava de cuarzo.

Se hace girar el molino durante nueve horas y media, al cabo de las cuales el 99 por 100 de la masa pasa á través de una tela metálica del 200; es necesario moler tan finamente el mineral, pues si no algunas partículas de plata escaparían á la amalgamación.

Entonces se saca la masa y se lava por dos veces con una nueva porción de azogue el interior del molino.

Se hace pasar la masa á un tanque donde se agita y separa la amalgama por su mayor densidad; con objeto de que no se pegue la amalgama á las paredes, es necesario tenerla muy fluída añadiendo con este objeto hasta quince veces el peso de la plata en azogue. La amalgama se filtra en unos sacos, quedando dentro de éstos toda la plata formando una amalgama que aun tiene 78 por 100 de mercurio.

Vemos, pues, que el molino hace el oficio de una amalgamadora, pues la disolución de cianuro tiene principalmente por objeto el conservar limpia la superficie del mercurio, condición imprescindible para que amalgame bien.

Un mineral de 2.500 onzas de ley queda reducido á 50 ó 75 onzas por tonelada, es decir, que la amalgama recoge un 97 á 98 por 100 de la plata.

El residuo de una ley de 50 onzas que queda después de separada la amalgama por decantación, la tratan con una disolución de 0,75 por 100 de cianuro cargándola en un tanque de cianuración con 13 toneladas de pulpa y tres kilogramos de cal por tonelada; después de agitarse la disolución treinta y seis horas se filtra. El residuo que queda en los filtros tiene 9 por 100 de cobalto y 4,5 por 100 de níquel y se deposita para un tratamiento posterior, mientras que de la disolución se obtiene la plata y se regenera el cianuro por el procedimiento usual del cincaje.

Se notó que el consumo de mercurio era menor del calculado y se vió que esto era debido á contener el mineral una cantidad de ese metal que varía con la ley de plata; la ley de mercurio es de cuatro á 40 kilogramos por tonelada de metal plata contenida en el mineral.

La amalgama se destila en retortas, resultando un producto que tiene 79 por 100 de plata acompañada de arsénico, cobalto, níquel, antimonio y bismuto. Esta plata se refunde en hornos de reverbero hasta que su ley llega á 999 milésimas, y se exporta en barras, principalmente á Londres.

PRODUCCIÓN DE PLATA DEL MUNDO EN ONZAS

	1911	1912
Méjico.....	79.032.440	76.500.000
Estados Unidos	60.399.400	62.369.903
Canadá	32.740.748	35.250.000
Australia	16.578.421	17.950.000
Otros países	36.621.835	37.500.000
	225.372.844	229.569.903

El Canadá ocupa aún el tercer lugar como productor de

plata del mundo; de las 35.250.000 onzas producidas en Canadá, se obtuvieron 30.500.000 en Cobalt.

Es decir, que el Canadá produjo un 15 por 100 de la plata beneficiada en 1912 y Cobalt un 13 por 100 de esta cantidad, resultado aún más notable si se considera que este distrito no tiene más que una superficie de unos 15 kilómetros cuadrados.

En el cuadro siguiente podemos ver el constante desarrollo que ha tenido la producción de plata en Cobalt desde el año 1904 al 1911; en 1912, la producción disminuyó en más de un millón de onzas; pero, debido al precio algo más elevado de la plata, el valor de la producción aun fué algo mayor que en el año anterior.

Por el incremento que han tomado los trabajos en Cobalt en 1913, trabajándose algunos yacimientos nuevos y habiéndose encontrado en algunas minas nuevas vetas de plata muy ricas, es seguro que la producción de este año será mayor que la de 1912, y aun la de 1911.

PRODUCCION DE LAS MINAS DE COBALT (1904-1912)

AÑO	MINERAL.		NIQUEL		COBALTO		ARSÉNICO		PLATA		Valor total.
	Ton.	Valor.	Ton.	Valor.	Ton.	Valor.	Ton.	Valor.	Onzas.	Valor.	
1904.....	158	\$ 3.467	14	\$	16	\$ 19.960	72	\$ 903	206.875	\$ 111.887	\$ 136.217
1905.....	2.144	10.000	75	»	118	100.000	549	2.698	2.451.356	1.360.503	1.473.196
1906.....	5.335	»	160	»	321	80.704	1.440	15.858	5.401.766	3.667.511	3.764.113
1907.....	14.788	1.174	370	»	789	104.426	2.958	40.104	10.023.311	6.155.891	6.301.095
1908.....	25.624	»	612	»	1.224	111.118	3.672	40.373	19.437.875	9.133.378	9.284.869
1909.....	30.677	»	766	»	1.533	94.965	4.294	61.039	25.897.825	12.461.576	12.617.580
1910.....	34.282	»	504	»	1.098	54.699	4.897	70.709	30.645.181	15.478.047	15.603.455
1911.....	26.653	»	392	»	852	170.890	3.806	74.609	31.507.791	15.953.847	16.199.346
1912.....	21.933*	»	»	»	515	317.165**	1.964***	79.297	90.243.859	17.408.985	17.805.397
Total.....	»	»	»	»	»	»	»	»	155.815.839	81.731.115	83.184.268

* Sin incluir el mineral refinado en Cobalt.

** Oxido de cobalto.

*** Refinado.

CAPITULO TERCERO

El distrito de Porcupine.

Introducción.

El distrito de Porcupine, que ha atraído mucha atención durante los cuatro últimos años, está situado en la cuenca del Hudson Bay, en el N. de Ontario.

El distrito se eleva, en término medio, unos 300 metros sobre el nivel del mar, ó sea la misma altura que el de Cobalt, situado 180 quilómetros al SE. La divisoria entre Hudson Bay y el río San Lorenzo, poco pronunciada, no se eleva más que unos 400 metros sobre el nivel del mar. El país, en general muy ondulado, no tiene diferencias de cota de más de unos 30 metros y no afloran las rocas más que en contados sitios, pues están recubiertas, en su mayor parte, por tierra vegetal y espesos bosques.

Descubrimiento.—Antes de la construcción del ferrocarril desde Temiskaming al N. de Ontario era difícil llegar á este distrito, y se hizo poca prospección hasta el año de 1909.

En 1906 se hicieron algunos trabajos en una veta, cerca del lago Miller, á pocos centenares de metros de la presente mina de Hollinger; pero, no viéndose oro alguno, abandonaron esta propiedad. En 1908 se hicieron unas demarcaciones por el señor H. F. Hunter, en la costa E. del lago Porcupine, en formación del Keewatin, encontrándose el oro diseminado con cuarzo y pizarra. El año siguiente los descubrimientos de J. S. Wilson, en la actual mina de Dome, hicieron que muchos mineros acudiesen al distrito y, en pocas semanas, todos los terrenos que rodearon estas concesiones fueron objeto de demarcaciones mineras. Los terrenos antiguos están recubier-

tos de tierras modernas, formadas, en su mayor parte, por arcilla estratificada, arena y grava de edad postglacial, y también se encuentran algunas zonas de material morénico. Se ven secciones bien marcadas de arcilla estratificada, sobrepuesta por arena, en el río Mattagami y en la costa del lago Night Hawk. Donde ha sido barrida la tierra y descubiertas las rocas infra-yacentes, se ve que éstas han sido glaciadas intensamente. En varios sitios se han encontrado dos series de estrías con dirección S. 15 O. y S., representando esta última el movimiento posterior del helero.

Durante los dos últimos años los fuegos de los bosques han castigado mucho el distrito de Porcupine. Después de dos fuegos importantes, en Mayo y Junio de 1911, el 11 de Julio del mismo año se produjo el incendio mayor conocido en aquel distrito, que, acompañado de un viento huracanado, destruyó las instalaciones de la superficie y casas de las minas Dome, West Dome, Vipond, Standard, Preston, East Dome, North Dome y otras varias. Destruyó también varios pueblos, acompañado de una pérdida de 77 vidas.

Geología.

Las rocas de este distrito pertenecen todas á la edad precambriana y son parecidas á las del distrito de Cobalt, descritas en las anteriores páginas. Sin embargo, únicamente las series de Keewatin y Temiskaming tienen importancia por sus depósitos auríferos. En la siguiente lista podemos ver la edad relativa de los terrenos:

PLEISTOCENO.—*Post-glacial*. — Arcilla estratificada, arena y turba.

Glacial — Arcilla glacial.

PRE-CAMBRIANO. — *Intrusivo*. — Diabasa cuarcífera, diabasa con olivino, etc.

Series de Cobalt. — Conglomerado.

Series de Temiskaming. — Conglomerado, cuarcita, grauvaca y pizarra.

Laurentiano. — Granito más antiguo que las series de Cobalt. Corta el Keewatin, pero sus relaciones con las

series de Temiskaming no se conocen exactamente; pudiera ser, en parte, más antiguo y, en parte, más moderno que las series de Temiskaming.

Keewatin. — Estas series consisten principalmente en rocas ácidas y básicas volcánicas muy descompuestas y, generalmente, de estructura pizarreña; basalto, serpentina, diabasa, pórfido feldespático ó cuarzo, formación ferrífera, etc.

Keewatin. — El Keewatin tiene una extensión mucho mayor, en el distrito de Porcupine, que los otros tramos del precambriano, y también una mayor importancia industrial, puesto que contiene la mayor parte de las vetas metalizadas. De la misma manera que en el resto de esta región, las rocas están muy metamorfoseadas, y muchas veces tan alteradas, que no se puede reconocer su carácter primitivo. Consisten en rocas básicas y ácidas volcánicas, como basaltos y pórfidos, con tipos intermedios alterados, frecuentemente transformados en pizarras. La dirección de la estratificación sobre un área considerable varía del E.-O. á NE.-SO., mientras que el buzamiento general es hacia el N.

Rocas básicas. — Entre estas rocas se ven frecuentemente rocas verdes (basaltos, etc.), que frecuentemente tienen una estructura elipsoidal. El centro de éstas elipses tiene un color verdoso claro ó blanquecino, mientras que sus bordes son más oscuros; algunas de estas rocas han sido fracturadas y semejan conglomerados.

Se encuentra serpentina en gran abundancia en parte del distrito, como sucede en las colinas situadas al SE. del lago Porcupine, estando la roca impregnada, en gran parte, con carbonatos y viéndose algunas vetillas de asbestos fibroso. Una sección delgada de esta roca enseña que está formada, en su mayor parte, de serpentina fibrosa con óxido de hierro, que, por su forma, nos indica proceder de cristales primitivos de olivino; el resto de la roca es dolomía.

Rocas ácidas. — Estas rocas, de colores más claros, son principalmente pórfidos cuarcíferos y felsitas, que atraviesan en algunos sitios las rocas más básicas. Cuando el pórfido tiene un gran volumen, como sucede cerca de la mina Hollinger, se le ha dado el nombre de riolita. Gran parte de este pórfido se

ha transformado en una pizarra sericitica, viéndose frecuentemente el paso de una roca de estructura maciza á otra muy pizarreña.

Un pórfido de la concesión de Tisdales, examinado en placas delgadas, nos muestra los fenos-cristales, en su mayor parte feldespato plagioclasa, viéndose también granos redondeados de cuarzo.

Hay, además de los pórfidos cuarzosos, numerosos diques de pórfido feldespático de color gris, de menos de 30 metros de espesor. Cerca de Deloro, uno de estos diques de pórfido feldespático se ha beneficiado por oro, pues atraviesan la roca multitud de vetas de cuarzo aurífero.

A veces el Keewatin ha sido muy quebrantado y fracturado, de manera que la roca tiene la apariencia de un conglomerado, no pudiéndose, en algunos sitios, trazar la línea divisoria entre estas rocas y el verdadero conglomerado con que está en contacto

Formación ferrifera.—En muchos sitios se encuentra abundantemente en el Keewatin una formación de hierro fajeado. Las capas son casi horizontales y han sido fracturadas sin grandes movimientos de los estratos; alternan el cuarzo rojizo ó grisáceo y la magnetita ó hematita.

Algunas veces las delgadas fajas de magnetita tienen un tanto por ciento de hierro suficiente para poderse explotar, pero no forman nada más que una parte pequeña del total de la roca, de manera que no es fácil que se encuentre hierro explotable en alguna cantidad. En algunos sitios la pirita de hierro reemplaza á la magnetita. Una muestra fajeada de cuarzo y pirita de hierro dió 40 centavos de oro por tonelada.

Carbonatos.—En varias partes del distrito asociado á las rocas del Keewatin se encuentran carbonatos, á los cuales se les ha dado varios nombres, como dolomía, ferro-dolomía, carbonato ferruginoso y anquerita, no habiéndose determinado con seguridad cuál sea el origen de esta roca. Los carbonatos aparecen bajo cuatro formas distintas, como una materia estratificada, como relleno filoniano y como un producto de descomposición de una roca básica ó ígnea.

Laurentiano.—En el pueblo de Witney hay algunos afloramientos de granito de grano mediano con biotita; apare-

cen cortando los pórfidos de colores claros correspondientes al Keewatin; pero no se conoce su relación con las series de Temiskaming. Aunque no se encuentra granito en la inmediata vecindad de Porcupine, aflora en una gran extensión al NO. y S. del distrito, es de grano mediano á grueso y ha sido sometido á una erosión muy intensa.

Se cree que algunos de los pórfidos proceden del granito que probablemente yace debajo del Keewatin y del Temiskaming de Porcupine. El feldespato predominante en esta roca ácida es una plagioclasa que también predomina en la mayor parte de los granitos.

Series de Temiskaming.—Estas series de rocas las hemos descrito ya al tratar del distrito de Cobalt; aquí tienen una importancia mucho mayor, puesto que se han encontrado en ellas importantes depósitos auríferos. La extensión mayor de estos terrenos en Porcupine se extiende desde la mina Dome, en una dirección NO. y una longitud de cerca de 15 quilómetros, formados por pizarras, cuarcitas y conglomerados, generalmente muy trastornados los estratos. Los bancos han sido levantados con ángulos de 70 grados hasta la vertical; se ha desarrollado un sistema de litoclasas secundarias y la roca se ha hecho de estructura pizarreña. La dirección general de los estratos varía de NO., SE. á E.-O. Cerca de Whitney se ve muy bien el orden de sucesión de los estratos de esta formación. Debe anotarse que no se encuentran cantos de granito en el conglomerado, pues esta serie se depositó cuando la roca infrayacente era, en su mayor parte, volcánica y la intrusión del granito tuvo lugar después del sedimento de las series de Temiskaming; pero anteriormente á las de Cobalt.

Series de Cobalt.—Las series pre-cambrianas más modernas no se han encontrado más que en una pequeña extensión hacia el S. del pueblo Langmuir, unas 15 millas al SE. del lago Porcupine.

Rocas intrusivas modernas.—En toda la extensión de este distrito se encuentran diques básicos; generalmente, de menos de 30 metros de espesor; parece que corresponden á la diabasa de Nipissing encontrada en Cobalt y á las rocas intrusivas posteriores de aquel área. En Porcupine probablemente son mucho más modernos que los depósitos auríferos.

Depósitos auríferos.

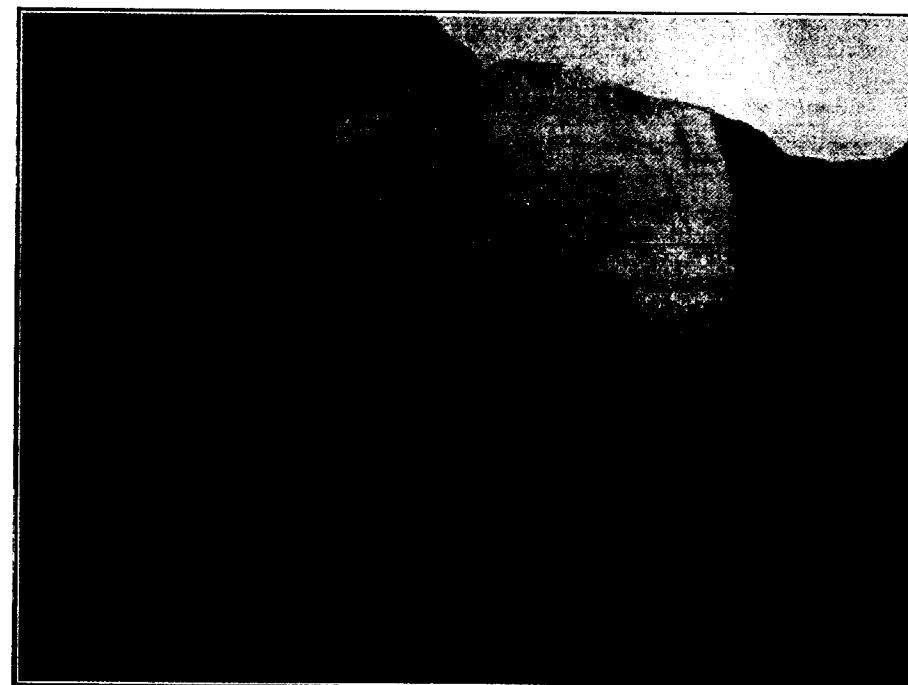
Se cree que las vetas de cuarzo de este distrito son consecuencia de la intrusión granítica, habiéndose obtenido la inmensa cantidad de cuarzo que se presenta en los filones como un producto de diferenciación magmática. El cuarzo primario de las vetas ha sido depositado bajo presión, puesto que contiene numerosas cavidades, rellenas de inclusiones líquidas y gaseosas. El cuarzo ha rellenado las fisuras muy rápidamente, puesto que, generalmente, no existen hastiales bien definidos, excepto en aquellos lugares donde ha habido movimientos secundarios, y el cuarzo y la roca encajante están frecuentemente cementados, formando un contacto como el de una roca eruptiva, y hace ver la posibilidad de una relación de los depósitos con diques graníticos ó pegmatíticos.

Se encuentra en algunas de las vetas, alrededor del lago Pearl, la schelita, ó sea el tungstato cálcico, formando uno de los constituyentes primeros del relleno. Es interesante notar que la schelita generalmente se encuentra con minerales como topacio, casiterita, turmalina y arsenopirita, característicos de vetas pegmatíticas que tienen relación genética con el granito, y, por lo tanto, la presencia de la schelita en los filones de Porcupine quizá nos indique su origen pegmatítico.

Se encuentra frecuentemente turmalina, no sólo como un mineral depositado posteriormente en las vetas, sino también acompañando al cuarzo primario. También abunda la pirita arsenical en las vetas de cuarzo de algunas minas. Se han encontrado los siguientes sulfuros en las vetas auríferas de Porcupine: pirita de hierro, pirita de cobre, pirrotita, pirita arsenical, galena y blenda, siendo la más abundante la pirita de hierro, que se encuentra en alguna cantidad en todas las vetas. La pirita de cobre, galena y blenda, aunque distribuída extensamente, no se encuentra más que en pequeñas cantidades. Únicamente se ha encontrado un teluro, dando el análisis 61,88 por 100 de plata y 0,10 por 100 de oro y una reacción enérgica característica de telurio, indicando que se trataba del mineral *hessita*; en este mineral se encuentran vetillas de oro nativo.

En demostración de la teoría de la relación del cuarzo de las vetas con intrusiones graníticas podemos citar los siguientes argumentos:

1.º El encontrarse el cuarzo en muchos depósitos en masas lenticulares, que parecen diques pegmatíticos.



Mina Dome. Depósito lenticular de cuarzo.

2.º El encontrarse feldespato, schelita y turmalina en varios depósitos.

3.º Gran presión, bajo la cual se depositó el cuarzo indicado por la presencia de inclusiones líquidas y gaseosas, como sucede en el cuarzo del granito.

4.º El contacto íntimo del cuarzo con las rocas encajantes de los filones, pues donde existen hastiales bien marcados es debido á movimientos secundarios, viéndose frecuentemente que, si el arrastre ó pendiente está bien marcado, en el hastial contrario se observa un paso gradual del cuarzo á la roca encajante, sin limitarse el hastial distintamente.

5.º Presencia de diques delgados felsíticos, cortados frecuentemente por pequeñas vetas de cuarzo, que representan la última solidificación del magma felsítico. Estos diques frecuentemente llevan oro.

Carácter de los depósitos auríferos.—La presencia del oro en Porcupine está asociada con disoluciones cuarzosas, que circulaban por las fisuras en los terrenos del Keewatin y de Temiskaming. Estas fisuras, muy irregulares, han producido una gran variedad en la estructura de las masas de cuarzo, pues unas veces son lenticulares, en forma irregular, con una longitud de algunos cientos de metros, y otras veces son vetecillas con pocos centímetros de espesor y únicamente algunos metros de longitud, que se ramifican en una roca fisurada muy irregular.

Frecuentemente se encuentran masas irregulares lenticulares de cuarzo que tienen un espesor de cuatro ó seis metros; pero que desaparecen á una distancia de 15 ó 20 metros. También hay masas de forma de cúpula que en la superficie tienen un contorno óvalo ó elíptico; las más conocidas están en la mina Dome, donde tienen una longitud de 40 metros por 30 de ancho.

En este distrito no se encuentran generalmente filones con hastiales bien determinados, puesto que las fisuras han sido tan irregulares, que, en algunos sitios, el relleno puede ser en su mayoría cuarzoso y, en otras partes, encontrarse el cuarzo tan íntimamente ligado á la pizarra, formando vetecillas alternadas de poco espesor, que parece más bien un stockwerk que un sistema de filones. Frecuentemente se ve que la riqueza de la veta principal aumente mucho en partes donde es vertical y donde ha habido enriquecimiento posterior, mientras que las vetas laterales tienen un valor muy pequeño ó nulo.

Es difícil encontrar la relación del buzamiento de las vetas con la inclinación de las pizarras, pues éstas, frecuentemente, en el contacto de las vetas, cambian de buzamiento. Sin embargo, examinando las pizarras á alguna distancia de los filones se ve que coincide el buzamiento de los filones con el de las pizarras. Los buzamientos de las vetas varían de casi vertical hasta casi horizontal. El buzamiento predominante de las pizarras en el distrito de Porcupine es hacia el Norte, aproximán-

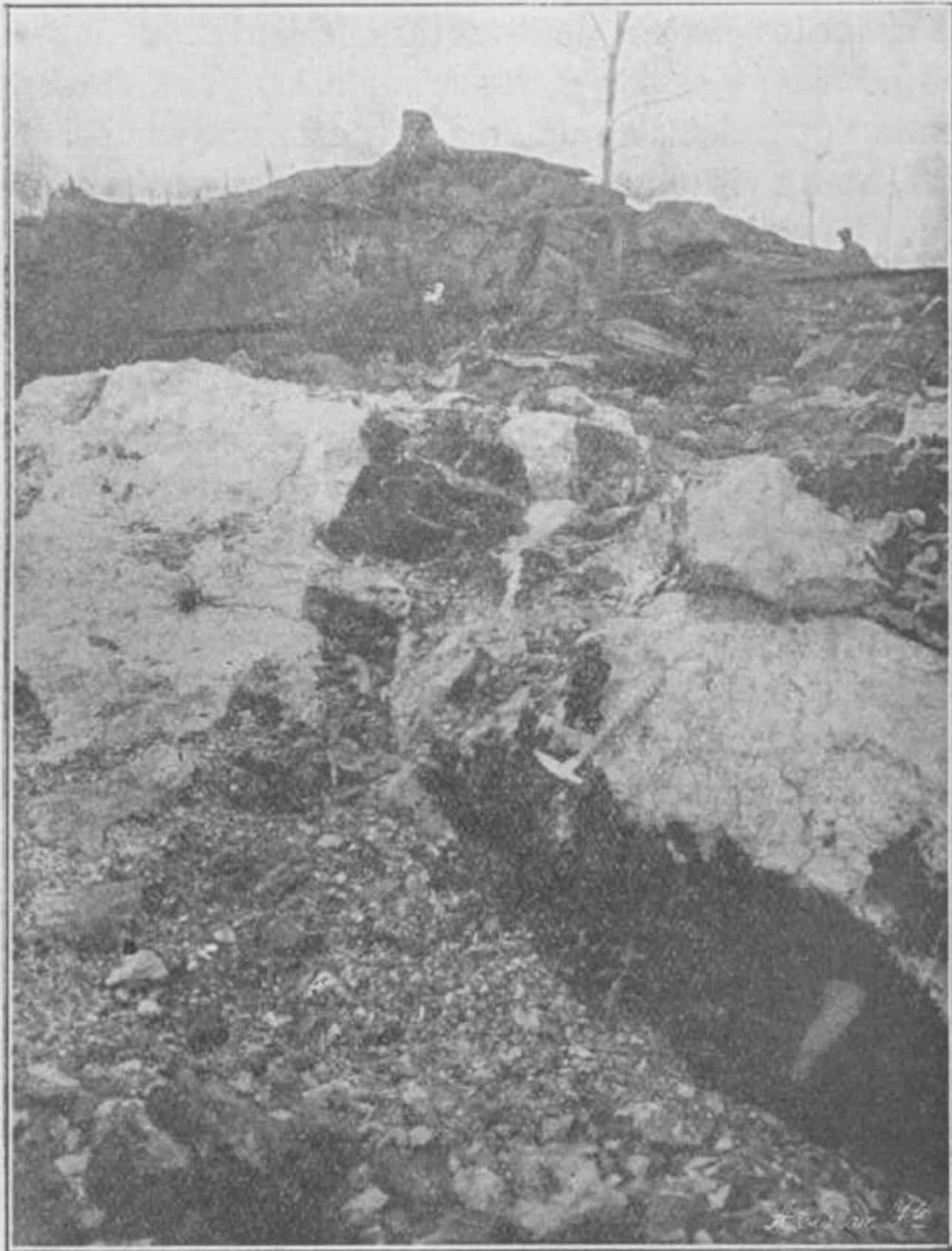
dose á la vertical, y frecuentemente las vetas buzaban hacia el Sur cortando la estratificación de la pizarra. Las vetas lenticulares ocurren, principalmente, en aquellos sitios donde las rocas encajantes son muy pizarrosas, como sucede cerca del lago Pearl, mientras que donde ha habido menos trastornos metamórficos las vetas tienen una tendencia á estar mejor caracterizadas, y cortan mejor los estratos de las rocas encajantes.

Distribución de las vetas.—Aunque las vetas auríferas se encuentran extendidas en un área muy extensa y muchas veces aisladas, se ha visto que aparecen agrupadas según cierta dirección. Por ejemplo, cerca de la población de Tisdale hay á lo menos tres áreas distintas en las cuales están más pronunciadas las fisuras, siendo la dirección media de las vetas de NE. á SO. La serie al NO. de la misma población y otra al NO. de la población de Whitney, tiene una dirección media de E. á O., y por último, al SE. de la población antes mencionada hay un grupo de minas donde la dirección general de las vetas es de NE. á SO.

El oro está distribuido muy irregularmente en las vetas de cuarzo, frecuentemente se encuentra en vetas oscuras que atraviesan el cuarzo ó en el contacto del cuarzo y pizarra, ó rodeando manchas de minerales oscuros en el mismo cuarzo. En la superficie se conoce la parte rica de las vetas por sus manchas de color parduzco, mientras que en la profundidad en vez de este color lo tienen gris oscuro, negro ó verdoso.

Carácter microscópico.—Bajo el microscopio se encuentra el oro, generalmente, en las áreas que han sido muy quebrantadas ó en el contacto del cuarzo y pizarra que rodea estas áreas. Acompañan principalmente al oro la pirita, calcita, dolomía, sericita, clorita, turmalina y cuarzo. Se cree que la mayor parte del oro se ha depositado con pirita de disoluciones que circulaban en las delgadas fisuras del cuarzo primario de las vetas. Frecuentemente se encuentra acompañando al oro pirita de hierro y galena, teniendo la pirita de hierro cristales bien marcados. Al microscopio se ve que el cuarzo se presenta en granos bastante grandes con inclusiones gaseosas y líquidas y que ha sido sometido á una presión secundaria. Las delgadas vetas oscuras que se encuentran en el cuarzo pueden haberse formado por una contracción del cuarzo, formándose grietas en

las cuales se han precipitado posteriormente las disoluciones auríferas. Frecuentemente una veta con un espesor de tres metros no tiene más de un espesor de algunos centímetros fracturado á lo largo de cada hastial. Puede haber muchas fajas de mineral más obscuras, lo cual da un aspecto fajeado al filón,



Mina West Dome. Vetas de anquerita y cuarzo.

estando formadas principalmente estas vetas por turmalina. El oro puede aparecer en estas vetas ó en el cuarzo intermedio frecuentemente muy quebrantado y relleno con mineral secundario. Es importante hacer notar que prácticamente toda la mena aurífera contiene carbonatos de distinta composición; gran parte de estos carbonatos han sido absorbidos de las

las cuales se han precipitado posteriormente las disoluciones auríferas. Frecuentemente una veta con un espesor de tres metros no tiene más de un espesor de algunos centímetros fracturado á lo largo de cada hastial. Puede haber muchas fajas de mineral más obscuras, lo cual da un aspecto fajeado al filón,



Mina West Dome. Vetas de anquerita y cuarzo.

estando formadas principalmente estas vetas por turmalina. El oro puede aparecer en estas vetas ó en el cuarzo intermedio frecuentemente muy quebrantado y relleno con mineral secundario. Es importante hacer notar que prácticamente toda la mena aurífera contiene carbonatos de distinta composición; gran parte de estos carbonatos han sido absorbidos de las

rocas encajantes, mientras que otra porción se ha formado por disoluciones ascendentes que circulaban por las vetas. Frecuentemente se encuentra en el carbonato pirita y granitos de oro.

La mayor parte de las vetas de la mina West Dome están formadas por anquerita, siendo este carbonato claramente anterior á las vetas de cuarzo que atraviesan su masa. Ambas rocas han sido fracturadas y se ha depositado en estas grietas un carbonato posterior.

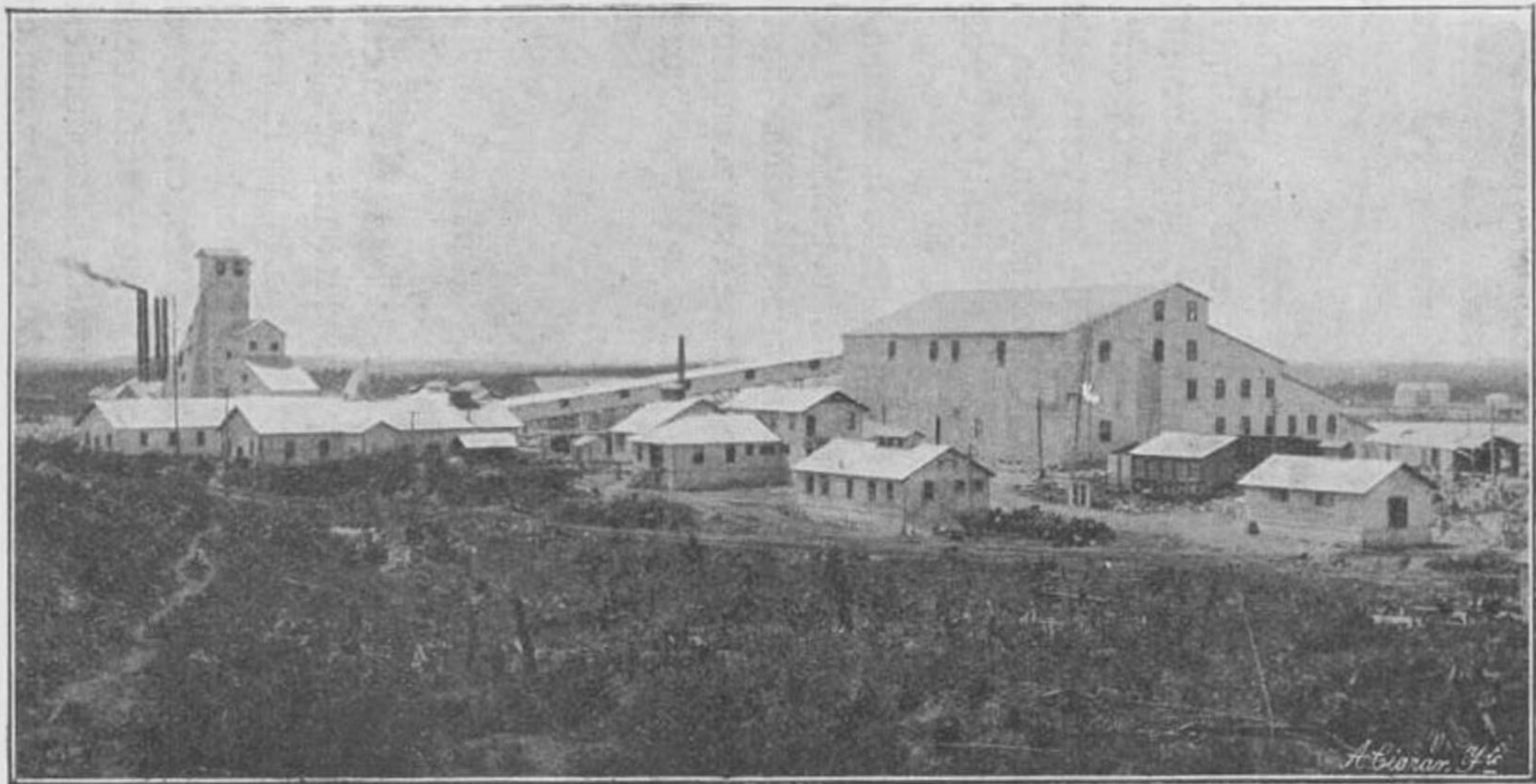
Hay pocas señales de enriquecimiento secundario porque los heleros han barrido profundamente toda la superficie de este distrito. El enriquecimiento es muy superficial, llegando únicamente desde una profundidad de algunos centímetros hasta pocos metros. Los afloramientos de las vetas están generalmente descompuestos debido á la oxidación de la pirita de hierro, del carbonato de hierro, de la anquerita y de otros carbonatos ferruginosos.

En aquellos sitios donde se han oxidado hasta una profundidad mayor las vetas hay, generalmente, señales de corrientes de aguas muy recientes. Los trabajos emprendidos hasta ahora han demostrado que después de pasarse esta zona muy superficial, la materia del relleno de las vetas es homogénea hasta la profundidad actual.

Datos industriales.

Ya hemos dicho que la superficie de las rocas de esta parte de la provincia de Ontario fué profundamente glaciada por la acción de los heleros que barrieron toda la parte superior de los terrenos sujetos á la acción de los agentes atmosféricos, dejando la roca sana al descubierto. Después, en la época post-glacial, la descomposición de la roca y la oxidación de sus elementos no tuvo lugar más que en aquellos sitios donde ésta no estaba protegida por una capa de barro glacial, y aun en estos sitios su acción fué meramente superficial.

Se comprende que en estas condiciones queden muy bien marcados en la superficie los crestones de cuarzos auríferos que señalan la existencia de vetas metalizadas, quedando reducidos los trabajos de prospección á la exploración de los bosques en



A. Girard, F. C.

Mina Hollinger.



Mina Hollinger.

busca de los crestones de cuarzo y posteriormente á la destrucción de las malezas y abertura de zanjas en el terreno vegetal buscando la continuidad de los filones de cuarzo.

Hasta el año 1912 los trabajos han sido más bien de investigación que de explotación, pues no se había llegado aún á un conocimiento perfecto de la naturaleza de los criaderos ni de la riqueza media en oro de los cuarzos, circunstancia que dificultaba la construcción de grandes talleres de preparación mecánica que permitiesen tratar minerales de baja ley.

En este año ya se construyeron lavaderos mecánicos y se empezó la explotación de las minas, empleándose dos métodos de laboreo completamente distintos: en unas, como la Dome, la explotación es á cielo abierto; en otras, como la Hollinger, la explotación es subterránea por realce.

Los métodos de laboreo son análogos á los empleados en las otras minas de este país y que hemos descrito anteriormente.

En la mina Dome el cuarzo y las pizarras están muy mezcladas, alternando frecuentemente fajas de cuarzo y de pizarra, encontrándose el oro siempre acompañando al cuarzo y con mayor abundancia en los contactos del cuarzo y la pizarra; en estas condiciones no se puede hacer ninguna clasificación del mineral en el interior de la mina, sino que es necesario extraer toda la masa mineral y tratarla en los talleres de preparación mecánica. Para la extracción han perforado dos pozos y dividido el criadero en plantas de 30 metros de altura.

Además han hecho otra planta á los 15 metros de la superficie, efectuando la extracción con un plano inclinado; esta planta la dividieron en macizos rectangulares de 30 metros de lado por medio de galerías y traviesas, y en cada rectángulo hicieron una chimenea con su tolva correspondiente en su extremidad inferior; una vez preparada de esta manera la explotación del criadero empezaron el arranque por bancos formando un embudo alrededor de cada chimenea y tirando los escombros directamente á la tolva, de donde se extrae con vagonetas llevándose á los talleres de preparación mecánica.

Actualmente se están excavando 14 de estos embudos que al juntarse formarán una gran excavación á cielo abierto.

En las galerías, traviesas y pozos hacen la perforación con

perforadoras mecánicas, mientras que en los bancos y chimeneas usan martillos automáticos.

Necesitan unas 1.000 c. v. en los distintos servicios de la mina empleando generadores y máquinas de vapor; pero próximamente sustituirán toda esta instalación por otra eléctrica tomando la fuerza de unos saltos de agua actualmente en construcción.

Como tipo de mina con explotación subterránea podemos describir la Hollinger, donde actualmente explotan la tercera planta á una profundidad de 90 metros.

Las vetas auríferas encajan en un pórfido pizarreño ó cerca del contacto de esta roca; hasta la fecha han descubierto en las distintas labores 43 vetas distintas metalizadas, variando su ley en oro entre 4,90 y 45,70 *dollars* por tonelada. En los últimos meses del año 1912 inauguraron el lavadero mecánico tratando 45.195 toneladas con una ley media de 21,44 *dollars* por tonelada, se obtuvo de esta cantidad tratada en el lavadero 927.134,60 *dollars* de oro y 6.546,93 *dollars* de plata.

La explotación se hace por medio de realces, rellenándose éstos con el mismo mineral arrancado y trabajando sobre los rellenos hasta que una vez terminado el realce lo vacian con tolvas convenientemente dispuestas.

Cuando las vetas son de gran potencia, como sucede en la "Número 1, y los realces tienen más de cinco metros de ancho, el arranque se hace por bancos invertidos.

Talleres de preparación mecánica.—Los sistemas de tratamiento empleados en los distintos talleres son muy parecidos, obteniéndose el oro por cianuración, después de molerse muy finamente el mineral y de concentrarse por los procedimientos usuales.

Los dos talleres mayores son los de las minas Dome y Hollinger que tratan, respectivamente, 425 y 500 toneladas diarias de mineral.

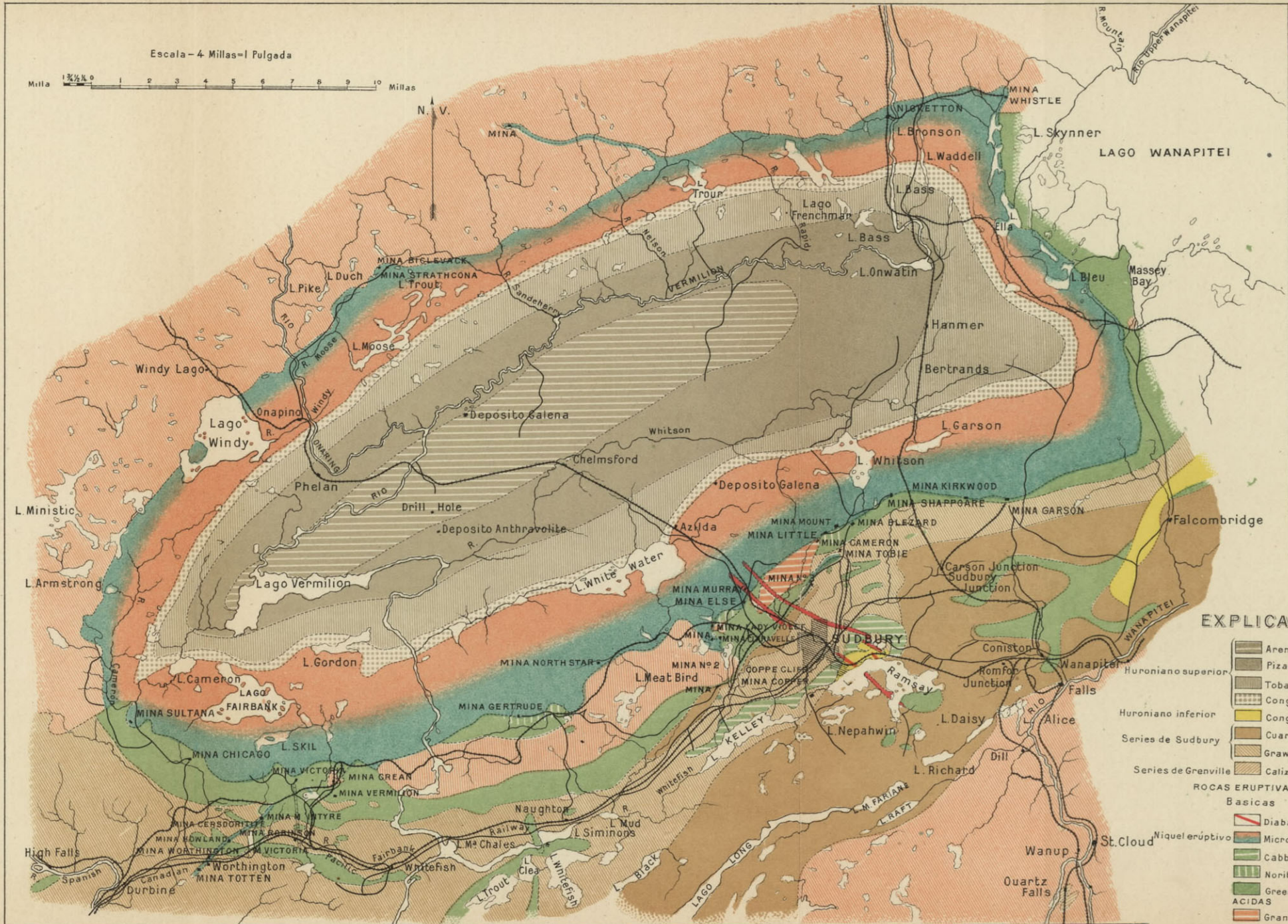
En el lavadero de la mina Hollinger, con un mineral de 30 *dollars* de oro por tonelada obtienen un 97 por 100 del metal contenido en el mineral. Desde el final del año 1912 están tratando 500 toneladas de mineral diarias, lo cual les produce un beneficio de 40.000 *dollars* semanales y les permite distribuir un 3 por 100 mensual sobre el capital de 3.000.000 de *dollars* de la sociedad explotadora.

Producción.

La producción de oro en Canadá en 1912, tuvo un valor de \$ 12.559.443 contra \$ 9.781.077 en 1911.

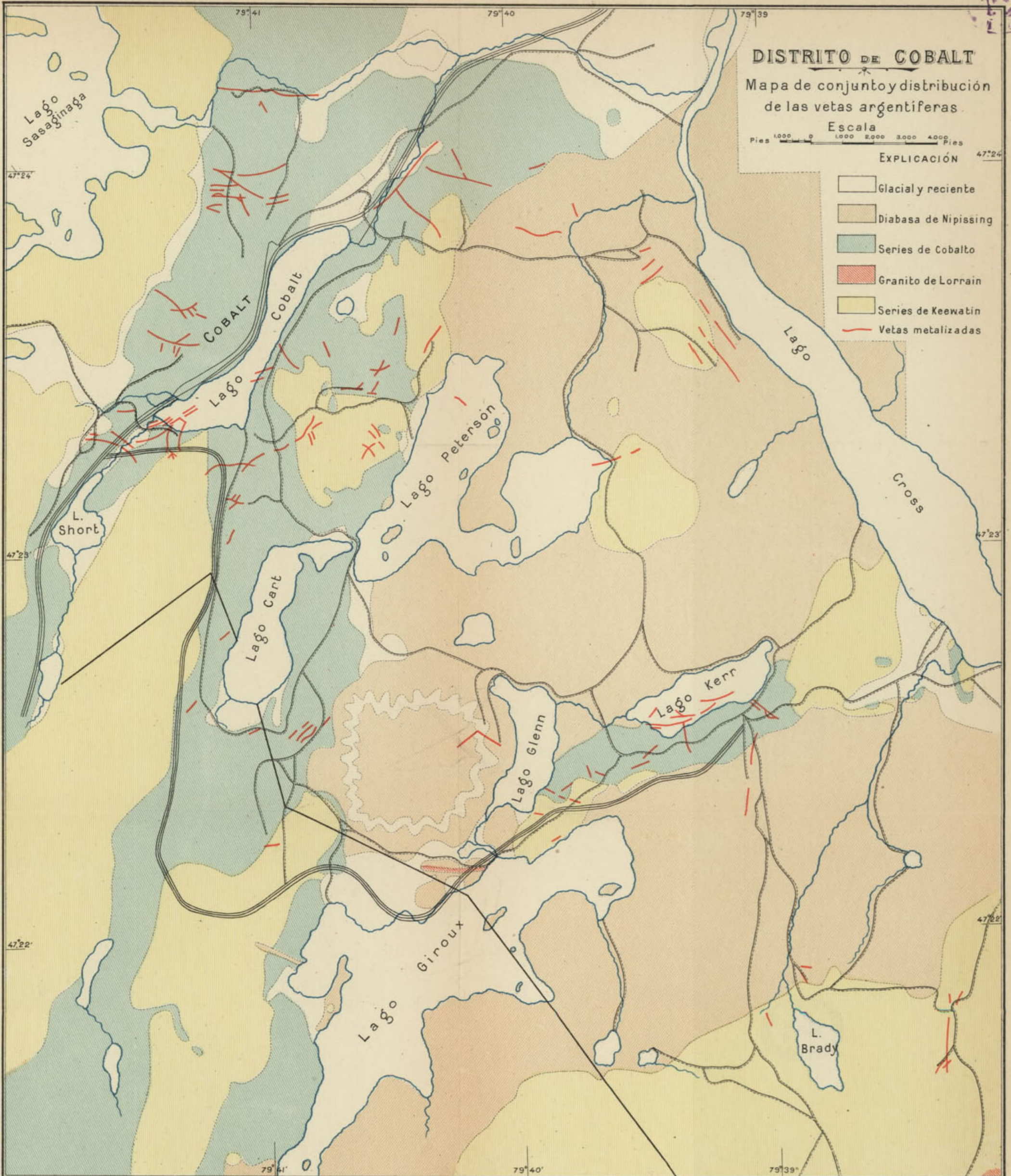
El aumento principal fué debido á empezar á trabajar varios lavaderos nuevos en el distrito de Porcupine, pues la producción de este distrito aumentó en los mismos años de 851 onzas en 1911 á 80.000 onzas en 1912, y su valor de 17.187 *dollars* á 1.800.000 *dollars*.

YACIMIENTO NIQUELÍFERO DE SUDBURY



EXPLICACIÓN

- Arenisca de Chelmsford
 - Pizarras de Onwatin
 - Toba de Onaping
 - Conglomerado del Lago Trout
 - Huroniano superior
 - Huroniano inferior
 - Conglomerado
 - Series de Sudbury
 - Cuarcita
 - Grawacas y pizarras
 - Series de Grenville
 - Catiza y cuarcita
- ROCAS ERUPTIVAS**
- Basicas**
 - Diabasa
 - Niquel eruptivo
 - Micropegmatita norita
 - Cabbro
 - Norita antigua
 - Greenstone y pizarras verdes
 - ACIDAS**
 - Granito
 - Granito y gneis granitoide
 - Laurentiano
 - Granito y gneis



TERCERA PARTE

RESERVAS MUNDIALES DE CARBON

CAPÍTULO PRIMERO

INTRODUCCION

El éxito que obtuvo en el Congreso de Estocolmo la elección del tema «Las reservas del mundo en minerales de hierro y su distribución», hizo pensar á los organizadores de los Congresos geológicos internacionales que eran estos certámenes muy buena ocasión para ir tratando de conocer, por substancias, las riquezas mineras del mundo; y, al efecto, fijaron para el Congreso del Canadá como tema preferente el relativo á las riquezas mundiales de carbón. El libro publicado por el Comité ejecutivo del Congreso sobre este tema demuestra hasta qué punto fué acertada aquella determinación, y de qué modo tan brillante han respondido los geólogos especialistas en esta materia, de todos los países, al llamamiento del referido Comité ejecutivo.

El libro consta de tres tomos en 4.º, con un total de 1.266 páginas; 48 naciones, que comprenden casi todas las tierras del globo, han enviado trabajos, dando cifras sobre sus reservas en carbón. De modo que el libro de que se trata, aunque lleno de cifras y juicios muy aventurados, es el resumen más completo que se puede hacer de la riqueza carbonera del mundo, teniendo en cuenta el desconocimiento casi absoluto en que se

encuentra la geología terrestre, si se exceptúa Europa y parte de América.

Las Memorias y trabajos enviados al Comité ejecutivo del Congreso tuvieron como guía la circular, cuyos principales párrafos se copian á continuación. En dicha circular se fijan las instrucciones á seguir en las contestaciones en lo que se refiere á cálculo de reservas y á la clasificación de los carbones.

No todas las naciones han seguido en los detalles las referidas instrucciones. Ya veremos en cada caso particular en el extracto que de la Memoria correspondiente á cada nación hemos hecho, en qué consisten esas diferencias y la importancia que tienen.

Los más interesantes párrafos de la circular dicen así:

«El Comité ejecutivo de la 12.^a sesión del Congreso Geológico Internacional que debe celebrarse en Toronto en 1913 ha decidido, por consiguiente, hacer del carbón el objeto principal de discusión en esta sesión. Con el fin de obtener una base segura de discusión con la certeza de que dé positivos resultados, el Comité agradecería el concurso y cooperación de sus colegas de todos los países para poder publicar los datos estadísticos referentes al volumen y distribución del aprovisionamiento mundial de la hulla. A este objeto, hemos decidido rogar á las autoridades competentes de cada país nos envíen, si les conviene, para su publicación un informe sucinto sobre la edad geológica é importancia de las extensiones hulleras y volumen de las reservas carboneras de cada país.

El estado deberá contener:

I. Carbón contenido en las capas de potencia explotable, situadas en una distancia de extracción conveniente de la superficie, y presentando un valor industrial.

II. Carbón situado más allá de una distancia conveniente de extracción de la superficie, pero de posible utilidad en el porvenir y que presente un valor industrial.

En el grupo I deberá indicarse las capas que contenga por lo menos un pie de hulla vendible y que se encuentre á lo más á 4.000 pies de la superficie, comprendiendo las extensiones submarinas explotables.

En el grupo II deberá indicarse las capas que contenga

por lo menos dos pies de carbón vendible y que se encuentre por lo menos á 4.000 pies y á 6 000 pies, á lo más, de la superficie, comprendiendo las extensiones submarinas no indicadas en el grupo I.

Como las evaluaciones de las cantidades pueden diferir en exactitud, los dos grupos serán divididos en esta forma: I, Reservas reales, comprendiendo los casos en que el cálculo de la cantidad está basado en el conocimiento de la potencia y dimensiones exactas de las capas; II, Reservas probables, que comprendan los casos en que haya que atenerse á una valuación aproximada, y III, Reservas posibles, que comprendan los casos en que no se puede dar una indicación con cifras.

Ejemplo:

GRUPO I.

Comprende las capas de un pie por lo menos hasta la profundidad de 4.000 pies.

DISTRITO	CAPAS DE HULLA		RESERVAS REALES CÁLCULO BASADO EN EL ESPESOR Y DIMENSIONES EXACTAS		RESERVAS PROBABLES ESTIMACIÓN APROXIMADA			RESERVAS POSIBLES	
	N.º	Espesor	Extensión. Millas. ²	Clase.	Toneladas métricas.	Extensión.	Clase.		Toneladas métricas.
Napance.....	1	3 pds. 3 pcs. á 3 pds. 6 pcs.	2 m. ²	A ₂	7.841.118	Misma extensión.	A ₁	18.214.560	
Essex.....	3	1 pie, 3 pulg. y 4 pies.	50 m. ²	B ₂	1.312.337.500	Misma extensión	B ₁	786.750.000	
Mar Kinnon.....	5	Total, 25 pies.	»	»	»	200 m. ²	B ₂	1.888.000.000	
Oliver.....	4	Total, 15 pies.	»	»	»	»	»	»	
	2	4 pies y 5 pies	»	B ₁	21.189.580	»	»	»	
	15	Total, 60 pies.	1 ½ m. ²	B ₂	81.267.320	»	»	»	

GRUPO II.

Comprende las capas de dos pies, y situadas á profundidades entre 4.000 y 6.000 pies.

DISTRITO	CAPAS DE HULLA		RESERVAS REALES CÁLCULO BASADO EN EL ESPESOR Y DIMENSIÓN EXACTA		RESERVAS PROBABLES ESTIMACIÓN APROXIMADA			RESERVAS POSIBLES	
	N.º	Espesor.	Extensión.	Clase.	Toneladas métricas.	Extensión.	Clase.		Toneladas métricas.
Mar Kinnon.....	1	3 pies.	»	»	»	200 m. ²	B ₁	600.000.000	
Oliver.....	2	3 pies y 3 pies.	1 ½ m. ²	A ₁	8.538.075	»	»	»	
Ballantyne.....	»	»	»	»	»	150 m. ²	»	»	

En las columnas 1 y 2 los resultados deben ser indicados en cifras. En la columna 3 se debe dar una indicación general, á saber: "considerable.", "moderada.", "débil.". Todas las cantidades, en las columnas 1 y 2, deben indicarse en toneladas métricas.

Para uniformar los diversos informes, y facilitar la comparación, ha sido adoptada una clasificación tipo, á la cual rogamos se atenga el contenido de cada información. El Comité preparará en seguida un capítulo que contendrá en resumen los principales resultados, publicando por separado todos los informes recibidos.

La clasificación adoptada tiene únicamente por objeto el servir de base para la recepción y correlación de los datos que se desean. El Comité pide al Congreso tenga á bien someter á estudio y discusión la adopción de un modo tipo de clasificación universal.

Las reservas de carbón de cada una de las clases ó subdivisiones que siguen deberán ser indicadas de conformidad con las consideraciones precedentes. Esperamos que las características indicadas para cada clase ó subdivisión de clase permitirán á los autores colocar en las clases que les convengan, no solamente un carbón bien conocido, sino también una hulla que no haya sido objeto de un estudio profundo.

Clase A.

I. Quema con llama azul, corta, emite de 3 á 5 por 100 de materias volátiles.

Carbono fijo:

$$\text{Proporción combustible} = \frac{\text{Carbono fijo}}{\text{materias volátiles}} = 12 \text{ y más.}$$

Poder calorífico, 8.000 á 8.330 calorías, ó 14.500 á 15.000 unidades térmicas británicas (B. T. U.).

Composición media:

Carbono.....	93 á 95 por 100.
Hidrógeno.....	2 á 4 por 100.
Oxígeno y nitrógeno.....	3 á 5 por 100.

II. Quema con llama corta, ligeramente luminosa y poco

humo; no forma cok, y emite de 7 á 12 por 100 de materias volátiles.

Proporción combustible=7 á 12.

Poder calorífico, 8.300 á 8.600 calorías, ó 15.000 á 15.500

B. T. U.

Composición media:

Carbono.....	90-98.
Hidrógeno.....	4-4,5.
Oxígeno y nitrógeno.....	5-5,5.

Clase B.

I. Arde con llama corta, luminosa, y emite 12 á 15 por 100 de materias volátiles, no produciendo fácilmente cok.

Proporción combustible=4 á 7.

Poder calorífico en general, 8.300 á 8.900 calorías, ó 15 á

16 B. T. U.

Composición media:

Carbono.....	80 á 90 por 100.
Hidrógeno.....	4,5 á 5 por 100.
Oxígeno y nitrógeno.....	5,5 á 12 por 100.

II. Arde con llama luminosa, y emite 12 á 26 por 100 de materias volátiles; en general produce cok.

Proporción combustible=1,2 á 7.

Poder calorífico, 7.700 á 8.000 calorías; 14.000 á 16.000

B. T. U.

Composición media:

Carbono..	70 á 80 por 100.
Hidrógeno.....	4,5 á 6 por 100.
Oxígeno y nitrógeno.....	18 á 20 por 100.

Clase C.

Arde con llama larga, humosa, produciendo en destilación 30 á 40 por 100 de materias volátiles, y dejando un cok muy poroso. Aspecto resinoso.

Poder calorífico, 6.600 á 8.800 calorías; 12.000 á 16.000

B. T. U.

Clase D.

Contiene, en general, más de 6 por 100 de humedad; en el secado se desagrega; vetas oscuras ó amarillas: crucero vago.

I. Humedad en el producto comercial recientemente extraído, hasta el 20 por 100.

Fractura, por lo general, conchoidal, grietas irregulares, líneas curvas.

Color, en general, negro brillante, algunas veces obscuro.

$$\frac{\text{Carbono fijo} + \frac{1}{2} \text{ materias volátiles}}{\text{Humedad higroscópica} + \frac{1}{2} \text{ materias volátiles}} = 1,8 \text{ á } 2,5.$$

Poder calorífico, 5.500 á 7.200 calorías, ó 10.000 á 13.000

B. T. U.

Composición media:

Carbono.....	60 á 75.
Hidrógeno.....	6 á 6,5.
Oxígeno y nitrógeno.....	20 á 30.

II. Humedad en el producto comercial, 20 por 100.

Fractura, por lo general, terrosa.

Grietas de secado, separándose por lo general á lo largo de los planos de estratificación y revelando con frecuencia una estructura fibrosa (lignito).

Color, en general, obscuro; alguna vez negro.

Poder calorífico, 4.000 á 6.000 calorías, ó 7.000 á 11.000

B. T. U.

Composición media:

Carbono.....	45 á 65.
Hidrógeno.....	6 á 8,8.
Oxígeno y nitrógeno.....	30 á 45.

Los informes deben comprender, no solamente la designación del lugar y la indicación del reparto de los diferentes depósitos (siempre que sea posible acompañados de planos y cortes), sino que deberán tratar de las particularidades químicas y físicas propias para determinar su utilización técnica.

Reservas de carbón.—Las reservas actuales y probables del mundo ascienden á 7.397.423 millones de toneladas repartidas por continentes y por clases de carbón del modo siguiente:

	RESERVAS ACTUALES EN MILLONES DE TONELADAS					RESERVAS PROBABLES EN MILLONES DE TONELADAS					TOTALES en millones de toneladas.
	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL	
Oceanía.....	99	1.832	573	1.569	4.073	560	129.631	1.445	34.671	166.307	170.380
Asia.....	8.895	9.595	1.715	297	20.502	398.742	741.141	7.647	111.554	1.259.084	1.279.586
África.....	2	306	37	154	499	11.660	36.489	8.191	900	57.240	57.739
América.....	675	29.116	2.132	384.968	416.891	21.867	2.237.046	2.780	2.426.938	4.688.637	5.105.528
Europa.....	13.046	233.530	3.186	24.427	274.189	41.300	453.422	3.024	12.255	510.001	784.190
	22.717	274.379	282.022	411.415	716.154	474.129	3.597.729	23.093	2.586.318	6.681.269	7.397.423

En el cuadro siguiente consideramos agrupadas las reservas actuales y probables de los distintos continentes, y hemos agregado otra casilla haciendo ver la proporción que en el reparto de las reservas de carbón del mundo corresponde a cada uno de los continentes:

	A	B C	D	Total.	Tanto por ciento del total.
Oceanía.....	659	133.481	36.240	170.380	2,3
Asia.....	407.637	760.098	111.851	1.279.586	17,3
África.....	11.662	45.023	1.054	57.739	0,7
América.....	22.542	2.271.080	2.811.906	5.105.528	69,0
Europa.....	54.346	693.162	86.682	784.190	10,7
	496.846	3.902.844	2.997.733	7.397.423	100,0

Resulta de los cuadros anteriores que la proporción en que entran las distintas clases de carbón en el total de las reservas es el siguiente:

A.....	6,7 por 100
B C.....	52,7 por 100
D.....	40,6 por 100
TOTAL.....	<u>100,0</u>

En los cuadros siguientes consideramos por continentes las reservas actuales y probables de las diferentes clases de carbón, correspondientes a los distintos Estados.

RESERVAS ACTUALES, PROBABLES Y TOTALES DE CARBON DE LAS DISTINTAS NACIONES DE EUROPA
EN MILLONES DE TONELADAS

NACIONES	RESERVAS ACTUALES					RESERVAS PROBABLES					TOTALES
	CLASES DE CARBÓN					CLASES DE CARBÓN					
	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL	
Gran Bretaña é Irlanda.....	11.344	130.155	»	»	141.499	13	48.021	»	»	48.034	189.533
Portugal.....	20	»	»	»	20	»	»	»	»	»	20
España.....	1.050	2.374	2.402	394	6.220	585	863	727	373	2.548	8.768
Francia.....	581	2.838	784	301	4.504	2.690	7.376	1.682	1.331	13.079	17.583
Italia.....	1	»	»	51	52	143	»	»	48	191	243
Grecia.....	»	»	»	10	10	»	»	»	30	30	40
Bulgaria.....	»	»	»	»	»	»	»	»	358	388	388
Dinamarca.....	»	»	»	»	»	»	»	»	50	50	50
Holanda.....	50	159	»	»	209	270	3.338	585	»	4.193	4.402
Belgica.....	»	»	»	»	»	»	11.000	»	»	11.000	11.000
Alemania.....	»	94.865	»	9.313	104.178	»	315.110	»	4.068	319.178	423.356
Hungría.....	»	4	»	354	358	»	109	»	1.250	1.359	1.717
Austria.....	»	2.970	»	12.231	15.201	»	38.012	»	663	38.675	53.876
Bosnia y Herzegovina.....	»	»	»	1.700	1.700	»	»	»	1.976	1.976	3.676
Servia.....	»	2	»	58	60	»	43	»	426	469	529
Rumania.....	»	»	»	3	3	»	»	»	36	36	39
Suecia.....	»	106	»	»	106	»	8	»	»	8	114
Rusia.....	»	57	»	12	69	37.599	20.792	»	1.646	60.037	60.106
Spitzberg.....	»	»	»	»	»	»	8.750	»	»	8.750	8.750
	13.046	233.580	3.186	24.427	274.189	41.300	453.422	3.024	12.255	510.001	784.190

RESERVAS ACTUALES, PROBABLES Y TOTALES DE CARBON DE LAS DISTINTAS NACIONES DE ASIA
EN MILLONES DE TONELADAS

NACIONES	RESERVAS ACTUALES					RESERVAS PROBABLES					TOTALES
	CLASES DE CARBÓN					CLASES DE CARBÓN					
	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL	
Corea.....	7	»	»	»	13	33	4	9	22	68	81
China.....	8.883	9.491	292	»	18.666	378.581	597.782	658	600	976.921	995.587
Japón.....	15	»	896	67	968	57	»	6.234	711	7.002	7.970
Manchuria.....	»	31	378	»	409	68	223	508	»	799	1.208
Siberia.....	»	»	»	»	»	1	66.034	»	107.844	173.879	173.879
Indo-China.....	»	»	»	»	»	20.002	»	»	»	20.002	20.002
India.....	»	72	149	225	446	»	75.940	238	2.377	78.555	79.001
Persia.....	»	»	»	»	»	»	1.858	»	»	1.858	1.858
	8.895	9.595	1.715	297	20.502	298.742	741.141	7.647	111.554	1.259.084	1.279.586

RESERVAS ACTUALES, PROBABLES Y TOTALES DE CARBÓN DE LAS DISTINTAS NACIONES DE OCEANIA
EN MILLONES DE TONELADAS

NACIONES	RESERVAS ACTUALES					RESERVAS PROBABLES					TOTALES
	CLASES DE CARBÓN				TOTAL	CLASES DE CARBÓN				TOTAL	
	A	B	C	D		A	B	C	D		
Australia.....	99	1.806	165	219	2.289	560	129.527	752	32.414	163.253	165.542
Nueva Zelanda..	»	26	363	612	1.001	»	99	423	1.863	2.385	3.386
Borneo Inglés....	»	»	5	»	5	»	»	70	»	70	75
Islas Holandesas..	»	»	40	734	774	»	»	200	337	537	1.311
Filipinas.....	»	»	»	4	4	»	5	»	57	62	66
	99	1.832	573	1.569	4.073	560	129.631	1.445	34.671	166.307	170.380

Con objeto de no sacar consecuencias falsas del examen de los cuadros anteriores, es preciso considerar que no todas las naciones han seguido el mismo criterio en la separación de los dos conceptos: reservas actuales y reservas probables, y aun más, la nación más rica en carbón, los Estados Unidos, no acepta esa separación y agrupa todas sus reservas bajo un mismo concepto.

En otras naciones del solo examen de sus cifras correspondientes, salta á la vista la desproporción que existe entre las dos cantidades que expresan sus reservas, sacándose en consecuencia que han seguido un criterio muy optimista en la apreciación de las actuales.

La clasificación de las hullas en las clases B y C, tampoco ha sido seguida por todas las naciones, pues varias de éstas, y entre ellas dos de las más importantes, Estados Unidos y Alemania, dan agrupados los carbones correspondientes á dichas clases.

Se deduce también de los cuadros anteriores que España tiene 16 naciones que tengan mayores existencias de carbón. A continuación estampamos un cuadro en el que hacemos constar las reservas de dichas 16 naciones y España, agrupando las reservas actuales y probables y dedicando una casilla á la proporción relativa en que entran cada una de dichas naciones en el total de las reservas mundiales.

RESERVAS TOTALES EN MILLONES DE TONELADAS

NACIONES	A	B-C	D	Total.	Tanto por ciento.
Estados Unidos...	19.684	1.955.521	1.863.452	838.657	51,9
Canadá.....	2.158	283.661	948.450	1.234.269	16,7
China.....	387.464	607.523	600	995.587	13,5
Alemania.....	»	409.975	13.381	423.356	5,8
Gran Bretaña é Irlanda.....	11.357	178.176	»	189.533	2,6
Siberia.....	1	66.034	107.844	173.879	2,3
Australia.....	659	132.250	32.633	165.542	2,2
India.....	»	76.399	2.602	79.001	1,1
Rusia.....	37.599	20.849	1.658	60.106	0,8
Austria.....	»	40.942	12.894	53.876	0,7
Transvaal.....	»	36.000	»	36.000	0,5
Colombia.....	»	27.000	»	27.000	0,4
Indo-China.....	20.002	»	»	20.002	0,3
Francia.....	3.271	12.680	1.632	17.583	0,2
Bélgica.....	»	11.000	»	11.000	0,1
Natal.....	4.700	4.600	»	9.300	0,1
España.....	1.635	6.366	767	8.768	0,1
Otras naciones....	8.316	33.828	11.800	53.964	0,7
TOTAL.....	496.816	3.902.844	2.997.733	7.397.423	100,0

Con objeto de que aparezca con claridad el reparto en el mundo de las distintas clases de carbón, damos, seguidamente, un cuadro en el que se puede ver la proporción que, en las reservas totales correspondientes á cada clase, entra España y las cinco naciones cuyas existencias se han calculado mayores.

CLASE A.		CLASE B Y C.		CLASE D.	
NACIONES	Tanto por ciento.	NACIONES	Tanto por ciento.	NACIONES	Tanto por ciento.
China.....	7,8	Estados Unidos.	50,2	Estados Unidos.	62,2
Rusia.....	7,5	China.....	15,6	Canadá.....	31,6
Indo-China....	4,1	Alemania.....	10,5	Siberia.....	3,6
Estados Unidos	4	Canadá.....	7,3	Australia.....	1,1
Gran Bretaña é Irlanda.....	2,3	Gran Bretaña é Irlanda.....	4,6	Alemania.....	0,4
España.....	0,3	España.....	0,2	España.....	0,03
Otras naciones.	3,8	Otras naciones.	11,6	Otras naciones.	1,07
TOTAL...	100,00	TOTAL...	100,00	TOTAL...	100,00

Por último, para darse exacta idea de las existencias de carbón con que cuenta una nación, no basta con dar la cifra absoluta de sus reservas, sino que es preciso considerar la relación que guardan dichas existencias con su extensión y con el número de sus habitantes. A continuación estampamos un estado en el que hacemos constar el número de toneladas que corresponde, en cada una de las naciones del cuadro anterior, por hectárea y por habitante. Como resumen se puede decir que á cada hectárea de la tierra corresponden 544 toneladas de carbón y á cada habitante del globo 5.101 toneladas.

He aquí el cuadro:

NACIONES	Toneladas de carbón por hectárea.	Toneladas de carbón por habitante.
Estados Unidos.....	4.167	42.621
Canadá.....	1.452	123.426
China.....	866	2.315
Alemania.....	7.839	8.676
Gran Bretaña é Irlanda.....	5.265	6.017
Siberia.....	138	37.776
Australia.....	217	36.787
India.....	210	287
Rusia.....	120	626
Austria.....	862	1.314
Transvaal.....	1.168	36.000
Colombia.....	210	5.400
Indo-China.....	91	555
Francia.....	325	450
Bélgica.....	3.666	1.833
Natal.....	930	46.500
España.....	175	465

Producción mundial de carbón. — También el libro *Las reservas mundiales de carbón* se ocupa de la producción de carbón en los países cuya explotación ha sido más intensa. Nosotros damos algunas cifras extraídas de las presentadas en dicho libro.

CUADRO DE LA PRODUCCION ANUAL DE CARBON

EN LAS PRINCIPALES NACIONES DEL MUNDO DE DIEZ EN DIEZ AÑOS
EN MILLONES DE TONELADAS

	1870	1880	1890	1900	1910
Australia.....	»	»	»	6,48	10,00
Nueva Zelanda.....	»	»	»	1,11	2,23
China.....	»	»	»	»	14,59
India.....	»	»	»	6,22	12,09
Japón.....	»	»	»	7,43	14,79
Africa Meridional.....	»	»	»	0,76	5,50
Canadá.....	»	»	»	5,09	13,01
Estados Unidos.....	29,95	66,83	141,62	243,41	445,81
Méjico.....	»	»	»	»	2,45
Gran Bretaña.....	112,24	149,38	184,59	228,77	264,50
España.....	0,66	0,85	1,18	2,58	3,85
Francia.....	13,30	19,36	26,08	33,40	38,57
Bélgica.....	13,69	16,88	20,37	23,46	23,13
Alemania.....	34,88	59,12	89,29	149,79	221,98
Austria-Hungría.....	8,36	14,80	26,10	39,03	38,00
Italia.....	»	»	»	0,48	0,40
Suecia.....	»	»	»	0,25	0,21
Rusia.....	0,69	3,27	7,00	14,76	24,57
Otros países.....	4,04	9,28	16,89	2,90	8,00
TOTALES.....	217,81	340,85	516,20	765,92	1.143,38

Examinadas estas cifras se observa que en cada año, de los que constan en este cuadro, aumentó la producción con relación al anterior en la siguiente proporción:

1870	
1880	55 por 100
1890	52 por 100
1900	49 por 100
1910	49 por 100

y en los cuarenta años la producción mundial se multiplicó por cinco.

Este aumento puede no fuese tan grande á causa de que en los primeros años las estadísticas serian muy deficientes, sobre todo en aquellos países en que por razón de civilización, su organización administrativa era, y aún es, muy deficiente.

Resulta también que el aumento de producción, considerando las cifras totales, ha llevado una marcha, aunque rápida, uniformemente progresiva, no resultando la misma consecuencia del análisis del aumento de producción en los países más

ricos en carbón. Las tres potencias que están hoy á la cabeza del mundo han variado mucho sus posiciones en el mercado universal. Mientras Inglaterra ha bajado su producción con relación á la mundial en la mitad de la total que era en 1870 al 23 por 100 en 1910, sufriendo un crecimiento absoluto en este tiempo de poco más de un doble, los Estados Unidos han pasado del 13 al 39 por 100 y han multiplicado su producción en los cuarenta años por *quince*. Alemania, aunque no en estas proporciones, también ha sufrido un crecimiento grande en la explotación de sus carbones. Con relación á la producción total, era de sólo 16 por 100 en 1870, y en 1910 llegó á ser del 19 por 100 y su producción absoluta se multiplicó en los cuarenta años por más de *seis*.

Si esas tres potencias han variado tanto su posición relativa en el mercado mundial del carbón, factor, tal vez, el que más ha influido en sus respectivas posiciones en el comercio universal, también las naciones que convergen al mercado del mundo en cantidades pequeñas presentan variaciones en el aumento de sus proporciones muy dignas de tenerse en cuenta, no sólo por lo que representan en este momento, sino también por lo que pueden representar en el porvenir. Rusia es la nación cuyo progreso en la industria carbonera ha sido más notorio. Ha aumentado su producción en los cuarenta años á que hemos hecho referencia *treinta y cinco veces* y hoy concurre al comercio con cantidad ya muy respetable. Notable también es el progreso de Austria y Hungría y más aún el de la India, el Japón y el Canadá.

Por falta, sin duda, de datos estadísticos aparece China de repente en el año 1910 con una producción de 14,59 millones de toneladas, lo que demuestra la importancia de sus cuencas, por lo que, tanto ella como Rusia, han de hacer valer cada vez más su importancia en el comercio universal. Francia y Bélgica han sido, entre todas las naciones, aquellas en que el aumento de producción de carbón ha llevado una marcha más lenta. Teniendo ambas la misma producción en 1870, Francia la multiplicó en 1910 por tres y Bélgica sólo por dos, siendo de notar en lo que se refiere á esta última, que ha disminuído su producción de 1900 á 1910. Italia, como es sabido, no tiene cuencas carboneras de importancia.

En el año 1911, la producción de Alemania llegó á 234 millones, y la de Inglaterra á 276 millones, lo que representa, en ambas, un aumento de importancia con relación al año anterior. Los Estados Unidos siguen en su marcha ascendente, habiendo llegado en dicho año á 450 millones de toneladas. Austria y Hungría aumentó en más de 10 millones su producción. Francia sigue estacionaria.

España, en los cuarenta años á que hemos hecho referencia en líneas anteriores, ha llevado una marcha progresiva. El aumento absoluto ha sido proporcional al aumento de la producción mundial, puesto que durante ese período también multiplicó la suya por cinco. En 1911, su producción fué de 3,91 millones de toneladas, y en 1912 llegó á 4,13 millones, de los cuales 3,62 son de hulla, 0,23 de antracita y 0,28 de lignito. Asturias produjo 2,37 millones, ó sea más de la mitad de la producción, siguiéndole en importancia y por el orden que se expresa las siguientes provincias: Córdoba, Ciudad-Real, León, Sevilla, Barcelona (lignitos), Palencia, Teruel (lignitos) y otras con producciones menores de 25.000 toneladas.

Distribución geológica y geográfica de las cuencas de carbón.—El carbón hace su aparición en el devoniano superior constituyendo unos pequeños depósitos en el Norte de Europa. Es en el carbonífero donde se presentan las cuencas más importantes del mundo. En el permiano se conocen algunas formaciones carboneras. El período mesozoico tiene menos interés desde el punto de vista carbonero; sin embargo, hay depósitos de importancia en el Rhætic, período de transición del triás al liás, en el jurásico y sobre todo en el cretáceo. El período terciario presenta gran interés y se encuentra carbón en todos sus terrenos y, por último, en el cuaternario existen formaciones de carbón.

Es interesante hacer observar que hay cuencas que corresponden á dos ó más terrenos, no observándose en los estratos ni discordancias ni diferencias esenciales. Así, por ejemplo, los terrenos carbonífero y permiano se presentan en muchos sitios constituyendo una sola formación carbonera, teniendo que recurrir á un estudio paleontológico muy detenido para poder clasificar los depósitos correspondientes á uno y otro terreno.

Una cosa análoga, aunque más en grande, ocurre con la for-

mación Karroo, característica del Africa, pues comprende dicha formación depósitos que corresponden á todo el período geológico comprendido entre el carbonífero y el jurásico, constituyendo un todo indivisible en el que es difícil hacer la separación de los estratos correspondientes á cada uno de los terrenos por dicho período abarcados.

La distribución de las cuencas carboníferas en el mundo se puede ver en el adjunto mapa, reproducción del que obra en el libro *Reservas mundiales de carbón*. Del solo examen de ese mapa se saca la consecuencia que el mayor número de las cuencas carboneras corresponden al hemisferio Norte. Debiéndose observar que el terreno carbonífero está pobremente representado en el hemisferio Sur.

Los depósitos de carbón del devoniano superior se presentan en la isla de Buren y al Norte de Noruega y Rusia.

En el llamado, en el libro *Reservas mundiales de carbón*, carbonífero inferior existen formaciones carboneras en el macizo armoricano de Francia, en Escocia, en la costa Norte de Irlanda, en el Spitzberg, en las cuencas de Moscow y Donetz de Rusia, en los Urales en sus dos vertientes, europea y asiática, en el Turquestán y en las cuencas americanas de Alaska y Nueva Escocia.

El carbonífero llamado productivo lo divide en Europa en tres tramos. Al inferior refieren la cuenca principal de Irlanda, las de Valenciennes y Pas de Calais en Francia, parte de la cuenca austriaca de Bohemia y, probablemente, parte de la cuenca de Dombrova de Rusia. Al tramo medio ó Vestfaliense corresponde una gran faja que atraviesa la Gran Bretaña, Norte de Francia, Bélgica, Alemania, Holanda y Rusia, constituyendo las principales cuencas de Europa. En España se presenta en Asturias, constituyendo la más importante formación carbonera de nuestro país. Se encuentra también en León y en Andalucía.

El tramo superior ó estefaniense se presenta en el Sur de Francia, en la Silesia y en sus partes limítrofes, en Rusia y Austria, en Hungría, Servia, Bulgaria, Portugal, y en España en las cuencas de León y Puertollano. En muchos sitios se observa que encima de los depósitos estefanienses se presentan los permianos sin solución de continuidad, como ocurre en

Francia, Alemania, y tal vez en las citadas cuencas españolas.

El carbonífero productivo se presenta en Asia en la región Sur del Mar Negro, y al sistema permo-carbonífero corresponden los importantes depósitos de carbón de China, Mandchuria, India y los de las estepas de Kirghiz.

En Africa, el permo-carbonífero forma parte del sistema Karroo, constituyendo las series Ecca, y se encuentra en Rhodesia, Nyassalandia y en parte del Congo belga.

En América está representado el tramo productivo de Europa por el Pensilvaniense, que forma las grandes cuencas del Centro y el Este de los Estados Unidos y las pequeñas canadienses de Nueva Brunswick, Nueva Escocia y Terranova. Al sistema permo-carbonífero corresponden los depósitos que se encuentran en la vertiente oriental de los Andes en la América del Sur. Se presentan en las partes Sur y Este del Brasil, en el Uruguay y, probablemente, en la Argentina y Bolivia. Tienen cierta correlación estos depósitos con la formación Karroo del Africa.

Por último, en Oceanía el sistema permo-carbonífero está representado en Tasmania, Australia y Nueva Gales del Sur; pero los principales depósitos parecen corresponder al carbonífero.

En el permiano se encuentra carbón en las cuencas europeas de Bohemia, Sajonia y Centro de Francia, en la asiática de Yenisei, probablemente en las africanas del Transvaal y Madagascar, constituyendo las series Beaufort. Por último, en el Congo belga se presenta el carbón en un horizonte que debe ser permo-triásico.

Al terreno triásico, claramente determinado, no corresponde ninguna cuenca europea; sin embargo, al período abarcado desde el triásico superior á la parte baja del jurásico, corresponden las cuencas del Norte de Austria, Sur de Suecia y las alpinas de Francia é Italia. La cuenca de Bornholm en Dinamarca corresponde á la edad Rhætic ó liásica.

Pequeñas cuencas del Japón corresponden al terreno triásico. En el período abarcado del Ræhtic al jurásico superior se presentan cuencas importantes en Persia, Turquestán, Irkutsk, Trans Baikal, Sur de China é Indo China, y algunas de menos importancia del Japón y de los Urales.

En Africa las cuencas del cabo de Buena Esperanza y Natal pertenecen al período Rhætic y constituyen las series nombradas Stomberg.

En América, depósitos triásicos conteniendo carbón han sido hallados al Oeste y Sur de Méjico, en la Carolina del Norte y en Virginia.

En Oceanía el triásico con carbón se presenta en Tasmania, Nueva Gales del Sur y Quenslandia.

El jurásico en Europa contiene depósitos de carbón en Suecia, Servia y Hungría, que corresponden al tramo inferior, en el distrito de Kutais y el Cáucaso, que corresponden al medio, y en el Cáucaso, Portugal y Noruega, que pertenecen al superior. Al período jurásico corresponden algunas cuencas del Spitzberg, las que constituyen las series Grestener en Austria y se supone que las de Nueva Rusia y Lithuania.

En el jurásico asiático se encuentra carbón en cuencas importantes de la Siberia oriental y en pequeñas extensiones de Mandchuria, Corea, Japón y en la parte Norte de la India.

En América ha sido referido al jurásico el carbón encontrado en la costa E. de Groenlandia y en la costa ártica de Alaska.

Corresponden al jurásico también algunas cuencas de Nueva Zelanda, Victoria, Australia meridional y Tasmania en Oceanía.

Al terreno cretáceo pertenecen las más importantes cuencas del período mesozoico. En Europa está representado por las cuencas de Servia, por la de Balkan, de Bulgaria, por la del valle del Ródano en Francia y por algunas de Austria. En España existen en ese terreno las cuencas importantes de Teruel, Alava y Barcelona y las de menos interés de Zaragoza, Soria y otras.

En Asia se encuentra carbón cretáceo en el Suroeste del Japón, en la isla Sakhalina y en la parte Norte de los Montes Urales.

En el Oeste del Canadá se presentan encima inmediatamente del jurásico unos depósitos muy ricos en carbón referidos al cretáceo inferior. A esos depósitos corresponden las cuencas de la Colombia inglesa, Yukón, y las de la región de las Montañas Rocosas y de Alberta. Al cretáceo medio y superior pertenece el carbón hallado en las islas y costa de la Co-

lombia inglesa. En los bancos de transición del cretáceo al terciario se presentan capas ricas de carbón en la parte Norte de los llanos de los Estados Unidos y en Alberta. Son similares á estos depósitos los encontrados en el Norte de Méjico, en Yukon, en el río Colville y en la costa Oeste de Groenlandia.

El carbón aparece en el cretáceo en la Australia del Sur y en la Queeslandia.

En Europa los lignitos del terciario presentan gran interés. En el eoceno se presentan cuencas interesantes en Sajonia-Thurgie, de Alemania; en Dalmacia é Istria, de Austria; en Tatabanya y Nitrobanya, de Hungría; en Italia, Suiza y Francia, y probablemente en el Sur de Rusia, en Kiew y Buchak. En España se pueden citar las formaciones de las islas Baleares.

En el oligoceno de Europa se encuentran las cuencas del Tirol, Bohemia, Dalmacia, y la de Stotzka, en Austria, parte de la de Kiew y la de Kherson, en Rusia, y algunas de poca extensión de Hungría. En España existen cuencas de escaso interés en las provincias de Lérida y Barcelona.

También en Austria, en Galitzia, Bohemia, y en Murtz y Mur, al Oeste de Viena, existen depósitos del mioceno con lignitos. A este terreno corresponden también las más importantes cuencas de la Bosnia y Herzegovina, algunas de Hungría, Rusia, Suiza, Francia y extensiones importantes de Alemania en Colonia, Lusatia, Cassel, Frankurt y Gorlitz, interesantes cuencas de Italia, centro de Dinamarca y el Spitzberg.

Al plioceno corresponden las formaciones con lignito, importantes de Toscana y Umbría, en Italia, y las del Sur de Rusia y Austria, también muy interesantes.

Se citan en el terciario, sin determinar el terreno á que corresponden, depósitos lignitíferos en Servia, Bulgaria y valle de Ródano, en Francia. Recientes depósitos de carbón han sido hallados en Lithuania, Rusia y en los Alpes austriacos.

En Asia, en varias naciones se cita carbon terciario. En Japón y en el Nordeste de Siberia se presentan en el mioceno importantes cuencas. Se presentan también cuencas terciarias en Burma, Kashmir, Jammu, Arabia y Turquía; en China y Japón, y probablemente en el Norte de Siberia, existen lignitos pliocenos.

En el terciario de América existen importantes depósitos de lignito. Al eoceno pertenecen las cuencas del centro de la América del Norte, de la región del Golfo en Méjico y los Estados Unidos y algunas del Canadá, las aisladas de la costa del Pacífico en los Estados Unidos y la Colonia inglesa, y la importante de la costa ártica de Alaska é islas árticas. Lignito mioceno ha sido hallado en las Montañas Rocosas y Méjico. Al terciario, sin determinar terreno, están referidos los carbonos de la costa del Sur de la Argentina y Chile, los de las regiones montañosas de Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y probablemente también los de la región occidental de la Argentina.

En Oceanía se presentan importantes formaciones terciarias. En el eoceno se presentan las cuencas de Tasmania, Nueva Zelanda, Borneo, Java y Sumatra. Al mioceno corresponden los lignitos de Nueva Zelanda, Borneo y de otras islas de este grupo, y los de las Filipinas. Por último, depósitos pliocenos y pleistocenos se encuentran también en Nueva Zelanda y Borneo.

Damos á continuación un extracto de las Memorias correspondientes á todas las naciones, que integran el libro *Reservas mundiales de carbón*, haciendo observar que, como tenía que suceder en un libro de esta clase, mny diversos han sido los criterios seguidos en la redacción de los diferentes trabajos, pero, con todo, resulta un excelente guía para los que se dediquen á los estudios de la explotación carbonera. En alguna de las Memorias existe una bibliografía referente á la materia; es lástima que no se haya hecho lo mismo en las demás, por lo menos, que se hubiera puesto á la cabeza de los trabajos un índice de aquellas obras que fueran clásicas en los países respectivos. A muchas memorias acompañan planos que, en general, son notables, y en todas hay datos y noticias de mucho interés.

CAPITULO SEGUNDO

EUROPA

España.

Don Luis de Adaro, Director del Instituto Geológico, ateniéndose estrictamente á las instrucciones de la circular, remitió los estados que se estampan á continuación, con unas notas explicativas, que también copiamos.

He aquí los estados y notas:

GRUPO PRIMERO

DISTRITOS	CAPAS DE CARBÓN		RESERVAS ACTUALES			RESERVAS PROBABLES			RESERVAS POSIBLES
	N.º	Espesor. Pies.	Clase de carbón.	Toneladas métricas.	Area. Millas cuadradas.	Clase de carbón.	Toneladas métricas.	Area. Millas cuadradas.	
Asturias.....	80	Total, 112 (1)	A, B y C (3)	3.320.000.000 (4)	220 (5)	A, B y C	340.000.000 (6)	Moderadas.	
León.....	15 (7)	Total, 39 (8)	A ₂ y B (10)	310.000.000 (11)	1.765 (12)	A y B	190.600.000 (13)	Considerables.	
Palencia.....	16 (14)	Total, 26 (15)	A ₂ y B (16)	52.500.000 (17)	501 (18)	A y B	45.000.000 (19)	Considerables.	
Santander.....	3	Total, 4.	D ₁	6.100.000 (20)	261	A y B	13.000.000	Débiles.	
} Huilla.....	4	Total, 14 (21)	C	60.000.000 (22)	120	D ₁	7.000.000	Considerables.	
} Lignito.....	6	Total, 25 (24)	A y B	30.000.000	14 (23)	C	30.000.000	Considerables.	
Ciudad Real.....	4	Total, 10 (26)	B ₂ y B ₃	7.500.000	30 (25)	A	15.000.000	Moderadas.	
Córdoba.....	4	1 á 20 (28).	B	400.000 (30)	10	B	2.000.000	Débiles.	
Gerona ..	4	1 á 4.	»	700.000	12	B	1.000.000 (31)	Considerables.	
Lérida. ..	1	2	D ₁	100.000	26 (32)	A	22.000.000	Moderadas.	
Burgos.....	1	1 á 3.	D ₁	100.000	30 (33)	B	3.000.000	Considerables.	
Logroño.....	5	1 á 6 (34).	D ₁	»	6	C y D ₁	1.000.000	Considerables.	
Cuenca.....	2	1 á 3.	»	»	3	B ₂	1.700.000	Moderadas.	
Teruel.....	8	Total, 18.	C y D ₁	650.000.000	75	C y D ₁	350.000.000 (36)	Considerables.	
Barcelona.....	5	Total, 6.	D ₁	45.000.000	50 (39)	D ₁ y 1-2	16.200.000	Considerables.	
Baleares.....	3	Total, 11.	D ₁ y D ₂	8.700.000	»	»	»	»	
Guipúzcoa ..	4	1 á 6.	D ₁	3.200.000	»	»	»	»	
Zaragoza.....	4	Total, 4.	D ₁	1.500.000	»	»	»	»	
Alava.....	3	Total, 14.	D ₁	4.300.000	»	»	»	»	
				4.500.000.000 (45)	3.123		1.037.500.000		

GRUPO SEGUNDO

DISTRITOS	CAPAS DE CARBÓN		RESERVAS ACTUALES			RESERVAS PROBABLES			RESERVAS POSIBLES
	N.º	Espesor. Pies.	Clase de carbón.	Toneladas métricas.	Area. Millas cuadradas.	Clase de carbón.	Toneladas métricas.	Area. Millas cuadradas.	
Asturias.....	5)	Total, 72.	A, B y C.	1.720.000.000	1.035	A, B y C.	400.000.000	220	Débiles.
León.....	»	»	»	»	»	»	80.000.000	882	Considerables.
Palencia.....	»	»	»	»	»	»	24.000.000	300	Considerables.
Santander	»	»	»	»	»	»	7.000.000	130	Moderadas.
Ciudad Real	»	»	»	»	»	»	»	»	Considerables.
Córdoba.....	»	»	»	»	»	»	»	»	Considerables.
Sevilla.....	»	»	»	»	»	»	»	»	Considerables.
Región Vasco-Castella- na	»	»	»	»	2.300 (40)	A, B y C.	1.000.000.000	3.832	»
				1.720.000.000	1.035		1.511.000.000		

Nota explicativa de los estados.

- (1) Se comprenden capas de hulla con espesores desde un pie á tres pies ocho pulgadas, siendo estrechas la mayoría de ellas. La formación hullera extraordinariamente plegada, alcanza un espesor normal total de 8.370 pies, comprendiendo los tres tramos dinantiense, westfaliense y stefaniense; este último con poca potencia, discordante y transgresivo.
- (2) Están incluidos en esta superficie varios manchones de *caliza de montaña* y de *Culm*, completamente estériles.
La superficie desnuda que sin ninguna clase de recubrimientos presenta á la vista afloramientos de capas de hulla, es de 520 millas cuadradas.
- (3) En Asturias se observa que, no sólo las capas de hulla, sobre una misma vertical, van haciéndose cada vez más ricas en carburos de hidrógeno según se asciende en la serie, sino que varían gradualmente de composición en el sentido longitudinal de sus afloramientos, aumentando sus materias volátiles según se marcha de S.-SO. á N.-NE., ó sea, aproximadamente, en la dirección axial de los principales pliegues anticlinales.
Con relación á la superficie total descubierta, se puede, aproximadamente, estimar que las clases A₁ y A₂ abarcan $\frac{1}{6}$; las clases B₁ y B₂, $\frac{1}{6}$; la clase B₃, $\frac{1}{6}$, y la clase C, $\frac{2}{6}$.
- (4) Se han tenido en cuenta la profundidad máxima de 4.000 pies y el coeficiente de aprovechamiento efectivo que la experiencia ha comprobado por efecto de las fallas y aplastamientos que han sufrido las capas de hulla al ser plegadas, levantadas y comprimidas por los movimientos orogénicos.
- (5) Comprende la prolongación muy probable de la cuenca, hacia el NE., por bajo de los terrenos triásico, jurásico y cretáceo que en diversas formas la recubren, según los reconocimientos efectuados por medio de la sonda.
- (6) Comprende las cubriciones probables á que se refiere la nota (5).
- (7) El número de capas explotables es muy variable en las diversas zonas hulleras leonesas, casi todas pertenecientes al hullero superior. En unas existen capas con más de un pie de carbón, que están substituídas en otras zonas por bancos de verdadera pizarra. Capas de gran potencia en una localidad se bifurcan, adquieren intercalaciones y se presentan en otras localidades formando diversas capas estrechas. El número 15 significa el máximo de capas explotables descubiertas en una sola zona.
- (8) El espesor útil en las cuatro manchas principales del distrito varía entre 16 pies para la menor y 65 pies para la más potente, que es la de Sabero.
- (9) Se han descontado los manchones anticlinales, constituidos por terrenos inferiores al hullero, que separan unas zonas de otras.
- (10) La calidad de las hullas no es tan variable como en la cuenca limítrofe de Asturias. El contenido de materias volátiles cambia de una zona á otra desde 6 á 24 por 100.

- (11) Observación análoga á la de la nota (4).
- (12) Prolongación de la cuenca hacia el S. y SE., por bajo de los terrenos cuaternario y cretáceo que la recubren.
- (13) Sólo se ha tomado la mitad del tonelaje que correspondería á la extensión probable recubierta en relación con la riqueza media de las zonas conocidas, en atención á estar indeterminada la profundidad que alcanzan los recubrimientos.
- (14) En dos grupos: uno, inferior, con 12 capas, y otro, superior, con cuatro capas, estas últimas muy irregulares. El espesor normal varía, de unas capas á otras, entre uno y cuatro pies.
- (15) El mayor espesor y la mayor regularidad se hallan en Barruelo.
- (16) Las más abundantes son las clases B₁ y B₂.
- (17) Observación análoga á la nota (4).
- (18) Prolongación de la cuenca hacia el S. y E., por bajo de los terrenos cretáceo y triásico.
- (19) La misma observación que en la nota (13).
- (20) Se han descontado las zonas estériles.
- (21) Es el espesor medio de las zonas en explotación. En algunos puntos de la cuenca llega á 30 pies; en otros se reduce extremadamente.
- (22) Se han descontado las intercalaciones y esterilizaciones comprobadas.
- (23) Sólo se incluyen los depósitos que existen probablemente por bajo de los terrenos cuaternarios y terciarios.
- (24) Este espesor no puede tomarse como el medio de la cuenca, sino como el medio de las zonas útiles en explotación, porque las capas están replegadas y cuajadas de intercalaciones pizarrosas, y más bien marchan en rosario, presentando á veces extraordinarios anchurones.
- (25) Se ha prescindido de las manchas y asomos del *Culm*, que ocupan una extensión considerable, porque en Andalucía ese piso es siempre estéril.
- (26) Este espesor se reduce con frecuencia, porque el carbón se presenta entremezclado con vetas de pizarra y arenisca de variables espesores.
- (27) La misma advertencia de la nota (25).
- (28) Capas de una irregularidad extraordinaria y sumamente trastornadas.
- (29) Se han comprobado muchas intercalaciones estériles. El terreno se halla excesivamente dislocado por fuertes fallas y abundantes intrusiones de rocas porfídicas.
- (30) Explotables en buenas condiciones económicas.
- (31) Explotables en difíciles condiciones económicas.
- (32) Comprende siete manchas carboníferas distintas, dislocadas fuertemente y con muchos asomos hipogénicos.
- (33) Distribuidos entre tres cuenquecitas principales.
- (34) Muy trastornados en los afloramientos.
- (35) Cuenas infracretáceas de Utrillas, Gargallo y Montalbán.
- (36) Una gran parte de esta reserva será de lignitos de mediana calidad.

- (37) Radican en el oligoceno inferior.
 (38) En el terreno cretáceo. Lignitos de buena calidad.
 (39) En el terciario lacustre. Lignitos de mediana calidad.
 (40) Zonas profundas del geosinclinal comprendido entre las montañas cantábricas y las pirenaicas.
 (41) Eoceno inferior y neocomiense.
 (42) Dos grupos de lignitos cretáceos, radicantes en las pizarras cenomanenses y senonenses, de buena calidad, que aún no son objeto de explotación.
 (43) El mismo yacimiento que la de Alava; no tan regulares y, por lo general, menos puros.
 (44) Lignitos cretáceos de buena calidad, en capas estrechas é irregulares.

PRODUCCION CARBONERA DE ESPAÑA EN 1910

PROVINCIAS	Hulla. Toneladas.	Lignito. Toneladas.
Ciudad Real.....	302.330	»
Córdoba.....	367.695	»
Gerona.....	10.880	»
León.....	291.120	»
Asturias.....	2.329.515	»
Palencia.....	134.520	»
Sevilla.....	164.000	»
Baleares.....	»	22.380
Barcelona.....	»	95.580
Guipúzcoa.....	»	34.760
Lérida.....	»	7.785
Teruel.....	»	74.595
Zaragoza.....	»	9.180
Varios.....	»	1.240
	3.600.060	245.520

A los datos anteriores acompañamos la siguiente nota, llevada al Canadá con el único fin de reunir los datos existentes en diversos trabajos escritos en España sobre cuencas carboníferas, que sirven de ampliación al trabajo enviado por el Instituto Geológico de España al XII Congreso Geológico Internacional, y procurar de ese modo dar una idea más clara de lo que representa la riqueza hullera española.

El suelo de España, rico en yacimientos metalíferos, ha sido mucho menos favorecido en la repartición de las substancias combustibles, ocupando nuestro país en la producción de estas substancias un papel modesto. Sin embargo, en España,

aunque muy diseminadas y de pequeña extensión, hay muchas cuencas hulleras, entre las cuales la más importante es la situada al N. O. de la Península.

La industria carbonera en nuestro país tiene grandes esperanzas para el porvenir, basadas no solamente en el aumento progresivo de producción que se observa desde hace varios años sino también, en el descubrimiento de otras cuencas nuevas y en la prolongación de las actuales, problemas de que se ocupan nuestros técnicos con gran interés.

Región del Noroeste de España

A ambos lados de la cadena cantábrica en el N. O. de España se encuentran varias cuencas hulleras de una importancia muy variable, que si bien hoy están separadas, en su origen han debido formar una sola cuenca de una gran extensión en las provincias de Oviedo, León y Palencia.

Los numerosos movimientos tectónicos que se han sucedido en la región del N. O. de España en las diversas épocas geológicas formando los levantamientos anticlinales que constituyen los picos más altos de la cadena cantábrica, han roto la cuenca primitiva en muchas partes, de las cuales unas han sido denudadas y otras se han hecho inexplotables, por haber sido rotas y dislocadas. Se han tenido en cuenta todos estos accidentes para calcular las distintas clases de reservas en nuestro país.

Los depósitos secundarios y cuaternarios recubren una gran parte de estas cuencas, como lo demuestran los sondeos que se han hecho, y hay la esperanza muy fundada de que las zonas aún sin descubrir tengan por lo menos la extensión de las ya conocidas.

La cuenca llamada central de Asturias es la más importante del N. O. de España y desde largo tiempo es objeto de una activa explotación.

Nuestro director, D. Luis Adaro, la dividió en los siguientes tramos de abajo á arriba:

- 1.º Caliza carbonífera.
- 2.º Terreno estéril bajo el hullero, formado por cuarcitas

y pizarras sin carbón; tiene su límite en unas calizas carboníferas.

3.º *Piso inferior*.—Cuarcitas, calizas tableadas fosilíferas y capas irregulares de carbón y antracita. Muy rica en spirifer, productus, etc., etc. Presenta un banco con nereitas muy característico. Límite superior, una pudinga; su facies es marina.

4.º *Piso inframedio*.—Pocas capas de carbón, bancos de pudinga cuarzosa, arenisca gruesa y psamitas; tiene una facies litoral con mucha semejanza al Millstone Crit. Su límite superior es un banco de psamitas muy característico.

5.º *Piso medio*.—Formado por pizarras y areniscas sin calizas, presenta una rica flora carbonífera y fósiles animales de los géneros Echizodus, Mytilus, Anthracosia, Bellerophon, etc. Contiene las mejores capas de carbón. Límite superior, una arenisca característica.

6.º *Piso supramedio*.—Formado por pizarras y areniscas con dos bancos de caliza, y en la parte superior varios bancos de gonfolita. Tiene un número de capas mayor que los pisos precedentes, aunque menos regulares y puras.

7.º *Piso infrasuperior*.—Presenta de ocho á diez capas estrechas y en la base grandes pudingas cuarzosas.

8.º *Piso suprasuperior*.—Hay doce capas de carbón y en general es más rico que el anterior.

En la cuenca central de Asturias se encuentran los tramos desde la caliza carbonífera hasta el supramedio, ambos inclusive.

En el siguiente cuadro están indicados la extensión, número y espesor de las capas, así como la extensión y espesor de los pisos.

PISOS	Extensión	Número de capas	Espesor de los pisos	Total espesor de las capas
Inferior...	56.940	12	925	6,20 metros
Medio.....	16.950	38	885	15,30 »
Supramedio.....	3.570	30	740	12,00 »

La cuenca central se introduce bajo los terrenos secundarios del N. de Asturias, como lo han confirmado los sondeos hechos en Gijón y Villaviciosa. Además de la cuenca central,

existen sobre la vertiente N. de la cadena cantábrica, otras más pequeñas, aisladas, como la de Teverga, continuación evidente de la cuenca central, donde se encuentra únicamente el piso inferior, y las de Santo Firme, Arnao, Tormaleo y Tineo, pertenecientes al estefaniense y que descansa directamente sobre los terrenos antiguos. Esta transgresión del estefaniense debe su origen al levantamiento de la cadena cantábrica. Todas estas cuencas son pequeñas y su cubicación está comprendida en la de la cuenca central.

La calidad de la hulla en Asturias es muy diversa. Al Noroeste del Nalón las hullas son secas, de llama larga; en los valles normales á este río, que se encuentran sobre su margen izquierda, desde Olloniego hasta Villoria, los carbones son hidrogeados, semigrasos de gas y grasos de forja. La misma variedad se encuentra en Teverga y Riosa, y son cada vez más grasos á medida que se pasa á Lena y Aller. En los valles de Mieres se producen hullas semigrasas de llama corta. Verdaderas hullas secas se encuentran en Aller, y, por último, en la parte de Lena y en el Estefaniense se encuentra antracita.

Sobre la vertiente Sur de la cadena cantábrica, desde el Vierzo en Galicia hasta la provincia de Burgos, se encuentra una zona de depósitos carboníferos aislados, apoyados sobre los terrenos más antiguos al N. y recubiertos al Sur por formaciones secundarias en algunos sitios y por grandes depósitos cuaternarios en otros. En general, las cuencas de Castilla y León pertenecen al hullero superior, que también se encuentra transgresivo y mucho más denudado que en Asturias, puesto que, aparte de otras razones, se observa en la cadena cantábrica un movimiento de báscula en dirección N. que ha hundido y protegido la cuenca de Asturias y ha levantado y denudado la de Castilla y León.

En esta faja de Oeste á Este se encuentra las cuencas de Trémor, Valdesamario, La Magdalena y Villablino, pertenecientes al estefaniense, apoyadas sobre la pizarra siluriana, situada al O. del río Bernesga. El carbón en general es antracitoso, pero se encuentra también semigraso, y en La Magdalena existe graso de forja. En Trémor se han descubierto más de 10 capas de carbón, con espesores entre 0,40 y 0,90, además de varias pequeñas capas de menos espesor. En Villablino se conocen

15 capas; en La Magdalena, seis, con potencia de 0,35 á 1,30, y en Valdesamario una sola capa tiene una potencia de cuatro metros.

En la parte Norte de la provincia de León se observan pequeñas cuencas debidas á largas bandas sinclinales del tramo inferior que, procedentes de Asturias, penetran en León por los puertos de Pajares y Ventana. Son cuencas bastante denudadas que presentan á veces cinco ó seis capas y en algunos sitios, como en Vegamian, hasta ocho capas. Aún no han sido explotadas. Al Este del Bernesga se encuentran las cuencas de Santa Lucía, Ciñera, Vegacervera, Matallana y Orzonaga. Las de Ciñera y Matallana se están explotando; en la primera se encuentran cinco capas, una de ellas muy importante, aunque tenga muchas fajas de pizarras interpuestas. Mayor número se explota en Matallana, puesto que aquí las pizarras tienen una potencia mayor y dividen la capa grande en varias más pequeñas. El carbón es un poco impuro y tiene de 15 á 24 por 100 de materias volátiles.

Separada de las precedentes por el cretáceo, se halla la cuenca de Sabero, estudiada por numerosos geólogos. Tiene ocho capas con espesores desde 1,50 hasta 6 metros, y una potencia total útil de combustible de 20 metros. Los carbones, en general, son semigrasos de llama corta. La cubicación de esta rica cuenca varía mucho, según los diversos geólogos. Schultz cubicó 12 millones; Salazar, 33; Fourdinier, 56; Pellico, 17; Mallada, 48; Revilla, 46. Tiene solamente una extensión de 2.130 hectáreas.

La cuenca de Valderueda se extiende por las provincias de León y Palencia, ocupando una extensión de 325 quilómetros cuadrados. Corresponde al hullero inferior. Se han encontrado hasta 21 capas de 0,25 á 1,50 metros de espesor. Las hullas del Noroeste y Suroeste de la cuenca coquizan, las del centro son secas y al Oeste se hacen cada vez más antracitosas hasta convertirse en verdaderas antracitas.

En la provincia de Palencia, la prolongación de esta cuenca forma la de Guardo. En Valdecastro y Valdesera se reconocen hasta 40 afloramientos de diferentes capas. En Villanueva se encuentran siete de 0,80 á 1,10 metros de espesor. El carbón es antracitoso.

En el río Pisuerga hay diversas manchas, desde San Cebrián hasta el límite de la provincia de Santander. Corresponden al hullero inferior; pero debe encontrarse la parte inferior del hullero medio. El número de capas es reducido; pero la calidad del carbón es excelente, tiene de 23 á 26 por 100 de materias volátiles.

Existen cerca de la provincia de Santander otras dos cuencas en explotación, las de Barruelo y Orbó. Caracteriza esta zona la regularidad de sus capas. En Barruelo, formando dos grupos, se encuentran 16 capas de 0,30 á 2 metros de potencia, el carbón es una excelente hulla semigrasa de llama corta de una gran potencia calorífica. En Orbó existen 12 capas; la calidad del carbón, análoga á la de Barruelo.

En la provincia de Burgos, al Sureste de la capital, en Belorado y Salas de los Infantes, hay otra cuenca apoyada al este sobre el siluriano y recubierta en las otras tres direcciones por el jurásico y el triás. Está dividida en tres partes: la primera, la de Valmala, es muy pobre en carbón; la segunda, la de Pineda, y la tercera, de Bieva y San Adrián, tiene cuatro capas.

Es muy interesante hacer constar que al Sur todas las cuencas de León y Castilla están recubiertas por terrenos más modernos y que también en varios sitios estos terrenos separan unas cuencas de otras, lo que nos prueba la gran riqueza que puede existir en estas provincias en profundidad, siendo lástima que hasta el presente no se hayan hecho aún trabajos de exploración ni sondeos. Esta consideración se ha tenido en cuenta al calcular las reservas de España.

En la provincia de Burgos existen también lignitos en el cretáceo, especialmente en Velga y Rozas, sin que hayan sido objeto de explotación.

Zona Norte y Nordeste de España.

En la provincia de Alava, en las rocas cenomanenses y senonenses se encuentran algunas capas de lignito en las regiones de Peñacerrada, Victoriano, Barrio y Nogravo. El grupo de Victoriano es el más importante; se encuentran varias capas con cinco metros de espesor útil total.

En la provincia de Guipúzcoa, en Hernani, Cestona, Artea, Deva é Idamendi, se presentan capas de lignito que no se emplean más que en las industrias locales.

También en la provincia de Navarra hay diseminadas algunas manchas carboníferas que en algunos sitios presentan pequeñas capas de carbón; pero á causa de su poca potencia no han sido objeto de explotación.

Tiene importancia en la provincia de Barcelona la cuenca de Berga, de 187 quilómetros cuadrados de extensión. Las capas de lignito se interponen entre las calizas y margas del Danés. Los yacimientos están divididos en varias partes que, sin duda, formaban una sola cuenca en otro tiempo. La más importante es la de Figols-Vallsebre, después la de la Nou Malanyeu, y tienen interés también las de Serchs-Piquera, Serrat, Negre, Villada, etc.

Las capas explotables son cuatro. El carbón tiene 35 por 100 de materiales volátiles, su característica es 54,6 por 100 y su potencia calorífica 6.000 calorías. La calidad del lignito empeora á medida que se asciende geológicamente.

La cuenca debe extenderse al Este de Catllarás en la dirección de San Jaime de Frontanya, y también por la provincia de Lérida. Estas minas se encuentran hoy en explotación.

También en Calaf, á 100 quilómetros de Barcelona, se halla una cuenca de lignito correspondiente al período oligoceno. El carbón es de mala calidad, razón por la cual su explotación ha disminuído grandemente.

En la provincia de Gerona se encuentra la cuenca de San Juan de las Abadesas, explotada hace tiempo con gran actividad. Está formada por varias manchas carboníferas, separadas entre sí, y aunque es muy difícil de calcular el espesor de las capas á causa de su irregularidad, D. L. M. Vidal cree que su espesor total es de 9,60 metros. Son hullas muy buenas, de una gran potencia calorífica; pero la cuenca está casi agotada.

El pie de los Pirineos, en San Lorenzo de Muga y Carbonil de Cerdeña, existen afloramientos de lignitos miocenos. Son yacimientos sin importancia.

En la provincia de Lérida se encuentran dos cuencas hulleras, las de La Seo de Urgel y la de Erill Castell. En la primera hay varias capas con un espesor total útil de 2,50 metros. El

carbón es antracitoso y tiene 11,9 por 100 de materias volátiles.

En Erill Castell se encuentran en algunos sitios hasta seis capas de carbón con un espesor de 7,40 metros. La cuenca está recubierta al Sur por el triásico.

En esta provincia hay lignitos en Serós-Tárrega, Balaguer, Cerdeña, etc. Se presentan en el oligoceno y solamente el primer yacimiento tiene alguna importancia, pues se encuentran dos capas con una potencia total de 1,80 metros.

En la provincia de Huesca el sistema carbonífero está representado por pequeñas manchas en los Pirineos, en la parte más elevada de los valles de Canfrac, Tena y Broto, y una zona estrecha entre los ríos Isabena y Noguera Ribagorzana. Estas cuencas no han alcanzado hoy importancia industrial.

Lo mismo sucede con los lignitos cretáceos de Cregueta, de Castejón, Pacino de Bisaurri, Mosquera de San Martín y otros lugares de la misma provincia.

Zona central de España.

En la provincia de Zaragoza se presentan algunas capas de lignito, principalmente en Torrelapaja. En las arcillas y margas cretáceas se encuentran cuatro capas de 0,40 á 0,50 metros de espesor. El lignito tiene más de 6.000 calorías de potencia calorífica y 32 por 100 de materias volátiles. Aún existen otras manchas de lignito en esta provincia en Mequinenza y Fayón; pero hasta hoy no se han explotado seriamente.

La provincia de Teruel está muy favorecida por grandes cantidades de lignito, existentes en terrenos de diferentes edades desde el triásico. Sin embargo, la gran cuenca llamada de Utrillas se encuentra en los terrenos urgo-aptenses y cenomane. Se puede calcular que en total dicha cuenca tiene una superficie de 200 quilómetros cuadrados. Hay 13 capas con potencias oscilando entre 0,70 y 2 metros. En la zona central de la cuenca la potencia útil de carbón es de 10 metros. El estrechamiento de la cuenca en sus bordes hace que no se pueda considerar una potencia útil media más que de tres metros en la región del Este y cinco metros en la del Oeste.

Separadas unas de otras por el jurásico se encuentran además de la cuenca de Utrillas, las de Cuevas de Portalrubio, Castel de Cabra y Montalbán, Tajos de Cañizar, Gargallo, Alcaime, Oliete, Castellote, etc.

Se ha discutido mucho sobre la cubicación de estas cuencas por distintos geólogos. Schultz cubicó 220 millones de toneladas; Alcibar, 2.760, y Gascón, 750 millones.

Una excelente cualidad del carbón de Utrillas es la gran cantidad de grueso que se produce y que llega al 80 y 90 por 100 del total. El carbón de Utrillas tiene de 5.000 á 7.000 calorías, 37 á 62 por 100 de carbono fijo y de 35 á 52 por 100 de materias volátiles. Sin embargo, hay en estas cuencas, además de los lignitos, verdaderos carbones que, siguiendo la clasificación de Gruner, pueden calificarse de hulla semigrasa de llama larga.

Actualmente hay algunas minas en explotación; pero esta cuenca no ha tomado aún la importancia que debe tener, á causa de la dificultad del transporte de sus productos.

Las manchas carboníferas de Valdesotos y Bonoval, de Guadalajara, y las de Henarejos, en la provincia de Cuenca, solamente presentan algunas capas muy delgadas de hulla que no puede explotarse. Lo mismo pasa con los lignitos de Checa y Uña, de la misma región. En Prejano y Turruncún, en la provincia de Logroño, hay una mancha hullera de 16 kilómetros cuadrados de extensión. En el primero de estos términos se encuentran cinco capas con espesores variables entre 0,30 y 2 metros; en el segundo, dos capas con un espesor total de 1,70. Dan un 60 por 100 de excelente cok.

El yacimiento de lignito más importante de la provincia de Soria es el de Casarejos, que se encuentra entre las arkosas senomanenses. El combustible tiene 37 por 100 de carbono y 59 por 100 de materias volátiles y agua. Aún existen otras manchas en Ciria, Alejar, Cihuela, etc.; pero todos los yacimientos de esta provincia tienen poca importancia.

Para terminar esta región, en Puertollano, en la provincia de Ciudad Real, hay una cuenca de carbón que, aunque de poca extensión por su proximidad á la capital de España, es objeto de una explotación muy activa y de gran importancia.

Los límites de la cuenca no se han podido determinar bien,

puesto que está recubierta por depósitos cuaternarios, sin embargo, por las investigaciones hechas, se la puede atribuir una extensión de 80 kilómetros cuadrados. El terreno corresponde al tramo más alto del carbonífero, y es posible que la parte más elevada de la cuenca corresponda al permiano, como parece demostrarlo alguno de los fósiles encontrados últimamente por los Sres. Villate y Santa María.

El carbonífero se apoya directamente sobre la cuarcita siluriana. Esta disposición transgresiva le da una semejanza á las cuencas de Asturias y León, con la diferencia esencial que los movimientos hercinianos del Norte de la Península determinan el desbordamiento del hullero superior hacia el Oeste y Sur de la cadena cantábrica, mientras en la cuenca de Puertollano el desbordamiento se efectúa hacia el Norte de Sierra Morena. Las capas explotables de esta cuenca son tres: la superior tiene de 3 á 4,60 metros de carbón; la segunda, de 1,50 á 1,70 metros, y la tercera, de 3,50 á 3,75 metros. La cubicación de la cuenca llega á 80 millones de toneladas.

El carbón tiene una proporción de cenizas excesiva, y en la clasificación de Gruner corresponde al tipo de las hullas secas; sin embargo, hay algunos carbones semigrasos. Por término medio, la cantidad de carbono fijo es de 56 por 100, y la de materias volátiles, de 32,55 por 100.

En la cuenca hay varios islotes basálticos que la desgarran. Están alineados de Este á Oeste, principalmente, y han producido en algunos sitios la transformación de la hulla en cok.

La riqueza de esta cuenca en el porvenir no depende de lo que se conoce actualmente, pero sí de su probable prolongación en otros valles que presentan los mismos caracteres que el de Puertollano; es decir, depósitos modernos que cubren el siluriano.

Zona Sur de España.

En la provincia de Córdoba, la cuenca de Bélmez aparece como un retazo de una gran cuenca que existía antiguamente y ha desaparecido bajo las acciones tectónicas y la erosión.

El interés geológico que presenta esta cuenca ha sido causa

de muchos estudios hechos, de los cuales nosotros hemos entresacado los datos más interesantes.

La cuenca comienza al Norte de Fuenteovejuna, recubierta en su mayor parte hasta llegar á Peñarroya por terrenos modernos, sin que se pueda sospechar su existencia.

En los valles del Terrible y Bélmez, y entre este pueblo y el de Espiel, se ven algunas capas carboníferas; pasan de Espiel por la Ballesta y la extremidad oriental de Villaharta, hasta desaparecer en las proximidades de Vacar.

Tiene, pues, la cuenca forma de una banda alineada paralela al río Guadiato, en dirección N.O.-S.E., ocupando una extensión de 120 kilómetros cuadrados. Se presenta muy dislocada, con sus bancos tan plegados y desgajados, que toda relación entre sus diferentes partes se ha hecho imposible hasta el presente. Sin embargo, se encuentran los tres elementos esenciales del sistema, ó sea la caliza de montaña, el Culm y el hullero propiamente dicho.

En el borde Sudoeste se apoya, no solamente sobre el siluriano, sino también sobre el devoniano y sobre la caliza de montaña. En esta parte de la cuenca se presentan rocas eruptivas básicas, que coronan muchas de las colinas allí existentes.

Los conglomerados de la base de la formación en esta cuenca tienen un desarrollo no igualado en ninguna parte de España, y cerca de ellos se encuentra una capa de carbón de tres metros de potencia. Después vienen los estratos pizarrosos, casi sin hulla, y después aparece la capa más importante, al parecer bien determinada en los diversos grupos de minas. Varía mucho de espesor; en un punto ha llegado á tener 80 metros, pero se puede calcular su potencia media en 13 metros.

Como en casi todas las regiones españolas, en esta cuenca se presenta una gran variedad en la calidad de sus carbones. Pero tanto las antracitas de El Porvenir y La Parrilla, las hullas secas y semigrasas de llama corta del Terrible y las grasas de Santa Elisa, como las grasas de Santa Ana, semigrasas de llama larga de Cabeza de Vaca y las de gas del alumbrado de La Luz, son siempre de una excelente calidad.

Ha habido gran diversidad en la apreciación de la cantidad de carbón que contiene esta cuenca. Chastell calcula de 4

á 6 millones; Fuchs, 16, y Mallada, 30 millones. Es objeto de una explotación muy activa.

En la misma provincia, en Hornachuelos, se ha encontrado una pequeña cuenca independiente de la de Bélmez. Se ha cortado una capa con un espesor variable de uno á cuatro metros. Actualmente está en explotación.

Entre las diversas manchas que se encuentran en la provincia de Sevilla, solamente la de Villanueva del Río tiene importancia.

Esta cuenca corresponde á uno de los retazos que quedan de la formación carbonífera que cubrió antiguamente la región de Sierra Morena. Tiene una extensión muy pequeña, alineada de Norte á Sur.

En los fondos de barco preexistente en el cambriano se depositaron los materiales carboníferos. El orden de los estratos al ascender es el siguiente: En la base primera, pudingas y brechas de elementos gruesos; después, aluviones vegetales, areniscas y pizarras, y, por último, los conglomerados de la parte alta. Estos depósitos corresponden á la edad media del westfaliense y al estefaniense, y presenta una facies lacustre. La prolongación de esta cuenca está recubierta por depósitos miocenos y diluviales.

Se conocen cuatro capas con espesores muy variables, disminuyendo éstos con la profundidad. El carbón muchas veces no es compacto, y está mezclado con pizarras y areniscas de distintos espesores. La primera capa varía entre 1 y 1,50 metros, llegando en algunos sitios á tres metros; pero, en general, no es explotable, á causa de las intercalaciones de arcilla y arenisca piritosa. La segunda tiene de 0,80 á 1,20 de espesor; también algunas veces se esteriliza. La tercera tiene de 1,50 á 2 metros, y la cuarta, de 1,50 á 2,50 metros; estas dos últimas son las generalmente explotadas. El espesor de toda la formación no pasa de 100 metros, y las hullas de esta cuenca son grasas, de llama corta; se puede considerar como tipo medio un 60 por 100 del carbono fijo, 26 por 100 de materias volátiles y una potencia calorífica de 7.000 á 7.500 calorías. Esta mina está actualmente en una activa explotación.

El recubrimiento de las cubetas cambrianas por depósitos modernos hace nacer la esperanza de que se encontrarán deba-

jo de éstos, otros retazos del hullero, que darían un desarrollo muy grande á la industria de la región.

En la provincia de Badajoz se han hecho investigaciones mineras en Los Santos, Villagarcía, Llerena, Casas de la Reina y Fuente del Arco; pero las capas son demasiado estrechas y el carbón demasiado malo. Ha habido necesidad de abandonar los trabajos.

En la provincia de Alicante, á tres quilómetros al Norte de Alcoy, en el mioceno superior se han encontrado capas de lignito sin importancia; lo mismo sucede en los yacimientos de Villanueva de Serpis.

Para terminar, en las islas Baleares se presentan lignitos en diversos sitios. En Benisalen, cerca de la ciudad de Palma, aparecen éstos en la formación numulítica apoyada sobre el neocomiense. Una capa tiene un espesor de carbón útil de 0,80; el carbón tiene 54 por 100 de carbono fijo y 38 por 100 de materias volátiles, con una potencia calorífica de 4.500 calorías.

Cerca de Viniana, y con los mismos caracteres, se presenta el lignito en dos capas, con espesores de 0,20 y 1 metros, y otra capa que en un sitio ha llegado á 10 metros de potencia. En Selva hay también capas de lignito, pero han sufrido un incendio. Los lignitos de Baleares son explotados para usos locales.

Francia.

Empieza M. Delfine, ingeniero de Minas encargado del estudio de las reservas en combustibles de Francia, por hacer, análogamente á otros autores, algunas consideraciones por no haberse ajustado exactamente al programa del Comité ejecutivo del Congreso. Entra luego en materia y divide las cuencas en productoras de hulla y en productoras de lignito, y para el estudio de las primeras divide Francia en las cinco regiones siguientes: cuencas del Norte, del Este, del macizo armoricano, del macizo central y, por último, cuencas de los Alpes, Maurés, Pirineos y Córcega.

A continuación viene la descripción de las cuencas una por

una, y nosotros nos extenderemos un poco más que de costumbre, en atención á la semejanza que muchas de ellas guardan con las españolas.

Cuencas hulleras.

Cuenca del Norte.—Las cuencas de Valenciennes y Pas de Calais, con su prolongación de Boulonnais son continuación de la belga de Hainaut. La cuenca franco-belga de Namur-Valenciennes recubre uno de los valles silurianos que, orientados de Este á Oeste, atraviesan la Bélgica y el Norte de Francia. Entre los depósitos silurianos y hulleros existen otros del devoniano medio y superior, y de la caliza carbonífera. La cuenca de Valenciennes corresponde al westfaliense, y se encuentran todos los horizontes de este piso. No aflora en ninguna parte, y está cubierta por el cretáceo, cuyo espesor varía desde algunos metros á 300. La longitud de la cuenca, 100 quilómetros; el ancho, variable y desconocido.

La parte Norte de la cuenca se apoya en estratificación concordante sobre la caliza carbonífera, y, en general, buza al Sur. En la parte meridional, la estratigrafía es mucho más complicada, debido á la gran falla eifeliana que atraviesa aquella región, desde Lieja hasta Boulonnais, ocasionando que el devoniano y siluriano de Dinant recubran al carbonífero. Hay que agregar á este gran accidente geológico otros muchos de carácter local que tanto influyen en la difícil explotación de la cuenca.

La cuenca de Valenciennes produce muchas variedades de hulla, desde el carbón seco antracitoso hasta el carbón de gas. La profundidad media á que hoy se explota es de 400 metros. En algunas minas han llegado á 1.000 metros de profundidad.

La cuenca de Valenciennes, á pesar de no presentar solución de continuidad, se la considera dividida en dos: la del Norte y la de Pas de Calais, separadas por el macizo montañoso de Aubry.

La pequeña cuenca de Boulonnais, separada de la general de Valenciennes, se encuentra en su natural prolongación, y es un jalón que marca la unión de las cuencas francesas y belgas

con las inglesas. Esta cuenca se encuentra muy trastornada y alcanza pequeña extensión.

Conviene hacer resaltar la gran semejanza que existe entre la cuenca de Valenciennes y la nuestra de Asturias; ambas están enclavadas en el westfaliense, tienen muy parecida flora fósil, están afectadas de numerosos pliegues y fallas y, por último, presentan una gran diversidad en la calidad de los carbones.

Cuencas orientales.—Son dos: la de Pont-a-Mousson y la de Ronchamps. La primera es prolongación de la de Sarrebruck, que se explota en Alemania. Fué descubierta por pozos, y aún no ha sido explotada. Se encontró el hullero á profundidades variables entre 659 y 955 metros, y se perforaron los sondeos hasta honduras de 1.556 metros, sin llegar á atravesar el hullero. Los límites de la cuenca tampoco son conocidos. Con los diferentes sondeos se ha observado que existen los tramos westfaliense y estefaniense, como en Sarrebruck, y separados, como en este sitio, por un tramo estéril. El carbón presenta en los diferentes sondeos bastante semejanza. Varían sus materias volátiles de 32 á 50 por 100; está cubierto el hullero por el liás, triás y algunas veces el permiano.

La cuenca de Ronchamp pertenece al estefaniense inferior, y está recubierta por el permiano y, á su vez éste, al Oeste es recubierto por el triás. Aflora, sin embargo, en Ronchamp en una pequeña extensión; pero la mayoría de la explotación se hace debajo del permiano, habiendo un pozo de una profundidad de 1.000 metros. La cuenca, aunque tiene algunos accidentes, es bastante regular; el carbón tiene de 20 á 25 por 100 de materias volátiles.

Cuencas del macizo armoricano.—Las cuencas de Contentin, Maine, Bajo Loire y Vendée, que caen dentro del epígrafe precedente, están depositadas en los extremos orientales de los pliegues que forman los terrenos paleozoicos del Oeste de Francia. Tienen pequeña importancia.

La cuenca de Contentin pertenece al estefaniense superior; está recubierta por el permiano, y está rota varias veces y siempre trastornada. No se explota. El carbón es impuro y contiene de 30 á 35 por 100 de materias volátiles.

Los depósitos dinantienses de Bretaña forman dos cuencas:

la de Chateaulin, que no contiene hulla, y la de Maine, que contiene algunas capas de antracita impura. Sólo en ésta se explota, á 400 metros de profundidad, una capa con espesor de dos metros en Génest y Montigné, cerca de Laval. La cuenca del Bajo Loire forma una faja estrecha y larga de 107 kilómetros, enclavada entre los pliegues violentos de los terrenos antiguos y atravesando oblicuamente el río Loire. La base del carbonífero está constituida por el Culm, y se presentan á retazos el westfaliense y el estefaniense improductivo. La cuenca, aunque presenta muchas capas, se encuentran éstas trastornadas y con carbón de calidad muy mediana; el carbón es semi-graso, de 10 á 30 por 100 de materias volátiles.

La cuenca de la Vendée corresponde al westfaliense, y se encuentra en relación con una gran falla que atraviesa en más de 100 kilómetros el macizo de los terrenos antiguos de la Vendée y Poitou. Se presenta á retazos el terreno hullero, y sólo contiene carbón en Chautonnay y en Vouvant; en este último sitio es donde únicamente se explota, aunque tiene poca importancia, porque las capas son irregulares y el carbón es muy impuro. Tiene de 18 á 21 por 100 de materias volátiles.

Cuencas del macizo central.—El Macizo Central de la Francia constituido por terrenos eruptivos y antiguos, contiene algunas cuencas hulleras de muy desigual importancia. Se puede decir que corresponden todas al estefaniense, puesto que los depósitos hulleros del dinantiense y del permiano tienen muy poca importancia. No existe en esta zona el westfaliense. La cuenca de Roannais, que corresponde al dinantiense, no tiene importancia industrial alguna.

La cuenca de Saint Etienne, que es hoy día la más importante del Macizo Central, presenta la serie completa de los lechos estefanienses y sirve como tipo de este importante tramo del carbonífero. Se divide en dos subtramos: superior ó de Saint Etienne, é inferior ó de Rive de Gier. El primero se divide en superior, medio é inferior, y el segundo de arriba ó abajo en pisos de Saint Chamond, Rive de Gier y brecha de la base.

En el subtramo de Rive de Gier los pisos de Saint Chamond y el de la base son estériles. En el del medio se explotan cinco capas principales cuyo espesor es muy variable. La

llamada gran capa llega á veces á 15 metros de espesor; las otras varían entre dos y cinco metros. La proporción en materias volátiles disminuye de Este á Oeste y en profundidad aumenta, así que oscila entre cifras tan distantes como 7 y 35 por 100.

El subtramo de Saint-Etienne contiene más de 30 capas de hulla, cuyo espesor en carbón es, en todas, superior á un metro. En el piso inferior existen ocho capas, tres muy importantes, y su carbón contiene de 15 á 35 por 100 de materias volátiles. En el piso medio hay otras ocho; una de ellas, la de más espesor de la cuenca, forma bolsadas de 15 á 20 metros de potencia. Su carbón es hulla grasa con un contenido en materias volátiles de 30 á 35 por 100. En el piso inferior existen 10 ó 12 capas, cuyo número y espesor disminuyen rápidamente hacia el Oeste. Contiene su carbón de 34 á 38 por 100 de materias volátiles.

Las profundidades de explotación en toda esta cuenca, varían desde la superficie á 900 metros. Se encuentra atravesada por varias fallas de hundimiento.

Separada de la cuenca de Saint-Etienne se encuentran otras dos pequeñas: la de Communoy y la de Sainte Foy L'Argentière de muy escaso interés industrial.

La cuenca permocarbonífera de Blanzý-Le Creuzot se extiende en 100 kilómetros desde Charresey á Bert. Descansa sobre el granito, el gneis y los terrenos antiguos y se extiende debajo de los depósitos secundarios y terciarios. Es cuenca importante y forma los cuatro grupos siguientes: zona larga, estrecha y continua del terreno hullero de Blanzý; afloramientos discontinuos del terreno hullero de Creuzot; yacimientos permianos del isleo de Bert; y yacimientos permianos de la cuenca principal de Blanzý-Le Creuzot.

Las profundidades á que se han llegado en las explotaciones de estos grupos es de 800 metros. La cuenca de Blanzý es la más importante. Está enclavada entre el granito y la arenisca roja del sajoniense (permiano medio). El terreno hullero corresponde al estefaniense medio y superior. El número y el espesor de las capas, á pesar de pertenecer á la misma cuenca, varían mucho de unos puntos á otros. En Montceau la cuenca adquiere su riqueza máxima; llega á tener 65 metros de

potencia útil en carbón, pero las capas á medida que se alejan de este centro pierden espesor. La proporción de materias volátiles es también muy variable; oscila entre 33 á 45 por 100, pero hacia el S. O. del Distrito de Magny baja esta proporción á 12 por 100. Esta cuenca de Blanzý tiene prolongaciones en Montchanin y Longpendu. hacia el N. E. en Saint Bezin y al S. O. en Perrecy, formando grupos de poca importancia.

La cuenca de Creuzot que se extiende, aunque discontinuamente, hasta Grand Champ, sólo en el primer sitio tiene importancia industrial. Corresponden los depósitos de carbón al estefaniense superior y hay una capa de 2,50 metros de espesor. Contiene su carbón de 12 á 26 por 100 de materias volátiles.

La cuenca del autuniense de Bert contiene tres capas de hulla que dan un espesor total de cuatro á cinco metros. El carbón es impuro.

La pequeña cuenca de Forges está enclavada en el estefaniense superior, y se han reconocido cuatro capas delgadas de 20 por 100 de materias volátiles. Tiene poca importancia.

La pequeña cuenca de Clapelle-sous-Dun está situada como la anterior al Sudeste de la de Blanzý. Sus estratos corresponden al estefaniense medio. Está parcialmente cubierta por terrenos secundarios. Se la conocen cinco capas de hulla con una potencia total de siete á nueve metros en carbón. Este contiene 35 por 100 de materias volátiles.

La cuenca hullero-permiana de Autun-Epinac está situada en el Morvan, al N. del Macizo Central. Se apoya sobre el gneis, granito y tobas ortoporfídicas (pórfidos sieníticos). Como dato geológico es interesante consignar que en estas tobas se presentan alternantes pizarras y algunas capas inexplotables de carbón.

El terreno hullero de Autun corresponde al estefaniense medio y superior y lo dividen en tres pisos: Inferior ó de Epinac; medio, estéril; y Superior ó de Molloy. El único explotable es el de Epinac, que contiene una gran capa que se ramifica en cuatro y que tiene una potencia total de cinco á 10 metros. El carbón contiene de 13 á 20 por 100 de materias volátiles, disminuyendo en profundidad.

El permiano de Autun se divide en dos pisos: El inferior de pizarras bituminosas y el superior de areniscas rojas. Contiene una capa de hulla, generalmente inexplorable.

Debe ser prolongación de esta cuenca la de Aubigny-la-Ronce, de poco interés.

La cuenca permo-carbonífera de Decize, está situada al O. de Morvan, y está recubierta en parte por el triás y lías. Se conocen nueve capas, cinco de ellas regulares, y las otras cuatro, en general, inexplorables, representando un espesor total de 13 metros de un carbón con 30 por 100 de materias volátiles.

Las cuencas estefanienses de Commentry y Doyet están casi agotadas y estaban caracterizadas por una gran capa que alcanzaba en ambas cuencas potencias de 15 metros.

Las cuencas de Sincey y Denuille carecen de interés.

La cuenca de Aumance está enclavada en el autuniense y encierra una capa de hulla de dos á tres metros de espesor con 28 á 30 por 100 de materias volátiles.

Las cuencas de Noyant, Saint Eloy y Champagnac corresponden al estefaniense y constituyen depósitos estrechos encajados en el granito, gneis y micacitas. La de Noyant contiene cuatro capas, una de gran espesor.

En la de Saint Eloy se conocen tres capas, reuniéndose dos de ellas en una sola, y en Champagnac, en la mina Messeix, se explotan cuatro capas con sólo 10 por 100 de materias volátiles.

Las cuencas de Brassac y de Langeac se presentan aisladas y corresponden al estefaniense inferior. Están situadas en el centro del Macizo Central. La de Brassac, más importante, se apoya sobre el estrato cristalino y en su mayor parte está al descubierto; en algunos sitios, sin embargo, es recubierta por el terciario. Se distinguen en ella tres horizontes que han sido depositados en estratificación transgresiva hacia el Sudeste. En el inferior se conocen dos capas con un espesor total de 8 á 14 metros de carbón con 7 á 15 por 100 de materias volátiles. En el horizonte medio se presentan tres capas: la más baja es la más importante, tiene un espesor de 12 á 15 metros. Las otras dos, alcanzan en total de cinco á seis metros. Contiene el carbón de 16 á 18 por 100 de materias volátiles. En el horizonte superior se han hallado hasta 15 capas con espesores

variables de 0,50 á 3 metros. Contiene su carbón de 24 á 30 por 100 de materias volátiles.

La cuenca de Langeac está situada al Sur de la anterior y enclavada en el gneis. Aluviones y basaltos la cubren en muchos sitios. Tiene poca importancia y el carbón es impuro.

Las cuencas de Ahun y Bourgneuf están situadas al Noroeste del Macizo Central. Se apoyan en el granito y corresponden al estefaniense superior. En la cuenca de Ahun se presentan hasta 14 capas que representan 17 metros de potencia útil. Las capas inferiores dan un carbón seco que llega á contener sólo el 7 por 100 de materias volátiles. Las superiores dan un carbón graso con 25 por 100 de materias volátiles. La proporción de cenizas es muy elevada.

De menos importancia la cuenca de Bourgneuf, sólo contiene ocho capas delgadas de carbón impuro de 8 á 10 por 100 de materias volátiles.

La cuenca carbonífera de Aubin-Decazeville está situada al Suroeste del Macizo Central y tiene una forma triangular con la punta dirigida al Norte. Corresponde al estefaniense medio y superior y se apoya en pizarras con sericita y con intrusiones de granito y serpentina. Una parte de la cuenca aflora y otra está cubierta por depósitos del permiano, lías y terciario.

Se distinguen tres horizontes: el inferior ó de Auzits no tiene interés industrial. El medio ó de Campagnac es el más importante. Sus capas son muy irregulares. La más importante, llamada la Gran Capa, se presenta en bolsas lenticulares que á veces alcanzan una potencia de 30 metros. Muchas veces se ramifica.

El horizonte superior ó de Bourram se caracteriza también por otra gran capa que alcanza á veces espesores de 50 metros. Presenta esta capa la particularidad de tener intercalados entre el carbón lechos de carbonato de hierro, y éstos alcanzan algunas veces tanta importancia que la capa de carbón se transforma en un criadero de hierro explotable. En toda la cuenca se pueden suponer 54 metros de potencia útil. Contiene el carbón de 30 á 37 por 100 de materias volátiles.

Las cuencas de la Corrèze y las de St. Perdox y Rodez, próximas á la de Décazeville carecen de importancia industrial.

La cuenca de Carmaux Albi está situada al Suroeste del

Macizo Central. Corresponde á la base del estefaniense. Descansa sobre unas pizarras metamórficas llamado *terreno verde*. Está cubierta por depósitos terciarios en su mayor parte. Se conocen 10 capas con una potencia total de 30 metros. Contiene el carbón de 22 á 25 por 100 de materias volátiles.

A la base del estefaniense corresponde también la cuenca de Graissessac, situada al Sur del Macizo Central. Casi toda ella se presenta al descubierto apoyándose sobre el cambriano. Únicamente al Este desaparece bajo el permiano de Lodève. Se presenta el terreno hullero en islotes separados y rodeado de una pudinga allí sumamente desarrollada. La cuenquecita del Oeste tiene poca importancia, no así la oriental que constituye la cuenca del Graissessac propiamente dicha. Contiene unas 25 capas irregulares con potencias comprendidas entre uno y cuatro metros y con una potencia total aproximada de 65 metros. El carbón contiene de 13 á 25 por 100 de materias volátiles. Relacionadas con esta cuenca se presentan las de Roujan y Vigan, pero de poca importancia, á causa de su irregularidad motivada por la presencia de los basaltos.

La cuenca de Alais es, probablemente, la más importante del Macizo Central. Está situada al Sudeste de este macizo apoyándose en estratificación discordante sobre las micacitas de Cevennes. Aunque en algunos sitios aflora, en general está cubierta por depósitos secundarios discordantes. Es cuenca compleja, y á causa de sus accidentes geológicos su estratificación está mal conocida y mal determinada la relación de unas zonas y otras de la misma cuenca. Se pueden distinguir las cinco regiones siguientes: Besseges, Molières, La Grand'Combe, Laval y Rochebelle.

En la región de Besseges se conocen tres horizontes: el inferior ó de Feljas contiene de cinco á seis capas con potencia útil total de 4,50 á 6,40; el medio ó de Besseges contiene un número de capas muy variable. Oscila ese número entre 10 y 22, con potencias útiles totales de 10 á 20 metros. El horizonte superior ó de Gagnières lo forman 14 capas delgadas con ocho metros de carbón total. Las materias volátiles en esta región oscilan entre 12 y 32 por 100.

En la región de Molières y San Juan de Valeriscle existe un grupo de 22 capas delgadas con una potencia total de 16

metros. Contiene su carbón de 16 á 24 por 100 de materias volátiles.

La región de la Grand'Combe se puede considerar dividida en dos partes: la Grand'Combe propiamente dicha y Portes. Las capas varían mucho de unos sitios á otros. En Champelason se presenta una capa excelente de cuatro á cinco metros de espesor y otras pizarrosas. La proporción de materias volátiles varía de 8 á 25 por 100. En Portes, con carbón de 15 á 22 por 100 de materias volátiles, se presentan 10 capas con 14 metros de carbón en total.

En la región de Laval se conocen 13 capas con 17 metros de potencia útil total y con carbón de 14 á 20 por 100 de materias volátiles.

Y por último, en el grupo de Rochebelle, bastante alejado de los anteriores, se presentan 14 capas con 36 metros de potencia útil y con carbón de 10 á 20 por 100 de materias volátiles.

La cuenca de Aubenas corresponde al estefaniense inferior y tiene la particularidad de estar atravesada en su centro por el volcán extinguido de Sanjac. Es cuenca de poca importancia á causa de sus numerosos accidentes. El carbón contiene un 9 por 100 de materias volátiles.

Cuencas de los Alpes, los Maures, los Pirineos y Córcega.—En los Alpes franceses se presenta el carbón en las zonas del Briançonnais, Mont Blanc y el Delfinado. Corresponden generalmente al estefaniense; pero el Westfaliense está también representado. Están generalmente formadas las cuencas por tramos de arenisca con algunos lechos pizarreños y capas de antracita. Las de Briçannonnais y Mure parecen ser las más importantes. En la última se conocen cinco capas con una potencia útil total de 10 á 12 metros.

Los depósitos carboníferos de los Pirineos, Maures y de Osani, en Córcega, tienen muy escaso interés.

Cuencas ligníferas.

A diversos niveles de los terrenos secundarios y terciarios de Francia se encuentra lignito que ha sido reconocido en muchas localidades, pero en la mayor parte de ellas carece de interés industrial. Aparte de la cuenca de Fuveau de que nos ocuparemos á continuación, sólo la triásica de Norroy, la oligocena de Manosque en el valle de la Durance y la cenomanense de Bagnols merecen ser citadas.

La cuenca de Fuveau está situada al Norte de Marsella y está formada por los depósitos potentes del sistema fluvio-lacustre con que termina en aquella región la serie cretácea y da comienzo la numulítica.

En la base se encuentra el santoniense ó sea la parte más alta del emscheriano (senonense inferior) y encima se encuentra el Valdoniense, el Fuveliense con capas de lignito, el Begudiense, el Roñaciense y el Vitroliense. En todos estos tramos hay lignitos; pero industrialmente sólo en el Fuveliense. Esta cuenca se divide en tres regiones: la región de Fuveau, que es la sólo explotada; la central, comprendida entre Gardanne y el estanque de Berre, y la occidental.

En la región de Fuveau se conocen cinco ó seis capas de lignito con una potencia útil de dos á cinco metros. El lignito, suprimida la humedad, tiene de 40 á 45 por 100 de materias volátiles, 5 á 20 por 100 de cenizas y 5.500 á 6.000 calorías.

A continuación M. Delfine estampa unos cuadros sobre la producción en Francia y sobre sus reservas, y de ellos sacamos el siguiente agrupando algunas cifras:

RESERVAS DE LAS CUENCAS HULLERAS FRANCESAS EN MILLONES DE TONELADAS

DESIGNACIÓN DE LAS CUENCAS	Clase de carbón.	RESERVAS Á PROFUNDIDADES MENORES DE 1.200 METROS				Reservas á pro- fundidades entre 1.200 y 1.800 metros.
		Ciertas.	Probables.	Posibles.	Totales.	
Valenciennes.....	A2 B y C	3.790	3.010	2.720	9.520	2.580
Boulonnais.....	C	»	10	50	60	»
Orientales.....	B2 C	3	3	340	346	300
Del macizo armo- ricano.....	A1 B1 B2	1,7	11,5	29,5	42,7	»
Saint-Etienne.....	A2 B y C	136	275	274	685	90
Blanzy, Le Creusot y Bert.....	A2 B1 B3 C	59	100	500	659	»
Autun Epinac.....	B	1,2	8	50	59,2	»
Carmaux Albi.....	B2 B3	32	20	20	72	»
Gralsessac.....	A2 B1 B2	6	12,5	30	48,5	»
Alais.....	A2 B	73	370	515	958	»
Otras del macizo central.....	A B y C	99,4	70,6	267,2	437,2	»
Los Alpes.....	A1	2	3	100	105	»
Fuveau.....	D1	300	400	900	1.600	»
Otras ligníferas..	D	1	10,2	20,8	32	»
		4.504,3	4.303,8	5.806,5	14.614,6	2.970

Total de las reservas totales hasta 1.800 metros, 17.584 millones de toneladas, representando las reservas de lignito un 9 por 100 de esta cantidad.

Reino Unido de la Gran Bretaña é Irlanda.

Gran Bretaña.

El estudio de las reservas de carbón de la Gran Bretaña está hecho por el Subdirector de la Comisión Geológica de Inglaterra y Gales, Mr. A. Straham, F. R. S., y, según él manifiesta, está fundado en trabajos anteriores. En efecto, las reservas aprovechables de carbón de las Islas Británicas han sido estudiadas por dos Comisiones oficiales. Una de ellas tenía por objeto informar sobre varias materias relativas al carbón de la Gran Bretaña, y dió cuenta de sus trabajos en 1871, y la otra,

la Comisión de abastecimiento de carbón, informó en 1905. Los datos reunidos y las conclusiones sacadas por la Comisión de 1871 fueron cuidadosamente revisados en 1905, y los cálculos fueron modificados en conformidad con los informes que se habían obtenido en el intervalo. En el informe de Mr. Straham se han adoptado las consideraciones hechas por la Comisión de abastecimiento de carbón en 1905, teniendo en cuenta las modificaciones debidas á las exploraciones que se están llevando á cabo.

Las cuencas carboníferas fueron clasificadas por la Comisión de abastecimiento de carbón en dos grupos: unas, las que son visibles en la superficie juntamente con aquellas que, aunque ocultas por formaciones posteriores, han sido suficientemente exploradas para justificar una cubicación de sus reservas, y otras, aquellas que se cree fundadamente que existan, pero cuyos límites y reservas no son conocidos todavía. Estos dos grupos se les puede designar así:

- A. Cuencas no recubiertas y recubiertas bien investigadas.
- B. Cuencas recubiertas no bien investigadas.

Se observa en el trabajo de Mr. Straham mucha seriedad en los resultados, sin dejarse arrastrar, como en otros informes, por exageraciones y fantasías.

A. Cuencas no recubiertas y recubiertas bien investigadas.

Las cuencas comprendidas en este grupo se hallan en el Informe de la Real Comisión de abastecimiento de carbón.

La cantidad de carbón arrancada desde la fecha de ese informe hasta fines de 1910 se ha deducido en cada uno de los casos.

Los señores que componían la Comisión, para los fines de su informe, dividieron la Gran Bretaña en los seis distritos siguientes:

Distrito A: Sur de Gales, Monmouthshire, Bosque de Dean, Bristol y Somersetshire.

Distrito B: Staffordshire, Warwickshire, Leicestershire, Shropshire y una pequeña parte del Sur de Derbyshire.

Distrito C: Norte de Gales, Lancashire y Cheshire.

Distrito D: Yorkshire, Derbyshire y Nottinghamshire.

Distrito E: Northumberland, Durham y Cumberland.

Distrito F: Escocia.

DISTRITO A.—CUENCAS DEL SUR DE GALES

La cuenca principal del Sur de Gales que ocupa parte de los condados de Monmouth, Glamorgan, Brecknock y Carmarthen, forma un gran sinclinal y está rodeada por todos lados de afloramientos de rocas más antiguas, excepto en las bahías de Swanshea y Carmarthen, y en una pequeña parte de su límite Sur, cerca de Llantriseant.

El carbón varía desde la antracita (A_1) al carbón bituminoso (B_2). La región de antracita está situada cerca de los límites Noroeste y Oeste de la cuenca; en las partes Sur y Este de la cuenca, las capas, que son antracitosas en sus afloramientos de la parte Norte, se convierten en bituminosas en la parte Sur hacia el extremo Este del sinclinal.

La relativa distribución de los carbones antracita y bituminoso depende también de otra ley, que es allí de constante aplicación. En cualquier corte vertical se da generalmente el caso de que cada capa es más antracitosa que la de arriba.

El número de capas varía mucho, y su potencia útil total oscila desde 12,60 metros de carbón al extremo Este de la cuenca hasta 40 metros. Tiene unos 36 metros en las zonas Sur y Oeste de Glamorganshire.

Se han tenido en cuenta el carbón existente bajo el mar en las bahías de Swanshea y Camarthen. Las áreas con carbón de estas bahías la suponen juntamente de 20 millas cuadradas, y consideran un espesor de tres metros por término medio de carbón; por tanto, esta área contendrá unas 195.500.000 toneladas métricas.

Cuencas del Somerset y Gloucester.—La cuenca del Bosque de Dean está rodeada por todas partes por estratos más antiguos que los yacimientos de carbón, y en ninguna parte está oculto por estratos posteriores. Contiene 15 capas de 0,30 á 1,30 de espesor.

La cuenca de Bristol y Somersetshire, de una extensión de 238 millas cuadradas, tiene oculta en más de sus tres cuartas

partes por formaciones triásicas y jurásicas. La cuenca está dividida en dos tramos productivos, separados por uno estéril.

El tramo alto contiene unas 14 capas de más de 0,30 metros de espesor, con una totalidad de 7,80 metros de carbón.

DISTRITO B.—CUENCAS DE LA REGIÓN CENTRAL

La cuenca del Norte de Staffordshire ocupa 96 millas cuadradas, y está limitada al Nordeste por rocas más antiguas y al Noroeste por fallas que curvan las capas de carbón en profundidad, alcanzando honduras que las hacen inexplotables por bajo de las rocas triásicas. Al Sur las capas se introducen debajo de los casi estériles subtramos conocidos con los nombres de Etruria, Newcastle y Keele, y del permiano. Tiene una potencia útil total de 42 metros de carbón.

También la cuenca de Cheadle está limitada al Norte por rocas más antiguas; pero se extienden al Sur, en una distancia desconocida, por bajo de los estratos triásicos discordantemente sobrepuestos. Diez y siete capas, con un espesor total de 20 metros han sido reconocidos; pero sólo una persiste por todo el yacimiento, pues la mayoría son irregulares y desaparecen á menudo.

En la cuenca del Sur de Staffordshire el tramo con carbón se apoya, en estratificación discordante, en rocas silurianas, menos en su extremo Norte, donde se ha comprobado que se apoya en el carbonífero inferior.

Sobrepuetas á éste se presentan las margas rojas (grupo Etruria). Encima de éstas se hallan las areniscas (grupo Halesowen ó Newcastle, del Norte de Staffordshire), y en la parte superior, las areniscas rojas y margas (grupo Keele, conocido antiguamente por el nombre de Permian), y brechas de época dudosa. Sobre éstas están sobrepuestos los lechos de Bunter, Pebble. Ningún carbón de valor aparece en los grupos Etruria, Halesowen y Keele.

Es característico de la parte Sur de esta cuenca una gran capa procedente de la unión de varias que, en otros sitios de la misma cuenca y en otras cuencas, tienen bien determinadas su individualidad.

Existen en la parte septentrional de la cuenca 11 capas

de carbón, con una potencia en total de 20 metros, mientras que en la parte Sur existen seis con una potencia en carbón de 19,50 metros. Se supone á la cuenca un área total de 149 millas cuadradas.

La cuenca de Warwickshire comprende el tramo medio productivo y los subtramos Etruria, Newcastle y Keele, todos bien desarrollados; el carbonífero superior falta. Descansa directamente el tramo con carbón sobre estratos cambrianos. La totalidad del espesor de carbón se eleva á 12 metros.

En la cuenca de Leicestershire se presentan el carbonífero inferior y superior; pero en la zona Sur hay regresión, y los tramos productivos se apoyan sobre otras formaciones antiguas. La cuenca tiene una extensión total de 54 millas cuadradas. En la parte central existen 33 capas con una totalidad en carbón de 28,20 metros, y en el Sur existen 22 capas con 27,30 metros de carbón total.

Con el epígrafe de cuencas de Shropshire y Worcestershire incluyen las cuencas de Coalbrookdale, Bosque de Wyre, Shrewsbury, Titterston Clee, Brown Clee, Leebotwood y Dryton, que tienen menos importancia que las anteriores.

DISTRITO C

Las cuencas de Lancashire y Cheshire están limitadas en sus lados Este, Norte y Noroeste por afloramientos del carbonífero inferior, y en su lado Oeste por fallas que hacen aparecer rocas triásicas cuyo espesor es hoy desconocido.

El tramo productivo está discordantemente cubierto por arenas y calizas permianas, y por las areniscas de Bunter. Ocupa una extensión de 484 millas cuadradas, y á lo largo de su margen Sur hay una importante extensión, de unas 70 millas cuadradas, que están ahora en exploración.

El tramo medio productivo contiene, en la parte Norte de la cuenca, 15 capas con 14 metros de carbón en total; en la parte Sudeste, 19, con 21 metros de carbón, y en la parte Sudoeste, 21, con 2,25 de carbón. En el tramo superior, separado del anterior por lechos estériles, aparecen seis capas representando 4,20 metros de carbón. El tramo inferior tiene muy poca importancia.

Entre las cuencas del Norte de Gales, las de Flintshire y Denbighshire, están limitadas al Oeste por afloramientos de estratos precarboníferos; pero al Nordeste y al Este entran debajo de las rocas triásicas de Wirral y de la cuenca de Cheshire, respectivamente. Tienen un área de 103 millas cuadradas, de las cuales 47 corresponden á Flintshire y 56 á Denbighshire.

En Flintshire existen de 12 á 14 capas con un espesor total de 17,40 metros de carbón; en Denbighshire 17 capas con 18,3 metros de carbón en la parte N., pues en el extremo S. del criadero hay 16 capas con sólo 10,10 metros de carbón, perdiendo en calidad tanto como en espesor.

La cuenca de Anglesey contiene unas cinco millas cuadradas, y se le supone una potencia media en carbón de 1,30 metros.

DISTRITO D

Las cuencas de Yorkshire, Derbyshire y Nottinghamshire están limitadas al N. y O. por un afloramiento del carbonífero inferior, pero al SE. y E. entran por bajo de las formaciones triásica y permiana. Ocupan una extensión de 1.376 millas cuadradas. Además, en el cálculo de reservas probables se considera un aumento en la extensión de la cuenca de 760 millas cuadradas.

El número de capas conocidas es de 15 con una totalidad de 15,60 metros de carbón en el extremo N. de la cuenca, de 18 con 12 metros de carbón en la parte central, y de 21 con 15 metros de carbón en la parte S.

DISTRITO E

Las cuencas de Northumberland y Durham están limitadas al O. y SE. por afloramientos de rocas precarboníferas, pero entra al E. en una extensión desconocida por bajo de rocas permianas y bajo el mar. El área, oculta por rocas permianas, se supone de 125 millas cuadradas, el área, que se extiende hasta una línea trazada á tres millas de distancia paralelamente á la costa, es de 136 millas cuadradas, y el área de la cuenca visible es de 588 millas cuadradas.

Existen 20 capas, con un espesor total de 17,70 metros de carbón. En el carbonífero inferior existen de seis á ocho capas, con una totalidad de 5,40 metros de carbón, pero se presentan con mucha irregularidad.

La cuenca de Cumberland está limitada en su lado SE. por afloramientos del carbonífero inferior. Al S. el límite está formado por una gran falla que tiene dirección SO. y por la cual las rocas del carbonífero inferior se presentan frente á las capas productivas. La falla es de época anterior al permiano, puesto que pasa por debajo de los depósitos de este terreno sin desviarlos.

El número de capas varía desde 10 con un espesor total de 7,80 metros en la parte N. de la mina, á 20 con un espesor total de 17,1 en la parte central y á 11 con una totalidad de 13,50 en la parte S. Capas laborables aparecen solamente en el tramo productivo.

El área total, comprendiendo la situada debajo del mar hasta una distancia de 12 millas de la costa, es de 150 millas cuadradas.

La cuenca de Ingleton en Yorkshire está limitada al NE. por una gran falla que hace asomar á la superficie rocas antiguas y á los otros rumbos por afloramientos del carbonífero inferior. Contiene unas ocho capas, con un total de cerca de ocho metros de espesor de carbón.

Cuencas recubiertas, no bien investigadas.

Los cálculos respecto á este grupo de cuencas fueron objeto de un informe hecho en 1905 por un Comité Geológico, formado por miembros de la Real Comisión de abastecimiento de carbón. Mr. Straham ha hecho algunas modificaciones sobre las conclusiones entonces formuladas, siendo la más importante la inclusión de un cálculo sobre las reservas de la cuenca de Kent y una reducción de la reserva probable de la zona del O. del yacimiento carbonero de Yorkshire.

La cuenca de Kent está oculta por rocas cretáceas y jurásicas con un espesor medio de poco más de 700 metros. Sus límites precisos no se han determinado todavía, pero se sabe

que se extiende al S. de Dover y que su límite debe pasar al N. de un sondeo emplazado en Brabourne. Su borde N. ha sido localizado por un sondeo en Ebbsfleet. Por el O. es conocido su límite. Al E. se extiende por debajo del mar á una distancia desconocida, y para la fijación de los cálculos se ha trazado un límite arbitrario paralelo á la costa y á cuatro millas de distancia.

El área así bosquejada se eleva á 150 millas cuadradas en la tierra y 56 debajo del mar. Los datos para la cubicación son muy hipotéticos.

La existencia de una cuenca en Oxford y Gloucestre se funda solamente en el resultado de dos sondeos: uno que cortó carbón á 355 metros y otro á 306 metros. Son secundarias las rocas que las recubren.

Las cuencas de Warwick, Stafford, Worcester y una parte de la de Cheshire fueron objeto de investigaciones que dieron por resultado cortar el triás en estratificación discordante, luego el permiano y luego las series Newcastle y Etruria del carbonífero.

A la cuenca del N. de Staffordshire se la supone una superficie de 86 millas cuadradas, se la calcula el carbón á profundidades no superiores á 1.200 metros y se la considera un espesor total de carbón de 18,90 metros.

Entre la cuenca del Sur de Staffordshire y las del bosque de Wyre y Coalbrookdale, se supuso la existencia de cuencas explotables pero el conocimiento de ellas es extremadamente limitado y su cubicación muy aventurada.

Entre la cuenca del Sur de Staffordshire y las de Warwick y Leicester se calcula una extensión de 292 millas cuadradas con un probable espesor de 10,5 metros de carbón total.

La cuenca de Cheshire yace entre los depósitos de carbón visibles de Denbighshire, Norte de Staffordshire y Lancashire. En su parte central, aunque no es improbable que existan capas de carbón, el espesor de las formaciones que yacen sobre ellas parece ser un obstáculo á su explotación. Hacia los bordes de la cuenca pueden existir pequeños trozos explotables, cuyo carbón se ha tenido en cuenta en la cubicación de reservas probables.

Sólo un sondeo profundo se ha efectuado para la investi-

gación de las cuencas de Chester, Wirral y Liverpool. Se ejecutó en Heswell, cortando el triás y luego el carbonífero inferior. De ciertos trozos de esas cuencas se ha incluido su cubicación en el epígrafe de reservas posibles, por reunir condiciones especiales.

La importancia de las cuencas de Yorkshire, Derbyshire y Nottinghamshire, está relacionada con la existencia de un gran sinclinal, cuya posición no está determinada. En la parte occidental de este sinclinal dió lugar á las cuencas del primer grupo estudiadas en el lugar correspondiente. Las cuencas de la parte oriental de ese sinclinal no están todavía investigadas, pero fundándose en los datos existentes se ha llegado á una cubicación de las reservas probables. Los terrenos que las recubren son permianos, triásicos y jurásicos.

En las cuencas del valle de Eden y Estrecho de Solway hay razón para creer que el carbón pueda ser explotable en unas 40 millas cuadradas en el terreno que yace al lado N. de la falla límite septentrional de la cuenca de Cumberland; y así se ha tenido en cuenta en la cubicación.

Escocia.

Después de estudiar los dos grupos de cuencas en Inglaterra y Gales, pasa Mr. Straham al estudio de los mismos en Escocia.

Resulta que en este último país no sólo se presenta el carbón en el tramo que puede llamarse productivo como pasa en Inglaterra y Gales, sino también en la caliza carbonífera y aunque muy escasamente en la formación de arenisca calcífera infrayacente. Resulta, sin embargo, que de toda el área ocupada por el carbonífero, hay que descontar muchas zonas estériles y entre ellas la ocupada por el Millstone Grit que es escasísimo en carbón.

Los cálculos de las reservas de carbón han sido hechos para la Real Comisión de abastecimiento por Mr. J. S. Dixon y se ha descontado las cantidades extraídas en los últimos años.

Los carbones son generalmente de carácter bituminoso

(B₂ y B₃), pero en Ayrshire, Lanarkshire y Stirlingshire aparece antracita.

En la zona de Clackmann, Perth, Fife y Kinross se presentan capas de carbón en el tramo productivo, en el Millstone Grit, en la caliza carbonífera y en la formación de arenisca calcífera. En la cuenca de Fifeshire, 20 capas de más de 0,30 metros de espesor, con una totalidad de 19,50 metros de carbón, están reconocidas.

En las calizas carboníferas las capas tienen un espesor en carbón de 11 metros, pero no son aprovechables en ninguna parte. En el tramo de las areniscas existen dos capas laborables, pero sólo con importancia local.

En Calackmannshire el tramo productivo contiene 17 capas, sumando 15 metros de espesor, mientras que las capas de la caliza carbonífera arrojan 6,90 metros.

Por bajo del mar, en el estrecho de Forth, la cuenca con carbón forma un sinclinal que se extiende á través del estrecho en dirección N-S. Sus límites probables fueron investigados, dando por resultado mostrar que el área productiva se extiende en unas 130 millas cuadradas y contiene todas las series de las formaciones carboníferas de Escocia. Las series más altas en las costas de Fifeshire contienen 20 capas, suponiéndosele, en total, un espesor de 12 metros. Las series más bajas en la misma costa dan un espesor medio de 10,5 metros. Con estos datos se ha efectuado el cálculo de la cubicación de esta cuenca.

En el condado de Liulithgowshire el tramo productivo contiene cuatro capas, sumando tres metros de espesor en carbón, y la caliza carbonífera contiene de cuatro á seis capas, arrojando 3,50, aproximadamente, de potencia de carbón.

Las cuencas de Edimburgo, Hadditon y Peebles, por el número y espesor de las capas, superan á cualquiera otra de Escocia. En él están representadas las series alta y baja, conteniendo la primera 15 capas con una totalidad de 12 metros de espesor, y las segundas, 22 capas, con un espesor total de 19,5 metros. Las series de arenisca calcífera contienen dos capas de 0,60 y 1,20 metros de espesor, respectivamente, de calidad más bien inferior.

En Stirlingshire hay 13 capas con 10,20 metros de espesor

total, presentándose, además, en la caliza carbonífera 10 á 15 capas, con un total aproximado de seis metros de carbón. En Dumbartonshire sólo aparecen los carbones en la caliza carbonífera. Se presentan irregularmente y en lechos delgados.

En Lanarkshire, los yacimientos de carbón ocupan una gran área y en el centro del distrito hay siete capas con una totalidad de siete metros de espesor de carbón, y bajo éstas, cuatro más delgadas con un total de tres metros de carbón. En la caliza carbonífera representa un total de 1,80 metros de carbón en capas delgadas.

En Renfrewshire todos los filones pertenecen á la caliza carbonífera; hay siete capas con un total de 4,80 metros de carbón.

La cuenca de Ayrshire, tiene la particularidad de haber sido destruído parte de su carbón por rocas ígneas, sin embargo, tiene relativa importancia.

En Dumfriesshire los yacimientos de carbón descansan directamente sobre rocas precarboníferas.

En Canoprebie los yacimientos productivos de carbón tienen encima, hacia el Sur, arenisca roja improductiva y pizarras, y sobre éstas, arenisca triásica discordantemente sobrepuesta. No está completamente investigada.

En Argyllshire y Buteshire (islas de Arran) también aparecen diversas cuencas pequeñas que se han tenido en cuenta en la cubicación.

Por último, la cuenca de Sutherlandshire tiene interés citarla por pertenecer al período jurásico.

Irlanda.

El estudio de las reservas de carbón de Irlanda ha sido llevado á cabo por Mrs. Grenville A. J. Cole y E. ST. John Lyburn y presentan varios mapas y planos.

Las cuencas irlandesas son correspondientes al terreno carbonífero, y todas, excepto la de Tyrone, se apoyan sobre terrenos más antiguos y no están recubiertas por terrenos más modernos.

Parte de estas cuencas que se atribuían al tramo hullero productivo se han referido últimamente al Millstone Grit, y

aun á más bajos horizontes; presentándose, por tanto, el carbón análogamente á lo que sucede en Escocia, en casi todos los pisos del carbonífero.

La poco extensa cuenca de Ballycastle está situada en la costa Norte de la comarca de Antrim y las capas pertenecen á la formación de la caliza carbonifera de Inglaterra. Han calculado para la cubicación un espesor medio en carbón de 0,90. El carbón corresponde á la clase B₂.

La cuenca de Tyrone está recubierta por el triásico y dividida en dos partes: una Sur, cerca de Dungannon, y otra al Norte, cerca de Coalisland. En la primera, las capas de carbón se consideran pertenecientes á los bancos inferiores del tramo productivo y se conocen dos capas con un espesor total de 1,50 á dos metros.

La cuenca de Coalisland se supone pertenece á la base y medio del mismo tramo productivo y es más importante. El espesor en carbón se calcula en 13 metros aproximadamente. La clase del carbón corresponde á B₂ y B₃. Es prolongación al N. de la cuenca de Coalisland, la poco extensa de Annaghone.

En las proximidades del lago Allen se presenta otra cuenca con carbón en las comarcas de Sligo, Leitrim y Roscommon. Pertenece al Millstone Grit y al productivo inferior y se divide la cuenca en dos zonas: Arigna al Oeste del lago, y Slieve-and-Terin al Este. Se presentan de dos á tres capas de no gran espesor y con carbón de la clase B₂.

La cuenca de Leinster es la más extensa de Irlanda, ocupa unas 95 millas cuadradas. Forma un gran sinclinal abarcando las comarcas de Kilkenny, Carlow y de la Reina. Pertenece geológicamente al tramo productivo inferior y medio. Debido á su extensión es la cuenca con más reservas entre las de Irlanda. Su carbón es antracita.

La cuenca de Tipperary ó Slieveardagh pertenece al productivo medio y tiene mucha relación con la de Leinster. Presenta dos capas, de pequeño espesor, de antracita.

En otros sitios al Oeste y Suroeste de Slieveardagh se presentan afloramientos de carbón que sólo tienen un interés local.

A continuación damos un cuadro general de las reservas de las islas Británicas con los cuadros parciales dados en los diferentes trabajos sobre ellas:

RESERVAS EN TONELADAS METRICAS

CUENCAS	Clases de carbón.	HASTA 4.000 PIES		DE 4.000 A 6.000 PIES.	TOTALES
		Actuales.	Probables.		
Distrito A	A ₁ B	40.476.010.479	208.500.000	2.267.847.000	42.952.357.479
» B	B ₂ B ₃	11.560.898.029	»	»	11.560.898.029
» C	B ₂ B ₃	8.201.141.907	»	»	8.201.141.907
» D	B	40.254.216.885	14.853.600.000	985.000.000	56.092.816.885
» E	B	13.243.295.624	1.211.800.367	»	16.973.095.996
Cuencas recubiertas, no investigadas.....	»	»	18.710.100.000	2.955.000.000	30.401.600.000
Escocia	A ₁ B	21.376.493.624	»	1.685.000.000	23.061.493.624
Irlanda	A ₁ B	180.506.000	1.110.840.000	»	291.346.000
		135.302.562.553	30.094.940.36	7.892.847.000	189.514.749.920

Bélgica.

El estudio de las reservas hulleras de Bélgica ha corrido á cargo de Armand Renier. No puede darse trabajo en donde mejor se aúnen la concisión y la claridad. No presenta al final cuadro detallado de cubicación, pero hace preciosas consideraciones sobre tectónica, estatigrafía, calidad y cantidad de carbón de las cuencas belgas.

La explotación carbonera, siempre grande, de este país ha sido una de las principales causas de su enorme desarrollo industrial pero, hoy día, aunque no haya decrecido, no es suficiente, sin embargo, para que siga el creciente incremento que en todo el mundo ha experimentado; así resulta que, desde 1906, las importaciones de hulla cruda han sido superiores á las exportaciones, influyendo en que unas y otras sean mayores, el que la producción nacional no es adecuada á su consumo, pues hacen perentoria falta en la industria belga carbones con fuerte proporción de materiales volátiles, que no producen sus minas en la cantidad necesaria.

El terreno hullero de la Bélgica constituye las últimas formaciones que desde el principio de los tiempos devonianos se han ido acumulando sobre la cordillera caledoniana de La Ardenne, que entonces ocupaba la totalidad de la Bélgica y que estaba formada por terrenos cambrianos y silurianos.

Sobrevinieron luego los movimientos hercinianos con dirección aproximadamente Este-Oeste, que han sido los que más han contribuído á dar á la cordillera el relieve que hoy tiene, y que motivaron numerosos pliegues y fallas, dando por resultado que el terreno hullero constituya el núcleo de los sinclinales.

Fué barrida gran parte de La Ardenne durante el régimen continental subsiguiente, y después, en los períodos secundario y terciario, el mar se extendió por ella, acumulando grandes depósitos.

Y, por último, durante los últimos períodos del terciario fué tan intensa la denudación, que hicieron desaparecer, en la zona situada al Sur del gran valle formado por el Sambre y el

Mosa hasta los confines de la Lorena, los terrenos postpaleozoicos que la recubrían.

Acompaña al trabajo un plano con la distribución geográfica de las cuencas hulleras.

Existen en Bélgica tres grupos de yacimientos hulleros: uno al Sur de Bélgica, constituido por pequeñas cuencas aisladas, situadas á lo largo del gran sinclinal devoniano-carbonífero, correspondientes al tramo dinantiense. Son cuencas escasamente explotadas, y no insistiremos sobre ellas.

Otro grupo lo constituyen las cuencas actualmente en explotación, y que están alineadas según la dirección de los valles de los ríos Haine, Sambre y Mosa, constituyendo el sinclinal de Namur. En este grupo se distinguen las cuencas de Couchant de Mons, del centro, Charleroi, Bajo Sambre, Ardenne, Huy, Lieja y Seraing, y las planicies de Herve.

El tercer grupo lo constituye la cuenca de La Campine, situada al Norte de Bélgica, descubierta en 1901 y reconocida hoy por muchos sondeos y con varios pozos maestros en perforación

Parece que no se unen las cuencas que constituyen los dos últimos grupos por haberse encontrado en sondeos los terrenos silurianos y cambrianos. El límite Norte del grupo Haine-Sambre-Mosa está en la parte occidental bien determinado; no así en su parte oriental ni en el límite Sur de dicho grupo. No se conocen tampoco bien los límites del grupo Campina.

Dividen el westfaliense, que es el tramo á que corresponden los dos grupos anteriores, en los cinco subtramos siguientes de arriba á abajo: Flenu, Charleroi, Chatelet, Ardenne y Chokier. Los dos primeros, ricos en carbón; los dos segundos, pobres, y el último, estéril. En Campina se han encontrado los cuatro primeros.

Las capas de hulla son delgadas; en general, alcanza la potencia de alguna, como máximo, 1,50 á 2 metros. El espesor mínimo para explotar una capa es de 0,30, pero siempre que se presente en circunstancias favorables.

El subtramo de Flenu contiene hasta 68 capas, con una potencia total de 36 metros; el subtramo de Charleroi varía mucho de unos sitios á otros en su número de capas y en la potencia de éstas.

Las hullas belgas son muy variables en calidad, análogamente á lo que sucede en Asturias. Hay desde hullas antracitosas, con 16 por 100 de materias volátiles, hasta carbones de larga llama, con 36 y 40 por 100 de materias volátiles. Se ha observado que la proporción de materias volátiles sigue una ley de variación, siguiendo las tres dimensiones de la cuenca. Según la dirección de la cuenca, se observa que existen núcleos donde la proporción de materias volátiles es máxima, y que decrece dicha proporción de un modo regular á partir de ellos. Parecen coincidir estos núcleos con las partes de cuenca más profundas. Según la vertical, la proporción en materias volátiles crece de la base á la parte alta de la cuenca. Según la dirección normal á la orientación general de la cuenca, la proporción de materias volátiles crece del Norte hacia el Sur de un modo regular; pero se observan saltos bruscos al paso de las fallas longitudinales.

Trata luego M. Renier de la tectónica de la comarca; pero nosotros no hemos extractado este capítulo, porque creemos no encajaría en la índole de este resumen.

No considera M. Renier para la valuación de las reservas hulleras de Bélgica, nada más que los grupos de cuencas de Haine-Sambre-Mosa y la de La Campine.

Considera que han sido explotadas, hasta 1912, 1.250 millones de toneladas en Bélgica.

Hoy día, los principales recursos de Bélgica están en la cuenca de La Campine. Considera en la provincia de Limburgo una existencia de 7.000 millones de toneladas, 360 de más de 30 por 100 de materias volátiles, 290 de 18 á 30 por 100 y 50 de hullas semigrasas. En la provincia de Amberes supone existen 100 millones de toneladas; es decir, un total en La Campine de 8.000 millones, considerando una profundidad de explotación de 1.500 metros.

En la cuenca de Haine-Sambre-Mosa calcula una existencia de 3.000 millones, encontrándose las principales reservas en la zona de Hainaut.

Resulta, pues, que calculan en 11.000 millones las reservas en carbón de Bélgica, siendo una gran parte de estas existencias carbones para cok y gas.

Holanda.

El estudio de las cuencas carboníferas de Holanda es debido al Director del Instituto que tiene por objeto hacer los estudios para la exploración geológica de aquel país, Mr. A. J. M. Van Waterschoot van der Gracht.

La superficie de la tierra holandesa está recubierta en su mayor parte por arenas diluviales, grava y arcillas, que recubren otros depósitos más antiguos, y entre los que ocupan una parte las cuencas permocarboníferas.

Corresponde el terreno abarcado por Holanda á un gran geosinclinal que forman los terrenos paleozoicos, conteniendo bastantes senos hulleros; éstos se extienden formando una faja oblicua desde el Sur de Rusia á Silesia, Westfalia, Holanda, Bélgica, Norte de Francia, Inglaterra y probablemente formando una parte del fondo del Atlántico.

Estas cuencas carboníferas están interrumpidas por fallas que hacen asomar los estratos inferiores, constituyendo, pues, en vez de una banda seguida, varios bloques, que son los que se buscan, naturalmente, con las exploraciones.

Actualmente en Holanda, la cubicación de las reservas de carbón tiene que ser problemática, pues fuera del extremo Sudeste del país, donde existen algunas minas en explotación, lo demás está en pleno período de exploración.

Los trabajos de reconocimiento han dado por objeto encontrar dos cuencas importantes y en condiciones de buena explotación. Una, situada en el Limburgo meridional, y ha sido comprobada en 22.500 hectáreas, y otra, al Sur de Peel, con un área reconocida de 16.600 hectáreas.

La primera es prolongación al Este de la cuenca belga de La Campina, y en ella están comprendidos los pueblos de Kerkrade, Heerlen, Schinnen, Geleen y Sittard. Existen varias concesiones mineras, habiéndose reservado el Gobierno una extensión de 18 000 hectáreas, en donde existe carbón de todas las clases. La cubicación de esta cuenca la insertamos al final, en un cuadro resumen.

Existen todas las clases de carbón, desde el seco con menos

Se inserta últimamente, en el trabajo sobre las reservas de carbón de Holanda, una bibliografía referente á dicha materia.

Alemania.

Para el estudio de las cuencas carboníferas del imperio germánico, han dividido éste en varias regiones, encargándose de hacer las memorias parciales de cada una, varios profesores del Instituto Geológico de Berlín y de otros Institutos del Imperio.

El Sr. H. E. Böker publica un estudio de las cuencas de Pfalz-Saarbrücken y de la Lorena; los Sres. Krusch y Wunstorff tratan de los distritos carboneros de la orilla izquierda del Rhin; los Sres. P. Kukuk y Dr. L. Mintrop describen el distrito de Westfalia, situado sobre la derecha del Rhin; el estudio del distrito carbonífero de la Silesia inferior es debido al ya citado Sr. Böker; la memoria sobre los yacimientos de la Silesia superior va firmada por los Dres. R. Michael y W. Quitzow; los carbones de Sajonia los detalla el Dr. Pietzsch; el doctor Koehne describe los depósitos de las molasas de Baviera superior; los lignitos de Baviera son estudiados por el Dr. F. Munichsdorfer; los yacimientos de Hessen, por el Dr. A. Stener, y, por último, el estudio de los distritos pequeños y lignitos prusianos es debido al mismo Böker.

Ya desde 1910 y como consecuencia del estudio sobre las reservas de hierro del mundo se están haciendo estudios detallados sobre las reservas de carbón de Alemania; en estos trabajos dividían las distintas clases de reservas en tres categorías, según se hallasen á una profundidad menor de 1.000 metros, comprendida entre 1.000 y 1.200 metros y comprendida entre 1.200 y 1.500 metros; pero habiéndose decidido en 1911 considerar el estudio de las reservas mundiales de carbón como principal tema del XII Congreso Geológico, considerando éstas hasta una profundidad de 2.000 metros, se ha añadido una cuarta categoría á las anteriores que comprende las reservas que se encuentran entre los 1.500 y 2.000 metros de profundidad.

Al considerar la reserva total en Alemania, se ha añadido para los distritos más importantes, en los cuales las capas tie-

nen mayor continuidad y varía menos su potencia, aquellas de muy poco espesor hasta 30 centímetros, que no se considera como explotable actualmente; pero que deben de considerarse como reserva para el día en que se perfeccionen los actuales medios de explotación.

Las capas actualmente explotables tienen hasta una profundidad de 2.000 metros, 290,163 millones de toneladas, ó sea un 70 por 100 de la reserva (409,975 millones de toneladas), que se obtiene calculando como explotables todas las capas de más de 30 centímetros.

También tienen mucha importancia la distante profundidad en que se encuentran las reservas, tanto del grupo A como del B. Un 34 por 100 del total de las reservas de Alemania (hasta 2.000 metros de profundidad) se hallan á menos de 1.000 metros de profundidad. Entre 1.000 y 1.200 metros se encuentra un 10 por 100 del total y el resto se halla entre 1.200 y 2.000 metros.

Con los actuales medios técnicos y económicos de explotación no se puede calcular que en los próximos decenios se lleve á la explotación de hullas que estén á una profundidad mayor que 1.200 ó todo lo más 1.500 metros; en estas profundidades encontramos que hasta los 1.200 metros se halla el 48 por 100 de las reservas totales de hulla y hasta la profundidad máxima que se puede alcanzar en los próximos decenios, ó sea 1.500 metros, hay un 67 por 100 del total; es decir, que se encuentra un 33 por 100 del total de las reservas de Alemania en la cuarta categoría, situada á una profundidad comprendida entre 1.500 y 2.000 metros.

Si consideramos las reservas de carbón desde el punto de vista del tanto por ciento que corresponde á cada uno de los grupos en que se han dividido estas reservas, no considerando más que los carbones explotables en la actualidad, ó sea que las reservas son de 290,163 millones, vemos que corresponde un 25,85 por 100 á la primera clase, un 52,92 á la segunda clase (reserva probable) y un 21,23 por 100 á la tercera clase (reserva posible).

Si consideramos como explotables todas las capas de más de 30 centímetros, queda reducido á un 23,14 por 100 la cantidad de la reserva del primer grupo.

La relación de las reservas de la clase primera á la de la clase segunda y tercera, ó sea á su suma, aumenta, como es natural, con la profundidad á que se explotan las capas; pues actualmente únicamente se explota una pequeña parte y eso, relativamente, á poca profundidad del total de las cuencas huileras. Así, hasta una profundidad de 1.200 metros las reservas actuales son próximamente dos terceras partes del total de las reservas probables y posibles. Esta relación en la categoría tercera es de una quinta parte y en la categoría cuarta no pasa de una novena parte. Estudiando el cuadro de las reservas de carbón de Alemania, se ve que según aumenta la profundidad aumenta la importancia de los yacimientos de Westfalia. Hasta una profundidad de 1.000 metros contiene esta cuenca una tercera parte de las reservas, mientras que entre 1.500 y 2.000 metros contiene un 70 por 100 de las reservas de carbón. Si se considera el total hasta la profundidad de 2.000 metros entonces tiene un 52 por 100 del total de las reservas alemanas. En el otro distrito más importante de Alemania, el de la Silesia Superior, ocurre lo contrario. Hasta los 1.000 contiene un 60 por 100 del conjunto de las reservas alemanas, mientras que en la cuarta categoría no contiene más que una cuarta parte de estas reservas, y considerando el conjunto hasta 2.000 metros contiene dos quintas partes del total de las reservas alemanas. Los demás distritos son de menos importancia y sus datos no ofrecen tanto interés.

Una de las cuestiones más importantes relacionadas con estas reservas es la relación entre ellas y el consumo actual para poder determinar si hay peligro de que en un tiempo más ó menos próximo lleguemos á una falta de carbón, como también se ha hablado de una falta de hierro ó de una falta de fósforo.

La vida de cada una de las cuencas carboníferas es natural que dependa de la relación entre sus reservas y la importancia de su producción. Debemos comparar las reservas que actualmente se pueden explotar y la producción considerando el aumento natural que ha de tener ésta en los años venideros. Variando los dos factores de este problema es muy difícil fijar concretamente esta relación. Además, estos factores varían en relación con una cantidad tal de problemas, que hace suma-

mente difícil el poder señalar su variación. Se ha visto que todos los cálculos que se han hecho señalando tal ó cual aumento en la producción de un distrito, han resultado completamente erróneos y es imposible en la actualidad señalar, ni aun aproximadamente, si el distrito X va á tener una vida más ó menos larga. Los autores de esta memoria no han querido, por lo tanto, señalar en cifras el número de años ó de siglos que se puede calcular ha de tener de duración cada uno de los distritos alemanes.

Distrito de Saar.

Los datos más antiguos relativos á este distrito se tienen del año 1420; pero hasta el año 1750, al apoderarse los Señores de las minas, no tuvo importancia su explotación. En la Lorena alemana se ha demostrado, por un gran número de sondeos emprendidos desde el año 1816 hasta el 1910, la gran extensión del carbonífero productivo; pero únicamente en las últimas decenas de años se ha llegado á una explotación importante. Los depósitos de Saar se encuentran en una antigua cuenca limitada al Norte por el devoniano y al Sur por las rocas cristalinas de las montañas del Saar. Se apoya el carbonífero sobre el devoniano, y como ha demostrado Leppla, también sobre estratos predevonianos. Las capas carboníferas más antiguas que se conocen en este distrito pertenecen á la parte media del carbonífero superior. No saben, sin embargo, si se encuentra en alguna parte más profunda de la cuenca Saar el carbonífero inferior ó la parte inferior del carbonífero superior llamado piso de Waldeburger. La cuenca que probablemente estuvo abierta en el período carbonífero por sus dos partes más estrechas ha tomado en su parte SO., que actualmente corresponde al territorio francés, mayor buzamiento que al NE. en la región del Rhin. No se han encontrado capas marinas en el distrito estudiado cuidadosamente durante largos años; pero, sin embargo, tampoco se parece á las cuencas de la planicie central francesa, y, por tanto, debe considerarse más bien por su gran extensión y caracteres petrográficos como un término medio entre ambas clases de cuencas.

Únicamente tienen importancia cuatro grupos de capas llamadas en el distrito: grupo de carbones secos, grupos de carbones de llama del techo y del muro y grupo de carbones grasos. El total del espesor explotable de carbón en la primera es de unos 2,5 á 3 metros, en los estratos Ottuweiler de 600 metros de potencia. En las tres clases restantes varía mucho la relación entre la parte de las capas explotables y no explotables. Sin embargo, la suma total de los espesores de carbón en la parte más angosta de la cuenca del Saar es casi constante de 127 metros. Ahora bien, la parte explotable varía entre términos muy grandes, llegando en algunos sitios al 33,7 por 100, mientras que en otros no pasa del 1,71 por 100.

COMPOSICIÓN DE LOS CARBONES

	Ceniza.	Calorías.	Carbono.
Carbones secos	9,80	7 605	77,81
» de llama del techo	6,65	7.813	79,32
» de llama del muro	5,17	8.040	81,16
» grasos.....	5,04	8.429	84,72

Las clases de carbones de las capas del distrito del Saar varían entre límites muy extensos. Su peso específico oscila de 1,24 hasta 1,30. El coeficiente de coquización varía en las distintas clases de carbón del 43 al 92 por 100, sin que dependa esta relación de su edad geológica.

La producción total de cok en el distrito durante el año 1910 fué de 1.600.000 toneladas, de las cuales corresponden próximamente 1.000.000 á la Lorena, obteniéndose casi todo el cok de los carbones grasos.

Distritos de la orilla izquierda del Rhin.

Los distritos de la orilla izquierda del Rhin son continuación del distrito de Westfalia y comunica éste con los del Sur de Holanda, Bélgica y Norte de Francia.

Aunque ya se sabía desde la mitad del siglo pasado que los dos distritos de ambas orillas del Rhin se comunicaban por

debajo de él, hasta que se llegó á un período de grandísima actividad en los sondeos á grandes profundidades en los últimos años del siglo pasado y primeros de éste, no se llegó á conocer la importancia de este distrito dividido en tres regiones por el profesor Krusch que las designa con los nombres de Nord-Crefeld, Brügggen-Erkelenz é Inde-Wurm con una extensión de 828, 226 y 250 quilómetros cuadrados. En estos distritos han tenido gran importancia las fallas transversales que han trastornado profundamente los estratos en gran número de sitios. La mayor parte del carbonífero está recubierto por depósitos terciarios, mientras que apenas se encuentra la formación cretácea que tanto abunda en los distritos de la otra margen del río.

Esta circunstancia tiene una gran importancia práctica, pues se encuentran grandes espesores de arena acuifera movediza en los depósitos terciarios que han hecho necesario el empleo de métodos especiales de profundización de pozos con un elevado coste; esto produce condiciones técnicas tan distintas para la explotación de estos depósitos, que ha habido que tenerlas en cuenta al considerar las reservas de carbón explotable. En la primera región se encuentran carbones secos, grasos y de gas.

El piso de carbones secos tiene un espesor de unos 1.200 metros, de los cuales 320 productivos, con un espesor medio de carbón de 9,6 metros repartidos entre 13 capas. El piso de carbones grasos tiene 250 metros de potencia, 14 capas y 14 metros de potencia de combustible. El piso de carbones de gas tiene 340 metros de espesor con seis capas de un espesor total de siete metros. En la región segunda se han encontrado las capas de carbones secos y grasos de la primera, aunque no puedan relacionarse con exactitud los estratos de ambas regiones. El espesor de carbón varía de unos á otros sitios, pues si en uno hasta los 300 metros de profundidad se puede contar con ocho metros de carbón, en otros hasta los 400 no se encuentra más que un metro del mismo combustible. En la tercera región se han dividido los carbones en los mismos tres grupos. El piso de carbones secos tiene 380 metros de potencia, con una potencia de carbón que frecuentemente llega á 15 metros. El piso de carbón de llama tiene 200 metros de potencia y contiene 3 de carbón. El tercer piso tiene 300 metros de potencia, con 5,5 metros de carbón.

Distrito de la orilla izquierda del Rin y Westfalia.

El conjunto de este distrito buza unos cinco á siete grados hacia el Norte y aunque se puede señalar sus límites en la parte Este, Oeste y Sur, hacia el Norte siempre que se ha profundizado bastante en los sondeos se han llegado al carbonífero, no pudiendo, por lo tanto, señalarse el límite por este rumbo, aunque es natural que llegue á profundizar debajo de la planicie del Norte de Alemania lo bastante para hacerle inexplorable aun en un plazo muy lejano. La formación carbonífera se divide en carbonífero inferior con caliza carbonífera y culm, y en carbonífero superior con carbonífero productivo é improductivo, habiendo completa concordancia estratigráfica tanto entre unas y otras divisiones como con el devoniano infrayacente. Se encuentran carbones secos, grasos, de gas y de llama de gas. El espesor total del carbonífero productivo varía entre 2.650 y 3.230 metros. El número de capas explotables oscila entre 30 y 63. Contando todas las capas cuyo espesor pasa de 0,30, hay otros 1.000 de formación carbonífera en la cual se encuentran capas de carbones de llama de gas, llegando, por lo tanto, el total del carbonífero productivo á unos 4.000 metros.

La mayor parte del distrito está recubierto por distintos pisos del cretáceo superior y por un espesor pequeño de diluvial. En el Nordeste se encuentran, además, algunas manchas del triás y del dyas, este último conteniendo sales explotables de sodio y potasio.

La cuenca carbonífera de la Silesia Inferior.

Esta cuenca tiene una importancia más pequeña en relación con las demás cuencas prusianas. Forma una cuenca completamente cerrada por rocas más antiguas con una forma casi elíptica. Parte de ella está situada en Austria. Se encuentran todos los pisos del carbonífero y todos con capas de carbón, aunque su importancia industrial varía entre grandes límites. El espesor medio de la mayor parte de las capas explotadas

varía entre 0,8 y 1,5 metros, llegando excepcionalmente hasta 3 y 4 metros. No se pueden clasificar las capas por su clase de carbón, pues se encuentra en una misma capa distintas clases, de tal manera, que existe á veces carbón que no se puede coquizar y al lado carbón de cok de excepcional calidad. En general abundan más los carbones que se pueden coquizar que los otros, variando la relación entre ambos desde el 50 hasta el 80 por 100 del total. Los carbones tienen una gran cantidad de gases (cinco metros cúbicos por tonelada de carbón) y se desprenden grandes cantidades de ácido carbónico con la consiguiente dificultad y peligro de explotación.

Distrito carbonífero de la Silesia Superior.

Ya hemos dicho que es el distrito de segunda importancia de Alemania. El espesor del carbonífero varía entre 6.900 metros al Oeste hasta 2.700 metros al Este. En el primero hay 477 capas con 272 metros de carbón, y en el Este 105 capas con 100 metros de carbón. Entre las primeras hay 124 explotables con un espesor de 172 metros, y entre las segundas 30 con un espesor de 62 metros.

Hace años se calculó que un 53 por 100 del distrito, con 3.025 kilómetros cuadrados, correspondía á Prusia; un 39 por 100, con 2.225 kilómetros cuadrados, á Austria, y un 8 por 100, con 440 kilómetros cuadrados, á Rusia; pero trabajos posteriores han demostrado que la extensión correspondiente á Rusia era menor de lo que se creía, mientras que se ha demostrado la continuidad y mayor extensión del distrito de Austria. Sin embargo, aún puede asegurarse que la mayor y mejor parte del distrito se encuentra en Prusia.

Las distintas regiones en que se halla dividido el distrito pueden relacionarse perfectamente estratigráficamente, habiéndose completado este estudio por un gran número de sondeos á gran profundidad, hechos casi todos por el procedimiento de sondeos al diamante. Merecen citarse los sondeos más profundos del globo hechos en la Silesia Superior, en los terrenos pertenecientes al Estado prusiano, entre los cuales el sondeo de Paruschowite, de 2.003 metros de profundidad, ha cortado 83

capas con 87 metros de potencia; el sondeo de Czuchow ha atravesado 2.239 metros, con 163 capas de carbón. El gran número de sondeos, y la explotación muy extensa de las capas, ha permitido fijar con toda exactitud los espesores, tanto de los distintos estratos como de las capas de carbón. En gran parte del distrito aflora el carbonífero; en otras partes está recubierto en 100 ó 150 metros, y únicamente en los antiguos valles llega hasta 550 metros el recubrimiento; estos terrenos pertenecen en su mayor parte al diluvial y mioceno, en la parte Norte, al triás, y en el Este, al permiano.

Ya hemos indicado anteriormente la gran riqueza, tanto en capas con carbón en general como en capas explotables que se encuentran en este distrito. En el piso de Rand, cuyo espesor es de 3.500 metros, se encuentran 221 capas con 79 metros de carbón, del cual 66, con 52 metros, son explotables; en el piso de Sattel, en una potencia de 270 metros, hay seis capas con 27 á 32 metros de carbón.

No citamos los distritos prusianos pequeños, así como los de los demás Estados alemanes, por no alterar grandemente su producción las cifras totales de todo el Imperio germánico y encontrarse en los cuadros estadísticos las cifras de sus reservas.

RESERVAS DE HULLA DE ALEMANIA EN MILLONES DE TONELADAS

	RESERVAS ACTUALES				RESERVAS PROBABLES				RESERVAS POSIBLES				RESERVAS TOTALES	
	0 á 1.000	1.000 á 1.200	1.200 á 1.500	1.500 á 2.000	0 á 1.000	1.000 á 1.200	1.200 á 1.500	1.500 á 2.000	0 á 1.000	1.000 á 1.200	1.200 á 1.500	1.500 á 2.000		0 á 2.000
Distrito de Saar.....	7.898	1.871	2.813	3.966	16.548									16.548 + Muy importantes.
Izquierda del Rin.....	10.458				10.458									10.458 + Importantes.
Derecha del Rin y Westfalia.....	32.336	7.145	8.063	8.800	56.344	12.756	13.322	16.943	25.701	68.722				213.566
Silesia inferior.....	673	34	11		718	559	280	532	855	2.226				2.944 + Regulares.
Distritos secundarios.	247				247									247
Silesia superior.....	10.325				10.325	75.920	20.497	22.585	36.660	155.662				165.987
Sajonia.....	225				225					Regular.				225
TOTAL.....														409.975

RESERVAS DE LIGNITO DE ALEMANIA
EN MILLONES DE TONELADAS

	RESERVAS ACTUALES	RESERVAS PROBABLES	RESERVAS POSIBLES
Prusia	6.069,2	3.675,9 + Muy importantes.	»
Hessen	169,6	98,9	»
Baviera	75,5	293,6	Regular, Grande.
Sajonia	3.000,0	Muy importante.	»
Demás Estados	Importante.	Importante.	»
TOTAL	9.314,3 + Importante.	4.068,4 + Muy importante.	Poca, Grande.

Austria y Hungría.

No se había hecho ningún estudio de las reservas de carbón de Austria anteriormente á la preparación de este trabajo destinado al XII Congreso Geológico; trabajo llevado á cabo por el geólogo W. Petrascheck, que se valió de gran número de datos suministrados tanto por las Inspecciones de Minas como por la industria particular, pero comprobados personalmente por el autor de la Memoria, que se hace responsable de las cifras contenidas en ella.

Como resumen del trabajo señala que hasta los 1.200 metros de profundidad hay 2.969,7 millones de toneladas de antracitas y hullas y 12.230,8 millones de toneladas de carbón lignitoso y lignito, y como reserva probable, 25.416,9 y 662,8 millones de toneladas, respectivamente, de cada clase.

Hasta los 1.800 metros hay que añadir, como reserva probable, 12.569 millones de toneladas, habiendo que deducir de estas cifras las cantidades que se pierden en la explotación.

Al estudiar las cuencas carboníferas, considera separadamente los distritos alpinos y los demás distritos.

Distritos Alpinos.

En los distritos de los Alpes Nortes y Centrales se encuentra carbón en el triás, en el jurásico y en el cretáceo superior; pero la explotación, que hace algunos años fué muy activa, ha

disminuído, por no poder competir económicamente con la de los restantes distritos.

En la cuenca de Lunzer, un análisis medio del carbón nos da C. 85 por 100; H, 5 por 100; (O + N), 10 por 100; cenizas, 6,01; calorías, de 5.500 á 7.600. En los distritos de Mürz y Mur se encuentran capas de carbón en el mioceno; el espesor total en carbón varía mucho: en unos distritos es de 2,5 á 5 metros, y en otros llega de 4 á 12 metros; contiene un 71 á 73 por 100 de C., y su potencia calorífica no pasa de 4.900 á 5.400. Se calcula que hay unos 22,7 millones de toneladas de reservas actuales y 9,2 de reservas probables.

En el Tirol se explota, en la base del oligoceno, una capa de unos seis metros de potencia; tiene el carbón de 4.700 á 5.100 calorías, pero la importancia de este yacimiento es muy pequeña.

Lo mismo sucede con los lignitos y turbas que se encuentran en el diluvial de los Alpes. No contienen más de 4.400 á 4.900 calorías, sin pasar la potencia media de las capas de 1,30 metros.

En los Alpes del Sur no se encuentran más que carbones cretáceos y terciarios. Al pie de los montes Karawanken se ha demostrado la existencia en el mioceno de 2,5 millones de reservas actuales y 5,3 de reservas probables. Mayor importancia tiene el distrito de rocas terciarias de Drau-Saveruges. Su producción pasa de un millón de toneladas anuales, sus reservas actuales son de 300,3 millones de toneladas, sus reservas probables de 84,2 millones de toneladas y sus reservas posibles tienen gran importancia. En Dalmacia se encuentra, en el eoceno, carbones que tienen de un 52 á un 56 por 100 de carbono y una potencia calorífica de unas 5.000 calorías; sus reservas actuales son de 800.000 toneladas, las probables de 11 millones y las posibles son varias veces mayor que esta última cifra.

Depósitos en el Terciario al pie de los Alpes.

En el distrito de Wies-Eibiswalder hay una capa que da un carbón de 4 á 5.000 calorías, su potencia de 0,3 á 3 metros, las reservas actuales son de 7.835.500 toneladas y las probables de 9.700.000. En el distrito de Voibssberg-Köflacher hay tres

capas que tienen un carbón cuya potencia calorífica varía entre 3.200 y 5.000 calorías; pero debido a la gran cantidad de gases que contiene da buen resultado para el caldeo de generadores de vapor. Las tres capas tienen una potencia, la primera de 18 metros; la segunda, de 2 a 4, y la tercera, de 12 a 50; las reservas actuales son de 69,2 millones de toneladas y las probables de 20 millones de toneladas. El distrito cercano de Ilz-Fehringier tiene menos importancia, no pasando sus reservas actuales de 3,2 millones de toneladas. En la Austria superior se encuentran dos capas de lignito de edad pliocena. La inferior llega a dos metros de potencia y la superior tiene de cuatro a cinco metros, con 3.200 calorías; las reservas actuales se calculan en 31,5 millones de toneladas y las probables en 49 millones.

Distrito de Sudeten y de los Cárpatos.

En el Nordeste de Bohemia hay tres cuencas carboníferas que corresponden al oligoceno y al mioceno inferior. Algunos autores han dividido estos carbones en anteriores y posteriores a la erupción basáltica, división defectuosa, puesto que ha habido erupciones basálticas en distintas épocas. El carbón lignitoso de Bohemia es de buena calidad, llegando algunos trozos a tener más potencia calorífica que algunas hullas. El tanto por ciento de carbono varía de 72 a 75; las cenizas, de un 2,5 a un 6 por 100, y su potencia calorífica media es de unas 5.000 calorías. Hay 11,206 millones de toneladas de reservas actuales y 462 millones de reservas probables.

En la cuenca central hullera de Bohemia hay cuatro series de capas distintas, de las cuales la primera corresponde al permiano, la segunda y tercera a la parte superior del carbonífero superior y la cuarta al medio del carbonífero superior; la cuarta serie contiene una gran capa que, a veces, se divide en otras, variando su potencia entre uno y 11 metros; el carbón tiene el análisis siguiente:

C.....	80,00
H.....	4,7 a 5,00
(O + N).....	14,00
Calorías.....	5.500,00

Contiene 51 millones de toneladas de reservas actuales y

220 millones de reservas probables. Además de estos yacimientos hay otra serie de cuencas más pequeñas de antracita y hulla de formación permiana, pero están las capas ya casi agotadas. En el distrito de Rossitz hay tres capas de hulla de llama larga, con una potencia calorífica de 7.000; las reservas actuales son de 31 millones de toneladas; las probables, de 18, y las posibles, de 35.

Tiene gran importancia el distrito de Ostrau-Karwin-Kraukauer, prolongación del de la Silesia Superior del Imperio germánico; es de edad del carbonífero superior, y se ha demostrado, por medio de sondeos, que esta formación tiene una superficie de 2.517 kilómetros cuadrados.

El carbonífero superior parece apoyarse en estratificación concordante sobre el Culm, y lo recubre en parte el terciario. Hacia el Sur buza el carbonífero debajo de los montes Cárpatos. Se conocen 173 capas, con una potencia de 152 metros, siendo el espesor total del carbonífero de 4.010 metros; un análisis medio ha dado un 10,4 por 100 de cenizas, 82,8 C., 5,4 H., 10,6 (O + N), calorías 6.800. La producción de este distrito es de cerca de 9.000.000 de toneladas anuales; las reservas actuales, de 2.870 millones, y las probables, de 37.689 millones.

BOSNIA Y HERZEGOVINA.

El estudio de este país es debido al Dr. F. R. Katzer, del Instituto Geológico de Sarajevo. En Bosnia y Herzegovina hay muchos depósitos carboneros que, en su mayor parte, pertenecen al terciario. Son los únicos objeto de explotación. En el carbonífero y permiano, aunque representados en Bosnia, no se ha encontrado hasta hoy ningún piso productivo. En el triás inferior hay algunos pequeños depósitos carboníferos, pero tampoco pueden explotarse. Tiene mejor calidad el carbón que aparece en la triás superior; su potencia calorífica es de 6 a 7.000. Las capas situadas en el eoceno tienen demasiada poca potencia para ser explotables.

Los depósitos carboneros importantes de Bosnia y Herzegovina pueden dividirse en dos grupos, uno más antiguo y otro

más moderno que la formación marina mediterránea, perteneciendo los primeros al oligoceno y mioceno inferior, y los segundos al plioceno. Los depósitos terciarios de Zenica y Sarajevo tienen 800 kilómetros cuadrados de superficie, con tres grupos de capas: primero el del muro, constituido por varias capas delgadas y una de seis metros de potencia; segundo, el grupo principal, con una capa cuya potencia varía de 3 a 10 metros; tercero, el grupo del techo, con varias capas hasta 3 metros de potencia, pero sin que haya gran continuidad en la formación. Las reservas actuales son de unos 682 millones de toneladas; las posibles, de unos 1.000 millones de toneladas. Aún existen varios distritos pequeños de carbones terciarios, pero su cubicación es reducida en relación con el distrito anterior. Un análisis de estos carbones terciarios nos da un 8 por 100 de ceniza, 46,5 C., 4,65 H., 25,11 (O + N) y 4.000 calorías. En total, las reservas de carbón de Bosnia y Herzegovina son de 1.700 millones de toneladas de reservas actuales y 1.976 millones de toneladas de reservas probables.

HUNGRÍA.

El estudio de las reservas de carbón de la Hungría ha sido redactado por el Dr. Carlos de Papp, geólogo del Estado, siguiendo las instrucciones de M. Louis de Lóczy, profesor de la Universidad y Director del Real Instituto Geológico de Hungría.

El carbón aparece en Hungría en casi todas las formaciones geológicas desde el carbonífero hasta los últimos tramos de la época terciaria; pero a esta última edad corresponden las más importantes reservas.

No tienen gran importancia las cuencas enclavadas en el carbonífero. En ellas se presentan hullas que contienen de 6.500 a 7.000 calorías y de 10 a 18 por 100 de cenizas. Sirven para la fabricación de cok. Sólo se explota la cuenca de Eibenthal-Ujbánya en los montes de Vaskapu. Se presentan dos capas: una en el borde Sureste de la masa de pórfido que recubre la cuenca y otra en su borde Noroeste. El carbón corresponde a la clase B₃. Se apoya la cuenca sobre el gneis.

Otras cuencas del carbonífero existen en Hungría: la de Biger, cuyo carbón tiene una fuerte cantidad de azufre, 4,94 por 100; la de Kemenczeszék, 70 kilómetros al Norte de Berzászka, que pertenece al carbonífero superior y que presenta cuatro capas con espesores que oscilan entre 0,50 y 2 metros; las de Lupak, Zemplin, Cabaz-Delnice y varias esparcidas en los montes Cárpatos, poco investigadas aún.

En el permiano se presenta la formación de Klokotics al Suroeste de Resiezabanya, recubriendo el carbonífero. Contiene el carbón 73 por 100 de carbono, 14 por 100 de cenizas y 7.000 calorías. Corresponde al grupo C. Es cuenca poco importante.

Las cuencas liásicas de Hungría tienen bastante más importancia que las anteriores, la formación hullera de Berzászka corresponde al liás medio. Comprende dos zonas: la Oeste, que abarca las minas de Szirinia, Kozla, Rudina, Glavesina, y Kamencicza, y la Este, que comprende las minas de Biger.

La primera zona se apoya en el gneis y está recubierta por el cretáceo, y se presenta el carbón en lentejones. Contienen sus carbones de 60 a 63 por 100 de carbono y corresponden a la clase D con 6.000 calorías, término medio. Esta misma potencia calorífica tienen, aproximadamente, los carbones de la cuenca de Biger.

En la formación hullera de Bersászka también se presentan las cuencas de Pregeda y Szvnyesa, correspondientes al liásico inferior, y otras de menor importancia.

La formación de Doman corresponde al liás inferior que descansa sobre el permiano. Contiene dos capas de carbón. La hulla contiene de 75 a 80 por 100 de carbono y 7.500 calorías, correspondiendo a la clase B₃.

La cuenca de Anina-Stajerlak se presenta en el liás inferior que rodea en forma de elipse al permiano. Se presentan cinco capas explotables. El carbón varía bastante de unas capas a otras. La potencia calorífica tiene por límites extremos 4.448 y 7.344. Corresponde a la clase D.

La cuenca hullera de los alrededores de Pecs es importante y comprende dos zonas distintas. La primera, al Sur, se extiende desde Pecs hasta Vasas-Hosszuhetény y la segunda al Norte, desde Egregy hasta Nag-Manyok. En la primera existen más

de 100 capas de hulla y se puede considerar un espesor en carbón de 50 metros; pero sólo son explotables de 25 á 30. El carbón corresponde á la clase B₃, y es curioso que el agua hi-groscópica no pasa del 2 por 100.

La zona del Norte está muy trastornada, y en su consecuencia las capas son muy irregulares y el carbón menudo y con grisú. El carbón corresponde á la clase D₁ con 6.000 calorías, término medio. Entre las dos zonas se encuentra la cuenca de Komló de poca extensión.

Existe, además como cuenca liásica la de Brassó de poca importancia.

Tampoco revisten interés las cuencas cretáceas de Hungría de Ruszkabanya, Sebeshely, Nagyabarod y Ajka.

Sin duda alguna las cuencas terciarias son las más importantes de Hungría. Entre las cuencas eocenas, las de Tatabányá, á 60 quilómetros al Oeste de Budapest, parece es la que tiene más porvenir. Se apoya en el triás y la recubren margas. El carbón es lignito de 50 á 60 por 100 de carbono y de 5.600 á 5.900 calorías, correspondiendo á la clase D₂. Se prolonga esta cuenca por Környe, en donde se han ejecutado sondeos con éxito satisfactorio.

En los alrededores de Esztergom existe otra cuenca eocena con lignito de la clase D₂, bastante cargado de azufre.

La cuenca eocena más productiva, en la actualidad, es la del valle de Annavölgy unida con la anterior. En Annavölgy, Dorog y Csolnok se explotan los carbones de esta cuenca, siendo los del último sitio los mejores. Se arranca un combustible de 54 á 59 por 100 de carbono con 5.100 á 5.500 calorías y de 9 á 12 por ciento de cenizas.

En las montañas de Buda, en sitio próximo á Budapest, se encuentran las cuencas de Pilisszentivan, Pilisvörösváz y Nagykwaei, separadas por macizos de dolomías. El carbón que se explota corresponde á la clase D₂.

Existen, además, otras cuencas eocenas de poca importancia.

En el oligoceno de Hungría se presentan numerosas formaciones con carbón. Las cuencas de Somodi, Zsemlye, Bakony y Csernye presentan poco interés.

En el valle del Zsil, entre las montañas que forman el lími-

te Sureste de Hungría, se presenta una cuenca terciaria cuya fauna corresponde al oligoceno superior y mioceno inferior. Se explota en varios sitios. En las minas de Petroszeny hay cortadas 21 capas y su carbón contiene 68 por 100 de carbono, 8 por 100 de cenizas y 6.500 calorías. Corresponde á la clase D₁. En Petroszeny se explota también una buena hulla parda de cok. En las hulleras de D'Urikány-Zsilvölgy y del valle Zsil superior se explotan carbones de análogas condiciones.

En el valle de Almás, al NO. de Kolozsvaz, existe otra cuenca oligocena en donde existen algunas minas. Son carbones de 4.500 á 5.500 calorías y de 50 á 55 por 100 de carbono, pero contienen bastante proporción de azufre.

Entre los ríos Danubio y Save, en Verdnik, hay formaciones carboneras de gran extensión. En Pozsega, Monte Glina y en el macizo montañoso de Ivancsica-Kalnik abundan las cuencas oligocenas con carbón de la clase D₂. Hay capas en el oligoceno superior y en el burdigaliense.

Los yacimientos de carbón burdigalienses se explotan en Brenberg y Reczeny, en donde existe una sola capa de 10 á 15 metros de espesor con intercalaciones de lechos arcillosos. El carbón corresponde á la clase D₂.

La formación carbonera de Salgotarjan es muy extensa y formaba antes una isla. Se apoya el burdigaliense en el oligoceno superior y está recubierto en sitios por otros depósitos más modernos correspondientes al mioceno. Se explotan en varios sitios por Compañías diferentes y arrancan carbones de 45 á 58 por 100 de carbono y de 4.500 á 5.300 calorías. Corresponden á la clase D₂.

En el mioceno medio se presentan numerosas cuencas en Diosgyoz, Borsod, Sajovazkony, Nyitrabánya, Hunyad, Krasosoren y en otros lugares. En ellas se explota carbón de la clase D₂ y de otra clase más pobre en carbono y con menor potencia calorífica que todas las clases adoptadas en el Congreso del Canadá para la división de los carbones. La designa Papps con la letra E. Contiene esta clase de 30 á 40 por 100 de carbono y de 3.000 á 4.000 calorías, 10 á 18 por 100 de cenizas, 22 á 25 de humedad y 15 á 18 por 100 de materias volátiles. Es carbón que se emplea en usos domésticos y en la industria.

También en el plioceno se presentan algunas formaciones

carbóneras de menor importancia. Explotan carbones de la clase E., en los que la cantidad de carbono baja hasta 25 por 100 y la humedad sube hasta el 44 por 100. Las cuencas del país Sicule tienen importancia por su extensión.

A continuacón estampamos un cuadro recopilación del que presenta el Dr. Papp en su estudio. Por él se verá que los carbones terciarios representan en Hungría el 92 por 100 de sus reservas totales, de los cuales una tercera parte corresponden á la cuenca oligocena del valle de Zsil.

CUENCAS	Terreno geológico.	Clase de carbón.	Actual reserva en toneladas.	Probable reserva. en toneladas.
Esbenthal-Ujban-ya	Carbonif. Id.	B ₃	202.000	2.000.000
Otras	Id.	B ₃ y C	78.100	1.110.000
Klokotics	Permiano	C	500	10.000
Pecs	Liasico.	B ₃ D ₁	5.725.500	111.625.000
Otras	Id.	Id.	1.147.600	15.940.000
Varias	Cretáceo	D ₁ D ₂	325.000	2.860.000
Tatabanya.....	Eoceno.	D ₂	140.000.000	60.000.000
Otras	Id.	D ₁ D ₂	8.500.000	21.300.000
Valle del Zsil	Oligoceno	D ₁	29.350.000	464.500.000
Otras	Id.	D ₂	6.400.000	43.950.000
Brennberg	Mioceno	D ₂	2.400.000	26.000.000
Salgotarjan	Id.	D ₂	10.365.000	65.300.000
Diosgyor	Id.	E	2.672.000	73.550.000
Sajó.....	Id.	E ₁ D ₂	10.639.718	64.904.000
Nyitrabánya	Id.	D ₁ D ₂	124.000.000	162.000.000
Otras	Id.	D ₂ E	8.450.000	119.000.000
Slavonie	Plioceno.	E	1.300.000	50.000.000
Otras	Id.	E	6.463.000	75.450.000
			357.958.418	1.359.749.000

O sea en total, 1.717.707.418 toneladas.

Italia.

Las reservas en carbón de Italia han sido estudiadas por el ingeniero del Real Cuerpo de Minas Giovanni Aichino; en ese estudio se hace ver la falta de producción de combustible en aquel país y la imposibilidad en que se encuentran de poder llegar alguna vez al abastecimiento de su mercado. Hoy día sólo produce Italia un 5 por 100 de su consumo y hay que

tener en cuenta, además, de que el 99 por 100 del carbón producido en Italia es lignito.

Aichino estudia las cuencas carboneras de Italia, agrupándolas según la clase de carbón que producen. Entre las que producen antracita se hallan las de los Alpes occidentales, y entre éstas, principalmente, la del valle de Aosta. Ha sido discutida su importancia, pero hoy prevalece las de considerar aquellos yacimientos con sólo un interés local. En Cerdeña hay otra cuenca en el carbonífero de escaso interés. Entre las cuencas de hulla se cita la de la provincia de Udine, en el triás superior. No tiene importancia.

Las cuencas de lignito son las únicas que tienen interés en Italia, y se extienden desde el Norte de Frioul hasta el Sur de Calabria y además en la Cerdeña. Sin embargo, los únicos yacimientos de interés están en la Toscana y en Umbría. Estudia por separado las cuencas, según que produzcan cada una de las dos clases en que divide el lignito. Cuencas que producen lignito piciforme, ó sea lignito negro; lignito propiamente dicho, y que corresponde aproximadamente á la clase D₁ del Comité del Congreso, y lignito xyloideo, madera fósil, y que corresponde poco más ó menos á la clase D₂. El lignito piciforme se presenta en el mioceno y eoceno, y en las provincias siguientes: Véneto, Piamonte, Liguria, Toscana, Abruzzos, Calabria y Cerdeña. Las principales cuencas son las de Toscana, en el mioceno superior, y se las explota en Carteani y Montemassi. En el primero de estos sitios existe una capa con cuatro metros de carbón de buena calidad.

Los criaderos de lignito xyloideo tienen más importancia que los anteriores. Se presentan los más interesantes en Toscana y en Umbría, en el plioceno y postplioceno.

En Toscana, en el valle del Arno, á lo largo de la sierra que separa ese valle del de Chianti, aflora en la parte inferior del plioceno una capa de lignito ancha, que constituye la mayor riqueza en carbón de Italia. Se le denomina á este yacimiento San Giovanni, y llega á tener un espesor de 30 metros, entre los cuales hay 16 de buen lignito. Después de secado á 100°, tiene 5.000 calorías y 52 por 100 de materias volátiles.

Existen también otras capas en el plioceno de Toscana, pero de menos interés. Se ha hecho una cubicación de este

criadero, que asciende á 50 millones de toneladas. En el plioceno superior de Umbría, al Oeste de la villa de Spoleto, se presenta una capa de lignito de cinco á siete metros de espesor. Está trastornada á consecuencia de numerosas fallas; pero, á pesar de ello, constituye el segundo criadero de Italia por su producción. Se calculan las reservas de este criadero en tres millones de toneladas.

Existen en la Umbría, y en otros puntos de Italia, algunos otros yacimientos terciarios de menos interés que los anteriores.

El trabajo termina con unos cuadros sobre la producción de carbón en Italia, pero sin dar estado de cubicaciones.

Servia.

F. A. Milojkovitch hace una descripción de las cuencas carboníferas de Servia, deduciendo que hay 50.700.000 toneladas de reservas actuales, 192.550.000 toneladas de reservas probables y 276.500.000 toneladas de reservas posibles, tanto unas como otras compuestas en su mayor parte por lignitos y carbones lignitosos.

Únicamente se conoce en Servia una mancha de terreno carbonífero, de unos 120 quilómetros cuadrados de extensión. Hay reconocidas tres capas de hulla, que corresponden al horizontes superior del carbonífero productivo. Actualmente se han comenzado sondeos para investigarla en profundidad.

En los terrenos secundarios se encuentra frecuentemente carbón en el cretáceo, por más que también existen algunas pequeñas cuencas en el jurásico inferior y en el lias; el carbón cretáceo es el de mejor calidad, y las capas tienen mayor continuidad y potencia que las jurásicas y liásicas.

En los bordes de las manchas terciarias, en su contacto con las rocas infrayacentes, se encuentran numerosos afloramientos de carbones lignitosos; debido á la configuración del terreno, se explotan estas capas en su mayor parte por socavones, y únicamente hace pocos años comenzó la explotación por pozos.

En las mismas cuencas terciarias hay varios extensos yacimientos de lignitos que en la actualidad se explotan activamente.

RESERVAS DE SERVIA

DISTRITO	Reservas actuales.	Reservas probables.	Reservas posibles.
	Toneladas.	Toneladas.	Toneladas.
Nordeste.....	27.800.000	88.000.000	130.000.000
Morava.....	20.750.000	48.400.000	68.000.000
S. de Morava.....	6.800.000	20.850.000	28.500.000
O. de Morava.....	2.000.000	12.000.000	25.000.000
Schumandia.....	1.000.000	2.350.000	4.000.000
Passavina.....	900.000	20.300.000	20.000.000
Podrinje.....	450.000	850.000	1.000.000

Bulgaria.

El profesor Dr. G. Bontchew, de la Universidad de Sofía, es el autor del trabajo sobre las reservas de carbón de Bulgaria. Se encuentra en estado incipiente la industria carbonera de aquel país, pues sólo después del año 1891 empezó á existir. Se hallan antracitas en el carbonífero, hullas en el cretáceo y lignitos en el terciario.

Las cuencas del carbonífero están situadas en el valle de Isker, al Norte de Sofía, y en los alrededores de Belogradtschik. Pertenecen ambas al Culm, y parecen presentar los mismos caracteres petrográficos. Son antracitas de sólo 1,5 á 3,75 de materias volátiles y de 5.100 á 5.600 calorías.

La cuenca senomanense está situada en lo alto de los Balcanes, entre las villas de Ojabrovo y Sliven, y se la designa con el nombre de cuenca Balkánica. En la parte oriental de la cuenca generalmente aparecen dos ó tres capas, con espesores variando de 0,6 á 3 metros, de gran importancia industrial; contiene el carbón de 30 á 40 por 100 de materias volátiles. En la parte central hay de cuatro á cinco capas, con espesores variables. Su carbón contiene de 15 á 20 por 100 de materias volátiles. Por último, la parte occidental es casi inexplorable, á consecuencia de que, en general, sus capas de carbón son muy estrechas.

Las cuencas terciarias son las más importantes de Bulgaria.

Se conocen varias, pero seis son las más importantes. La de Pernik-Bobovdol está situada en el valle del Strouma. Está rodeada por rocas eruptivas y sedimentarias más antiguas, formando montes y colinas á su alrededor. Corresponde al mioceno, principalmente, aunque hay lechos que corresponden al plioceno. Se conocen cuatro capas con una potencia útil total que varía entre 6,50 y 9,80 metros. Contiene de 38 á 40 por 100 de materias volátiles y mucha humedad.

La cuenca de Tcham-Déré, en la vertiente Sur de los Balcanes, tiene un carbón que presenta un análisis muy parecido al de las hullas. Contiene bastante azufre. La cuenca del Mar Negro presenta seis capas, con potencia útil total de 4,5 á 5 metros; el carbón contiene de 44 á 53 por 100 de materias volátiles.

La cuenca de Lom aflora á orillas del Danubio, y pertenece al plioceno. Se presentan seis ó siete capas, con potencia útil total de 10 á 11,50 metros. Su carbón contiene 40 por 100 de materias volátiles.

De gran extensión, que hace suponer la existencia de grandes reservas, es la cuenca de Tchernokonowo-Marúno, situada en la parte baja del río Maritza. Pertenece al plioceno, y se han patentizado muchas capas de hulla. Contiene 36 por 100 de materias volátiles y 20 por 100 de humedad.

Por último, la cuenca de Sofia ó de Katino, situada á los dos lados del río Isker, presenta varias capas; pero, en general, de poca potencia. Pertenece también al plioceno, y el carbón es muy pardo y terroso.

Las reservas de Bulgaria se especifican en el cuadro siguiente:

CUENCAS	Clases de carbón.	Reservas probables. Toneladas.
Cuenca balkánica.....	C	30.000.000
Pernik.....	D ₁	30.000.000
Bolovdol.....	D ₁	7.000.000
Tchamdéré.....	D ₁	650.000
Lom.....	D ₁	60.000.000
Tcherno-moré.....	D ₁	20.000.000
Tchernokonowo-Marúno.....	D ₂	200.000.000
Katino.....	D ₂	40.000.000
TOTAL.....		387.650.000

Rumanía.

El Director del Instituto Geológico de Rumanía, L. Mrazec, y el ingeniero perteneciente al mismo Centro I. Tanasescu han sido los autores del trabajo sobre las reservas de carbón de Rumanía.

Este país, favorecido como ninguno en depósitos de petróleo, ha sido pobremente dotado de carbones.

Consisten sus principales recursos en lignitos de mediana calidad, que no hubieran podido ser explotados á no ser por la feliz idea de mezclarlos con los residuos del petróleo para quemarlos en las locomotoras de los caminos de hierro rumanos.

Aunque se conoce el carbón en los terrenos carboníferos liás, cretáceo y mioceno, se puede decir que no tienen interés industrial las formaciones carboneras correspondientes á dichos terrenos. Únicamente los carbones pliocenos tienen importancia en Rumanía.

Los carbones se presentan en la cuenca de Comanesti, en el plioceno inferior, en la zona montañosa de la Moldavia. Se explota un lignito con 40 por 100 de carbono fijo, 40 por 100 de materias volátiles y 5.537 calorías de potencia calorífica.

En el plioceno superior se encuentran los carbones en la depresión gética, entre los ríos Danubio y Oltul, y entre este último y la línea de Dambovitza, en las estribaciones meridionales de los Cárpatos, y también han tenido éxito los sondeos efectuados en la gran llanura valaca.

Los lignitos de Rumanía se han comenzado á explotar en 1895, y la producción de 1911-1912 ha sido de 242.020 toneladas á profundidades menores de 1.200 metros.

Su cubicación y clases de carbón se expresa á continuación:

CUENCAS	Clase carbón.	Actual reserva.	Probable reserva	Total reserva toneladas.
Comanesti.....	D ₁	225.000	2.220.000	2.475.000
Estribaciones meridionales de los Cárpatos ...	D ₂	860.000	10.750.000	11.610.000
Depresión gética.....	D ₂	1.475.000	23.000.000	24.475.000
		2.560.000	35.970.000	38.560.000

Turquía.

León Dominican, encargado de estudiar las reservas de carbón del Imperio turco, hace constar al principio de su trabajo las dificultades que presenta éste á consecuencia del desconocimiento de la Geología pura y aplicada en aquel país. Sin embargo, ha recopilado los datos de ingenieros y geólogos sobre Turquía, y da un resumen interesante, examinando por separado las dos grandes divisiones geográficas de aquel Imperio: Turquía asiática y Turquía europea.

En la zona de los mares Mármara y Egeo, en la parte más al Noroeste del Asia Menor, al Sudoeste de los Dardanelos, existen depósitos de lignito de algún interés, que han sido trabajados en varias localidades. Dichos depósitos tienen origen lacustre y corresponden á un período de transición del mioceno al plioceno. El más conocidos de todos ellos son los de Maujilik, aflorando sus capas en una distancia de cuatro quilómetros. En otros muchos sitios de esta zona se citan también los lignitos, y con ellos tienen relación, grandes coladas de basaltos.

La cuenca de Heraclea, que ocupa una extensión de una longitud de 60 quilómetros á lo largo de la costa asiática del mar Negro entre los puertos de Heraclea y Filios, es la más desarrollada de Turquía. Corresponden sus capas al terreno carbonífero y se presentan en tres tramos distintos llamados de abajo á arriba, Aladjaaghzy, Cozloo y Caradon, que corresponden á los tres tramos europeos Culm, Westfaliense y Estefaniense. En los dos primeros se presenta carbón explotable, pero el más importante es el tramo medio ó Cozloo. Sobre el carbonífero se apoyan series cretáceas que guardan mucha relación con las de Europa. Se presentan en esta cuenca muchas capas cuyo máximo espesor es de dos metros. En 1911 su producción fué de 750.000 toneladas. El carbón del tramo medio contiene de 30 á 40 por 100 de materias volátiles y el del tramo inferior contiene más: de 40 á 45 por 100. Corresponde á la variedad bituminosa. En el Este del Asia menor, entre el meridiano 34 de Greenwich, Rusia y Persia se conocen cuencas en muchas

localidades con carbón, variando de calidad entre antracita y bituminoso.

En Mesopotamia se hallan cuencas de carbón de no buena calidad y en Siria existen en la provincia de Beyroot depósitos de lignitos que tienen algún interés. En otros sitios del Asia Menor se cita el carbón, pero se desconoce su importancia ó es ésta muy reducida.

En la Turquía europea en Keshan, provincia de Andrinópolis, se presenta una cuenca carbonífera con carbón bituminoso que en algunos de los sitios constituye un carbón cannel. Se presentan tres capas con dos metros aproximadamente de carbón en total. En la costa Europea del Mármara y en el golfo de Saros han sido halladas capas de carbón bituminoso. Y, por timo, en la vecindad del Puerto de Rodorto en el mar Mármara, y en otros lugares como Albania, Soofli, Oozoonkeupri, De-deagatch, etc., se encuentran lignitos.

Dinamarca.

Las reservas de carbón del reino de Dinamarca, así como las de las islas Feroe é Islandia, son estudiadas por el Dr. N. Hartz, perteneciente á la Comisión geológica de aquel reino. Todo el carbón hallado es lignito, perteneciente á la clase D.

En la Jutlandia ó sea la zona septentrional de la península germano-danesa se hicieron algunas labores poco profundas en Sandfeldgaard que dieron por resultado cortar varias capas de lignito con espesores comprendidos entre 0,40 y 2,46.

Presenta Mr. Hartz muchos análisis diferentes del carbón. La proporción de cenizas varía mucho, lo que origina que sea variable también la potencia calorífica. Se puede considerar que ésta oscila entre 4.000 y 5.000 calorías para los buenos carbones. Azufre tiene mucho y contiene unos 25 por 100 de materias volátiles, sin contar el agua, que suele abundar. El carbón se halla en las arcillas micáceas del mioceno inferior.

En la isla de Bornholm se encuentra el carbón en su costa Suroeste y en los tres tramos en que allí se ha dividido la formación liásica. En algunos sitios está recubierta la formación por depósitos glaciales de pequeño espesor. Contiene el lignito un

72 por 100 de carbono fijo y unos 28 por 100 de materias volátiles después de evaporada el agua.

De las islas Feroe, en la de Syderó, es donde se han hallado las mayores existencias de carbón entre masas de basalto. Las capas de carbón se encuentran en la región que se extiende desde Kvannfeld al Sur á Kvalbó al Norte. El carbón es terciario y de calidad bituminoso. La formación se presenta con regularidad y entra dentro del mar.

En Islandia se presenta también el carbón en el terciario y en relación con los basaltos. Las formaciones más importantes están al NO. de la península. Su carbón contiene unos 70 por 100 de carbono fijo y 22 por 100 de materias volátiles después de evaporada el agua.

No da Mr. Hartz cubicación de las reservas de Dinamarca.

Suecia.

El estudio de las reservas de carbón de Suecia es debido al profesor Edward Erdmann y en él se expresa con todo detalle la importancia y circunstancias de la cuenca carbonífera de aquel país. La poca importancia de ésta resalta desde luego, pues es muy limitada su extensión y muy baja la cifra de su cubicación.

La cuenca carbonífera de Suecia está circunscrita á la provincia de Escania, situada en la parte más al Sur del Reino, y no ha sido explotada hasta hace unos cuarenta años. Corresponde geológicamente al terreno Ræhtic-liásico, y denominan, en donde se presenta el carbón, formación de Escania. Se divide esta formación en dos zonas: la más baja correspondiente á ese terreno de transición del triás al liás denominado Rætic y la segunda al liás propiamente dicho. La cubicación dada alcanza á 125 millones de toneladas. El carbón corresponde á la clase B₃ con 74 á 79 por 100 de carbono y de 6.000 á 7.800 calorías. Se explotaron durante el año 1910 302.733 toneladas.

Spitzberg.

Las dificultades del clima y sobre todo la ausencia del imperio de la ley y del orden ha hecho que las reservas de carbón del Spitzberg sean apenas determinadas. La topografía del interior es muy poco conocida y á la de la costa Este le pasa lo mismo, aunque se conoce existen indicios de carbón. La costa Oeste es mejor conocida, y hay dos ó tres meses en el año que es fácilmente accesible. Con estas dificultades ha tenido que luchar Mr. Bertil Högbom, M. A., para dar fin á su estudio sobre las reservas de carbón del Spitzberg. Hoy existen Compañías carboneras americanas, suecas, noruegas é inglesas, pero sólo una de las primeras tiene las minas en explotación.

El carbón se presenta en el carbonífero, jurásico y terciario. En el carbonífero se encuentra el carbón en el Monte Pirámide situado en lo más tierra adentro del Icefiord (fiord de hielo). Se presenta en el Culm entre pizarras arcillosas y carbonosas. El carbón contiene 75 por 100 de carbono, tiene una potencia calorífica de 7.500 calorías, y corresponde á la clase B₂.

En el jurásico se presenta el carbón en las bahías de Advent y Sasseu. El carbón tiene cualidades parecidas á las del carbonífero.

En el terciario, probablemente en la edad miocena, es donde se encuentra el carbón con más facilidades para la explotación. El mioceno tiene mucho desarrollo en Spitzberg y se cita carbón en muchos sitios.

Ocupa el mioceno la extensión comprendida entre Green, Harbour y la bahía de Advent, en el Icefiord y se le conoce con carbón en la bahía de Mijen, en Bel Sound y en la isla del Príncipe Carlos. Es carbón de 7.700 calorías y 80 por 100 de carbono. Corresponde á la clase B₂. La cubicación dada con toda clase de reserva es la siguiente:

Carbonífero, 6.000 millones.

Jurásico, 750 millones.

Terciario, 2.000 millones.

Mr. Haus Reusch habla también del Spitzberg en términos parecidos, aunque sin cubicaciones, en el capítulo dedicado á

las reservas de Noruega y á las islas árticas del Norte de Europa.

Rusia.

La gran extensión del Imperio ruso que, comprendiendo la mitad de Europa en la parte oriental de ésta, se extiende por Asia hasta el Pacífico, ocupando una sexta parte de todas las tierras del globo, y lo poco explorado de algunas de sus zonas, hará comprender las grandes dificultades que se habrán presentado á la Comisión Geológica de Rusia para dar cima á su importante trabajo sobre las reservas de carbón de aquel Imperio.

Para la integración del trabajo han dividido el Imperio ruso en XIII zonas y se ha ocupado un geólogo del estudio de cada una de ellas. Los trabajos originales eran muy extensos, y los que aparecen en el libro *Reservas mundiales de carbón* son un extracto de ellos; de todos modos todavía ocupan 114 páginas del libro, por lo que nosotros sólo daremos una idea muy ligera.

Precede á dichos trabajos un prefacio del Director de la Comisión Geológica de Rusia, Th. Tschernyschew, que es como un resumen de todos los trabajos. Su importancia nos mueve á estamparlo á continuación casi íntegramente:

La descripción de las cuencas está dividida en XIII capítulos, ordenadas del O. al E., empezando con las cuencas de carbón de la parte occidental del Imperio y terminando con las que están cerca del Océano Pacífico.

El capítulo I trae una descripción de la cuenca de Dombrova; el capítulo II, la parte central de la Rusia europea (cuenca Moscow); el III, la cuenca Donetz; el IV, los carbones pardos de la parte Sudoeste de la Rusia europea; el V, los carbones de la vertiente occidental de los Urales; el VI, la vertiente oriental de los Urales; el VII, las cuencas del Cáucaso y Anti-cáucaso; el VIII, Turkeistán; el IX, las estepas de Kirghiz; el X, la cuenca de Kuznetz y su continuación al Norte y Nordeste; el XI, las cuencas de la provincia (gobierno) de Yeniseisk (distritos de Minusinsk y la cuenca del río Yenisei); el XII, las cuencas de carbón de la Siberia oriental (provincias de Irkutsk,

Trans-Baikal y el Amour-Primorki; y, por último, el XIII, la isla Sakhalina.

Ninguna descripción se ha dado de las cuencas de la provincia de Arcángel, que aparece en el permo-carbonífero y jurásico, ni de las de Nova Zembla y Shingite, porque parece no tienen importancia práctica.

Hay pocos informes acerca de las probables grandes cuencas de carbón de Yenisei, cerca de Dudinka, que en el porvenir pueden ser importantes, debido al desarrollo de la navegación en el Yenisei y sus desviaciones; pero la falta de datos precisos, sean los que sean, hace imposible dar una idea completa del área de estas cuencas. También es difícil estimar las grandes cuencas de carbón de Kouraica, en las partes más bajas de los ríos Anabar y Khatanga; aunque visitada ocasionalmente por algunos geólogos, se presenta bajo tales condiciones, que es difícil hacer un cálculo de la magnitud de la cuenca.

Es muy desigual el valor de la información respecto á las reservas de carbón de los diferentes distritos. Mientras que las reservas calculadas de las cuencas Donetz y Dombrova, que son las principales fuentes de abastecimiento de la Rusia europea, se pueden considerar muy aproximadas á la realidad, las cantidades dadas de la Rusia central, Urales y Cáucaso son muy inciertas. En mayor grado todavía de incertidumbre están los cálculos de las estepas Turkeistán y el Kirghiz. Hay que lamentar que pertenezca á la misma categoría el cálculo de la riquísima cuenca carbonera de Kuznetz. Ni la exploración geológica ni los datos de las minas actuales dan un informe preciso por el cual se pueda expresar en números la reserva de carbón existente. La cantidad en que A. N. Dejarvin calcula la reserva de carbón de la cuenca Kuznetz, 12.500 millones de toneladas, es evidentemente demasiado baja; y los cálculos de algunos investigadores que la elevan á un billón de toneladas probablemente pecan por demasía. Se puede decir con certidumbre que la cantidad de carbón de la cuenca Kuznetz es inmensa y apenas menor que la de la cuenca Donetz.

Aunque es insignificante el informe acerca del carbón de Yeniseisk indica que es muy grande la reserva; sólo en la cuenca Chernogorsk, en el distrito de Minursinsk, se ha calculado en más de 1.750 millones de toneladas.

Al parecer es todavía mayor la reserva de la cuenca de Irkutsk, porque un cálculo de la cantidad contenida en dos capas de esa cuenca arroja 150.000 millones de toneladas.

El Trans Baikal es más pobre en combustible mineral; aunque el cálculo de su reserva en 190 millones de toneladas, se le puede considerar más bien demasiado bajo que alto.

En las provincias de Amour y Primorsk hay bastantes cuencas de carbón jurásico y carbón pardo (terciario), cuya reserva se ha calculado en 640 millones de toneladas próximamente; pero no hay duda de que es mucho mayor la cantidad de carbón en la actualidad, porque al calcularlo, la inmensa, pero muy poco estudiada, cuenca de Tirmak, no se tuvo en consideración, ni tampoco una gran cuenca de depósitos carboníferos, recientemente descubiertos, al Norte de Suchan.

La reserva de carbón de la isla Sakhalina está también muy moderadamente calculada, pues en muchos sitios realmente supera a las cantidades dadas.

El aplicar a las cuencas rusas la clasificación del carbón en conformidad con el esquema propuesto por el Comité de la duodécima sesión del Congreso Internacional, es sumamente difícil, pues aun a la cuenca Donetz, la mejor estudiada de las cuencas rusas, se hace imposible, porque aun en una misma capa de carbón hay transiciones graduales en la dirección horizontal del grupo C al grupo A, y lo mismo pasa en la dirección vertical porque, por ejemplo, las capas superiores horizontales tienen las propiedades de un carbón seco con larga llama (tipo I Gruner) y las capas inferiores tienen clases de carbón de los tipos II y III y los carbones que yacen a mayor profundidad tienen las cualidades del tipo IV y siguientes.

Bajo estas condiciones es solamente posible hacer tales agrupaciones para cuencas pequeñísimas; pero respecto a una grande, como la Donetz, el problema está más allá de nuestras fuerzas y apenas tienen valor práctico. Por tanto, los autores cuando tratan de los grupos A, B y C se limitan principalmente a indicar la posición de las varias series de carbón en uno u otro de estos grupos, y para B y C no se dan cantidades separadas en los cálculos de las reservas.

Todos los carbones pardos descritos en el libro pertenecen al grupo D.

Sacamos de estas consideraciones y también de los informes prácticos existentes, un cálculo de las cantidades aproximadas de los tres grupos (1) A, (2) B y C y (3) D. Para la Rusia europea (incluyendo el Cáucaso y los Urales) las reservas posibles de estos tres grupos son las siguientes:

A, unos 18.000.000.000 de toneladas.

B y C, 40.500.000.000 de toneladas.

D, más de 1.618.000.000 de toneladas.

Es necesario afirmar que estas cantidades son muy moderadas, pues no se han tenido en cuenta grandes reservas de carbón de la región de la vertiente oriental de los Urales, y por iguales razones ha sido imposible, respecto a D, tener en cuenta las inmensas cuencas del distrito de Bogoslov.

Respecto a Siberia (incluyendo la isla Sakhalina) y Turkestán son todavía más inciertas las cantidades de reserva de carbón, y no ha habido bastantes informes para dividir los carbones en las tres categorías antes mencionadas.

En el caso de la excesivamente rica cuenca Kuznetz podemos hablar con mayor certidumbre respecto a la aparición de carbones de las series B y C; pero en la grande y riquísima cuenca de Irkutsk, cuyas reservas se han calculado en más de 150.000 millones de toneladas es difícil determinar que cantidades pertenecen al grupo B y C y cuales al grupo D (carbón pardo). En esta extensión es posible calcular las reservas de carbón de los grupos B, C y D; pero en el grupo A (semi-antracita) sólo se puede colocar una parte del carbón de Suchan.

Debido a razones anteriores las reservas de carbón de Siberia, Turkestán y la isla Sakhalina se pueden expresar de la siguiente manera:

Categorías B, C y D: 173.878.000.000 de toneladas.

Categoría A: 1.000.000 de toneladas.

Es indudable que estas cantidades son demasiado pequeñas respecto a Siberia; y teniendo en cuenta lo que se ha dicho acerca de la cuenca Kuznetz, la provincia Amour y la parte septentrional de Siberia, entre Yenisei y Lena, se pueden aumentar varias veces las reservas dadas.

Las líneas anteriores constituyen el trabajo de Tschernysche, y ahora, a continuación, damos una relación de las cuencas,

con expresión de los autores de los trabajos, terreno á que pertenecen y cubicación:

Capítulo primero.—Cuencas de Dombrova. Es autor del trabajo S. Czarnocki; corresponde al carbonífero. Sus reservas están calculadas en 2.525 millones de toneladas. En el Gobierno de Petrokoff hay lignitos cuyas reservas se calculan en 63 millones.

Capítulo II.—Cuencas de Moscow. Autor, M. Prigorovski; corresponden al carbonífero inferior, y se calculan en 78 millones de toneladas las reservas actuales y probables, y en 1.500 las posibles.

Capítulo III.—Cuenca de Donetz. Autores, L. I. Lutugin y P. I. Stepanoff. Es la más importante en la actualidad. Pertenece al carbonífero, llegando á la parte baja del permiano. Se calculan las reservas en carbón de las clases B y C en 18.014 millones de toneladas, y de la clase A, en 37.599 millones.

Capítulo IV.—Cuencas del Sudoeste de la Rusia europea. Autor, A. Faas. Se presentan cuencas terciarias en los Gobiernos de Kiev y Podolia, de las provincias del Sudoeste; en Nueva Rusia, en la Pequeña Rusia, en la Rusia Blanca y en Lituania. Considerando sólo 13 cuencas, de las muchas allí citadas, ascienden sus reservas, todas de lignito, á 43 millones de toneladas.

Capítulo V.—Vertiente Oeste de los Urales. Autor, A. Krasnopolski. Se presentan las cuencas carboníferas de Lunyevski, Kizel, Gubakhinski y Usvenski. Se calculan sus actuales reservas en 57 millones de toneladas de las clases B y C.

Capítulo VI.—Vertiente Este de los Urales. Autor, A. Karpinski. Se presenta el carbón en el liás, jurásico, cretáceo y terciario. Su cubicación alcanza la cifra de 60 millones de toneladas.

Capítulo VII.—Cuencas del Cáucaso y Anticáucaso. Autores, V. Veber y Szarnocki. Estudian las cuencas jurásicas de los distritos de Suchun, con reservas de 145 millones de toneladas; Kuttaiss, con reservas hasta 210 metros de hondura, de 94 millones; Kuban, con 13 millones hasta profundidades de 300 metros, y las cuencas terciarias del distrito de Olti, con 36 millones de toneladas hasta 600 metros de profundidad.

Capítulo VIII.—Cuencas del Turkestan. Autor, V. Veber.

Existen cuencas en el carbonífero superior, en el distrito de Fergana; carbón coquizable en la edad Rætic, en los distritos Karatan y Narin, y las cuencas del carbón no coquizable en los distritos de Marguillan, Isfara, Hodgent y Zeravchan; las reservas en carbón las calcula en 170 millones de toneladas, pero hay que considerar que todas estas cifras son aventuradas.

Capítulo IX.—Cuencas de las estepas de Kirghiz. Autor, Krasnopolsky. En la provincia de Siberia Occidental, Akmolinsk y Semipalatinsk se presentan cuencas importantes en el carbonífero inferior. Las actuales reservas las calculan en 100 millones de toneladas, pero consideran existen grandes posibles reservas.

Capítulo X.—Cuencas de Kutnetz y Sudjensk. Autores, A. Derjavin y Krasnopolski. La cuenca de Kutnetz corresponde al carbonífero inferior, y calculan sus reservas probables en 1.125 millones de toneladas y las posibles en 12.500 millones. La cuenca de Sudjens también pertenece al carbonífero inferior y no dan cubicación total, aunque las reservas son importantes.

Capítulo XI.—Cuencas de Yeniseisk. Autores, V. Boreisha, J. Edelstein y L. Jaczewski. Las tres cuencas estudiadas del distrito de Minussinsk pertenecen al permiano, y sus reservas se calculan en 161 millones de toneladas. También describen las cuencas permianas y terciarias del río Yenisei.

Capítulo XII.—Cuencas de la Siberia Oriental.—Autor, S. F. Maliavkin. Describen las cuencas jurásicas de Irkutsk y de Tras Baikal, las jurásicas terciarias y modernas de Amour y Premorski, la jurásica de la península de Muravieff Amour, la terciaria del Sur del distrito de Ussuri, las de lignito de Premoski y las mesozoicas y terciarias de Yakutsk. En algunas cuencas dan cubicación; en muchas otras, no; así que no se puede dar una cantidad que englobe las reservas en carbón de esta región.

Capítulo XIII.—Islas Sakhalina. Autor, N. N. Tikhonovich. El carbón se presenta desde el cretáceo superior hasta el período postplioceno. Describen diversas cuencas, y dan para las reservas cretáceas 548 millones de toneladas y 528 para las terciarias.

Otros países de Europa.

El Ministerio de Fomento de Portugal ha enviado unas notas sobre las reservas de aquel país.

Existen dos cuencas, una estefaniense en la proximidad de San Pedro de Cova, en la provincia de Douro, al Norte de Portugal, que es la más importante. Se presentan dos capas con un metro de espesor de antracita, de 6.000 á 7.800 calorías. Sus reservas están calculadas en 20.400.000 toneladas.

En Cabo Mondego, en el distrito de Coimbra, se presenta una cuenca de poco interés en el jurásico superior.

El Negociado de Minas de Grecia sólo stampa en el libro *Las reservas mundiales de carbón* el siguiente cuadro.

DISTRITOS	CAPAS		ACTUALES RESERVAS			PROBABLES RESERVAS	
	N.º	Espesor.	Area.	Clase de carbón.	Toneladas.	Clase de carbón.	Toneladas.
Coumi Euboca.	2	2,20 m.	20 q ₄ .	D ₂ .	10.000.000		
Oropos, Aliveri						D ₂	30.000.000
TOTALES.....					30.000.000		10.000.000

El carbón es de mala calidad, y sólo han sido explotados hasta el presente los carbones de Coumi.

En Montenegro se encuentra carbón bituminoso al Este de Nichitche, en el valle del Lim, en el distrito de Besana, cerca de la frontera albaniese, y en los distritos de Moratcha y Vassoijevitchi, y lignito en el distrito de Velestevo, á 40 quilómetros al Norte de Cettinge.

No hay datos suficientes para poder apreciar las reservas que guarda su suelo.

La nota está dada por la Legación británica en aquel país.

La Comisión Geológica de Suiza, en su estudio sobre este país, reconoce que, aunque hay muchos yacimientos carboníferos en Suiza, su importancia es muy escasa, pues las capas

tienen tan poca potencia y extensión que no pueden explotarse en competencia con los carbones extranjeros más baratos.

Hoy en día no se explotan más que unas 5.000 toneladas anuales, cantidad mínima en relación con la importación, que es de casi tres millones de toneladas.

En la región de los Alpes se encuentran capas de carbón en el carbonífero, jurásico y eoceno; pero únicamente se explotan algunas pequeñas concesiones en el carbonífero del macizo del Mont Blanc.

En el terciario de la llanura comprendida entre los Alpes y el Jura hay yacimientos carboníferos que ya han perdido su importancia.

En el diluvial de la última época interglacial se encuentra carbón de estructura pizarrea, tránsito á turba.

Las reservas actuales son de 4.500 toneladas; las probables, de 75.000 toneladas, y en cuanto á las posibles, no tienen ninguna importancia.

M. Haus Reusch cita en Noruega una sola localidad en donde se presenta el carbón: en el jurásico superior de la isla de Andö.

Carbón también ha sido hallado en la Tierra de Francisco José y en la isla Buren, entre Noruega y el Spitzberg.

Mr. J. J. Sederholm, Director de la Comisión Geológica de Finlandia, cita en su país las cuencas de antracita de Suojärvi y Salmis, que tienen el mismo carácter que las situadas al Norte del lago Onega, en Rusia.

Tienen poco interés comercial, aunque científicamente presentan la particularidad de que deben ser geológicamente unas de las cuencas más viejas del mundo.

CAPÍTULO TERCERO

ASIA

Persia.

Unas notas enviadas por el Vicecónsul H. L. Rabino es lo único que consta sobre este país en el libro *Las reservas mundiales de carbón*. No da datos geológicos, sólo dice que las cuencas se encuentran recubiertas á veces de grandes aluviones. Cita el número de capas y espesores y da algunas cifras de producción, siempre escasas, y que indican la poca importancia que en el mercado mundial tiene la nación que nos ocupa. Establece cuatro distritos como importantes en reservas de carbón. 1.º Cuenca de Teherán; la más importante y da un análisis del carbón que demuestra se trata de una hulla seca A, con 16,65 por 100 de materiales volátiles, 72,21 por 100 de carbón fijo y 11,14 de cenizas. 2.º La cuenca de Khorasan. 3.º La de Astrabad, Shahrud Bartam y Semnan; y 4.º La de Mazandaram. Da como reserva absoluta 1.858 millones de toneladas, pero ni desintegra este total ni indica calidades de carbón.

India.

Poco exploradas y menos trabajadas se encuentran en general las cuencas de la India, según nos dice en su nota H. H. Hoyden C. I. T., Director de la Comisión Geológica de la India. En dos grandes grupos divide las cuencas. Unas, las pertenecientes al

sistema permo-carbonífero, denominadas cuencas de Gondwana, y otras, pertenecientes á los períodos eoceno y mioceno. Existen algunos depósitos de carbón nada explorados que corresponden á los sistemas jurásico y cretáceo.

La cuenca de Gondwana da nombre al primer grupo por ser la más importante de la India, produciendo aproximadamente el 96 por 100 de la cantidad total de carbón que explota dicho país.

Las principales provincias en donde abundan las cuencas en la India son las de Bengal, Bihar, Orissa, India Central, provincias centrales y Dominios del Nizam. Destaca entre todas las de Raniganj en las tres primeras provincias y las de la India Central.

En el terciario la más importante es la de Assam.

Según la bondad del carbón lo clasifican en dos grupos: clase de 1.^a y clase de 2.^a Ateniéndose á la clasificación del Comité del Canadá, existen las clases B₂, B₃, C, D.

Las reservas totales se calculan en 79.001 millones de toneladas, de los cuales 53.295 millones corresponden á las provincias de Bengal, Bihar y Orissa. El carbón de estas provincias es casi todo hulla de la clase B. A la India Central se la calcula una existencia de 22.657 millones de toneladas de la clase B.

Indo-China.

El ingeniero Jefe de Minas encargado del servicio de minas de esta nación, Mr. H. Lantenois, ha sido el encargado de estudiar sus reservas de carbón. Varias cuencas considera, aunque de muy diferente interés; la de Tonkin es la más importante y presenta un plano de ella. La cuenca se encuentra enclavada en el terreno retiene y un asomo primario parece dividirla en dos. La hulla que encierra es antracitosa. Valúa en 30 metros el espesor total en carbón de las capas, y sus reservas en 20.000 millones de toneladas. La cuenca de Annam, también de carbón antracitoso, tiene poco interés. De hulla grasa se conocen las pequeñas cuencas de Thai-Nguyén, Lho-Bo y Phu-Ay.

China.

Dos trabajos aparecen enviados al Comité del XII Congreso Internacional del Canadá acerca de las reservas de carbón de la China. Uno de ellos debido á Noah Fields Drake, Profesor de Geología de la Universidad de Arkansas y otro debido á Kinosuke Inouye, Director de la Imperial Comisión Geológica del Japón. Ambos coinciden en apreciar la imposibilidad en que se encuentran de poder dar idea, por ligera que fuera, de la cantidad de carbón repartido en todo el Imperio chino; pero al llegar al detalle, al apuntar datos sobre las reservas probables de carbón, ambos geólogos se separan tanto, que desorientan por completo al lector sobre la importancia que pueden tener en el mundo las cuencas de carbón de China. Sin embargo, la riqueza en carbón de la nación que nos ocupa es tradicional, y al mismo tiempo se ve en el trabajo de Kinosuke Inouye un deseo de no lanzar á la publicidad cifras inexactas, que hace restringir las cifras probables, y, sin embargo, colocar en la columna de posibles, en donde la responsabilidad de los datos apenas alcanza, la palabra *enorme* como indicando la gran importancia de las cuencas chinas.

En el trabajo de Noah Field Drake se ve un deseo, más aventurado tal vez, pero más conforme con la idea tradicional existente sobre el carbón de la China y sobre todo más conforme con el espíritu que anima á todos los que han colaborado en este libro, donde no se trata de un informe industrial, sino de dar una orientación general sobre las existencias mundiales de carbón. El Comité que ha publicado este libro ha llevado al resumen general los datos proporcionados por Noah Fields Drake.

Existen en el Imperio chino unos depósitos que abarcan distintas épocas geológicas, pero cuya edad y detalles están mal definidos. La parte más baja de estos depósitos constituye la formación llamada Simian, sigue un banco de caliza muy potente, luego diversos bancos de calizas alternantes con pizarras y areniscas y un potente banco de arenisca roja. Unos bancos y otros aparecen unas veces concordantes y otras veces no.

Corresponden estos depósitos a los terrenos siluriano, carbonífero, permiano, triásico y jurásico. El carbón se encuentra en todos ellos, al parecer; pero donde adquiere verdadera importancia industrial es en dos épocas distintas. Es la primera en los depósitos atribuidos por unos autores al carbonífero superior, por otros al permiano y por algunos a la parte más baja del período secundario; sin embargo, las dos primeras opiniones son las que prevalecen. Mr. Noah Fields Drake considera pertenecen al período permo-carbonífero, haciendo ver otra vez más la riqueza en carbón que suele siempre acompañar a este indivisible período geológico. A esta época en que los depósitos de carbón fueron abundantes corresponden las cuencas que se extienden por las provincias Chihli, Shantung, Kionsi, Shansi, Honan y Hunan. Las de las tres primeras se trabajan por procedimientos industriales modernos. Es considerada la de Shansi como la más importante de todas.

Es la segunda época aquella a que pertenecen los depósitos de carbón del terreno jurásico. La mayor cuenca correspondiente a este terreno, se halla en la provincia de Ssüchinan, extendiéndose después en parte de las provincias de Hupeh y Shensi. Otras dos cuencas existen en el jurásico, cuya importancia se ha hecho siempre resaltar: la de Shansi y la de Hsishan al Oeste de Pekín.

Otras cuencas de menos interés existen en todo el Imperio. Las cuencas del permiano y del triás carecen de importancia comparadas con las anteriores.

En China existen dos clases de carbón: antracitas y hullas bituminosas. La primera es extremadamente abundante, y como hemos visto en la introducción tiene más existencias ella sola que todas las demás naciones juntas.

Con relación a la clasificación seguida en la obra de donde entresacamos estos datos, pertenecen los carbones de la China a las cuatro clases A, B, C, D; muy preferentemente a las dos primeras. Respecto a las existencias de la clase D, son sumamente escasas en el Imperio chino.

A continuación insertamos un cuadro en el que se expresan las reservas probables de carbón de la nación que nos ocupa, por provincias, con sus clases de carbón y edad geológica de la cuenca a que pertenecen.

La producción de carbón la estima Noah Fields Drake en 6.393.540 en la China durante el año 1912, cifras que discrepan de las dadas por el Comité en los cuadros resúmenes.

Esa producción se reparte por provincias del modo siguiente, observándose que las Compañías extranjeras inglesas y alemanas son las que alcanzan producciones mayores, aunque hay alguna indígena que se va acercando con sus cifras de producción a las anteriores:

Chihli	2,343 540
Shansi	75,000
Honan	575,000
Shantung	800 000
Kiangsi	800,000
Kuangsi	Sin datos
TOTAL	6.393,540

La producción en la China, la considera Kinosuke Tnoige por provincias del siguiente modo:

Chihli.....	3.000 000
Shan Thung.....	1.573.000
Shansi	4.000 000
Kansu	500.000
Shensi	500.000
Honan	1.000 000
Kiong-Su.....	30.000
Anhui.....	60.000
Hupeh.....	250.000
Chekiang.....	50.000
Fukleu	50.000
Kiangsi.....	1.000.000
Kuang Tung	50 000
Kuangsi.....	100 000
Hunan	4.500.000
Szuchuan.....	1.000 000
Kueichou.....	50.000
Yunnan.....	300.000
TOTAL.....	18.013 000

Por tanto, las producciones que da Noah Fields Drake son mucho menores, pero es cierto que parece sólo referirse a las explotaciones de las Compañías más importantes en aquel país, y Kinosuke Inouge debe referirse al consumo total incluidos los usos domésticos, que con una población de 400 millones de habitantes debe tener gran importancia.

He aquí el cuadro de las reservas.

PROVINCIAS	Clases de carbón.	Edad geológica de la cuenca.	Reservas probables. — Millones de toneladas.
Mongolia.....	A C	»	1.200.000
Chihli.....	A B C	Permo-carbonífera	22.668 000
Shan-Tung.....	A B	Idem.	7.033 000
Shansi.....	A B	Idem y jurásico.	714 340 000
Shensi.....	B	Jurásico.	1 050.000
Kausu.....	A B	Carbonífero.	5 129 000
Honan.....	A B	Permo-carbonífera	9.275.000
Kiangsu.....	A	Idem.	10 000
Anhui.....	A	Idem.	187 000
Hupch.....	B	Jurásico.	117.000
Chekiang.....	A B	Carbonífero.	24 700
Fukieu.....	»	»	25 000
Kiangsi.....	B	Permo-carbonífera.	3.395.000
Kuang-Tung.....	B	Idem y jurásico.	1.019 000
Kuang-Si.....	»	Jurásico	500 000
Hunan.....	A B	Permo-carbonífera	90.000.000
Szüchuan.....	A B D	Jurásica.	80 500.000
Kueichou.....	B	Permo-trías.	31.000.000
Yunnan.....	B D	Jurásica.	30.100.000
TOTAL.....			996.612.700

Corea.

Poca importancia presenta Corea desde el punto de vista de sus reservas de carbón, según se deduce del interesante estudio de Kinoshige Inouye, Director de la Imperial Comisión Geológica del Japón.

Existen cuencas en el carbonífero, en el jurásico y en el terciario.

La más rica de todas ellas es la de Phyöng-yang, enclavada en el jurásico. Su espesor en carbón varía de 0,80 a 6 metros y su producción durante el año 1911 fué de 100.000 toneladas de un total de 104.691 toneladas. El carbón de esta cuenca es antracita y hulla seca; pero existen en Corea todas las clases de carbón.

El de las cuencas terciarias como las de Kyong-syang y Chyang-gi son de lignito de las clases D₁ y D₂.

A continuación presentamos un cuadro en el que se expre-

san las principales cuencas, sus reservas actuales y probables y la clase de carbón.

CUENCAS	Clases de carbón.	RESERVAS EN TONELADAS		TOTALES Toneladas
		Actuales.	Probables.	
An-jyu.....	C	»	9 450.000	9.450 000
Phyon-gang.....	A B	8.600.000	36.900.000	45 500 000
Kyöng-syang.....	D B	600.000	6 000.000	6.600 000
Chisang-gi.....	D	3.000.000	10 500.000	13.500 000
Yöng il.....	D	1.400 000	5.500.000	6.900 000
TOTALES.....		13.600.000	68 350.000	81.950.000

Mandchuria.

El estudio de las reservas hulleras de esta vasta región, sometida hoy al protectorado chino, es debido al Director de la Imperial Comisión Geológica del Japón, Kinoshige Inouye, que tanto ha trabajado en la preparación del libro que nos ocupa.

Las cuencas de carbón más importantes están enclavadas en los depósitos correspondientes a los periodos carbonífero, jurásico y terciario. La de Fushun, enclavada en este último periodo, es la más importante de la Mandchuria y encierra ella sola más carbón que todas las demás cuencas juntas. Las mayores extensiones del carbonífero se encuentran en la provincia de Hsin-king, siendo la cuenca más importante la de Pen-hai-hu. Las del jurásico tienen poca importancia.

El carbón corresponde a todas las variaciones de hulla hasta llegar a la divisoria con los lignitos. En este último caso se encuentra el carbón procedente de la cuenca de Fushun y, por tanto, a esa clase corresponde la mayor parte del carbón de la Mandchuria. El carbón de Fushun varía entre 36 y 46 por 100 de materias volátiles, teniendo por término medio de 38 a 40 por 100. Su potencia calorífica varía entre 5.800 y 7.700 calorías, siendo la media de 6.500 a 7.000.

El carbón de Pen-hsi-hu, que corresponde al permo-carbonífero, contiene de 20 a 23 por 100 de materias volátiles.

Damos a continuación un cuadro con las reservas actuales

y probables de las principales cuencas de la Mandchuria con expresión de las clases de carbón.

	Clase de carbón.	RESERVAS EN TONELADAS		TOTALES Toneladas
		Actuales.	Probables.	
<i>Paleozoico.</i>				
Penhi-hu.....	B2	16.000.000	180 000.00	196.000.000
Yent'ai.....	B1	15.000.000	25.000.00	40.000.000
Otras cuencas.....	»	»	86.500.00	86.500.000
<i>Mesozoico.</i>				
Varias cuencas.....	»	..	3 500.000	3.500.000
<i>Terciario.</i>				
Fushun.....	C	378.000.000	498.000.000	876.000.000
Otras cuencas.....	»	»	14.000.000	14.000.000
TOTALES.....		409.000.000	807.000.000	1.216.000.000

Existe en los totales de este cuadro una pequeña diferencia con la cubicación presentada en el resumen general.

Japón.

Los cuidados con que atiende el Japón al estudio de la Geología de su país se hace resaltar siempre en los numerosos trabajos que publica su Imperial Comisión Geológica, que creada en 1879 alcanza hoy una importancia muy grande en su país y una envidiable estimación en el mundo científico.

Su Director, Kinosuke Inouye, autor de numerosos trabajos y que se ha ocupado en otros libros del estudio de los recursos minerales de su nación, ha enviado al Congreso del Canadá, además de los datos sobre las reservas de carbón de China, Mandchuria y Corea, de que ya nos hemos ocupado, un trabajo muy notable sobre las existencias de carbón del Japón.

En el aumento de producción de carbón en este país en los últimos años, tanto como en el éxito de sus guerras recientes, se ve de un modo patente el progreso y cultura alcanzados. Era la producción en 1874 de 200.000 toneladas y ha sido en 1911 de 18 millones. Más de la mitad de este carbón ha sido

producido en la cuenca de Chikuho, provincia de Kiüskü, siendo las otras cuencas productoras las de Müke y Karatsu en la misma provincia, las de Ishikari en la provincia de Hokkaidö y Joban en la de Honskü.

Todas las cuencas de carbón del Japón son posteriores al paleozoico. En el triás aparecen las primeras capas; pero son inexplotables. En el período jurásico aparecen algunas cuencas de interés, predominando la de Onime, en la provincia de Nagato. Existen otras pequeñas cuencas en el cretáceo, y á este terreno refieren, aunque con reservas, la cuenca de Amakusa, en la provincia de Higo. En la serie terciaria y en el período mioceno es donde existen los principales depósitos de carbón del Japón. Tanto unas cuencas como otras, y principalmente las terciarias, están atravesadas por numerosas erupciones volcánicas que tanto han castigado y castigan al Imperio nipón, y que han producido pliegues, fallas y trastornos en la marcha de las capas.

La calidad del carbón es variable, siendo en general de la clase de hulla bituminosa C y lignito; sin embargo, en las cuencas secundarias existe carbón antracitoso A₂ y en la cuenca miocena de Kumano, provincia de Honshü, existe una verdadera antracita A₁, con 4,72 por 100 de materias volátiles, aunque muy cargada de azufre.

El carbón de Karafuto central contiene 40,15 de materias volátiles; el de Ishikari, de 37 á 42 por 100; el de Joban, 41 por 100, y 43 el de Chikuho.

A continuación presentamos un cuadro resumen con los nombres de las principales cuencas japonesas, calidad del carbón y reservas actuales, probables y totales.

CUENCAS	Clases de carbón.	Reservas actuales en toneladas.	Reservas probables en toneladas.	Reservas totales en toneladas.
SECUNDARIAS				
Nagato-Omine.....	A ₂	1.000.000	19.000.000	20.000.000
Higo-Amakusa.....	A ₂	8.500.000	15.000.000	18.500.000
Otras cuencas.....	A ₁ A ₂ , B ₁ , C	»	13.000.000	13.000.000
TERCIARIAS				
Karafuto-Central.....	C	17.500.000	885.000.000	902.500.000
» Noto.....	C	»	460.000.000	460.000.000
Hokkaidō-Ishikari.....	C	307.600.000	1.791.500.000	2.099.100.000
» Kayanuma.....	C	6.500.000	25.000.000	31.500.000
» Uru-rumoi.....	C	13.200.000	250.000.000	263.200.000
» Kushiro.....	C	8.500.000	15.700.000	24.200.000
» Horonobu.....	D ₁	»	170.000.000	170.000.000
» Otras cuencas.....	C, D ₁	»	87.000.000	87.000.000
Honshū-Soban.....	C	43.500.000	306.000.000	349.500.000
» Aburato.....	D ₂	1.000.000	10.000.000	11.000.000
» Nōbi.....	D ₂	13.000.000	30.000.000	43.000.000
» Kumano.....	A ₁	1.000.000	4.000.000	5.000.000
» Onoda.....	D ₁	10.000.000	85.500.000	95.500.000
» Mogami-gawa.....	D ₂	»	20.000.000	20.000.000
» Otras cuencas.....	1, A ₂ , B ₂ , C ₁ , D ₁ , D ₂	1.000.000	56.500.000	57.500.000
Kyūshū-Chikuho.....	C	405.500.000	1.255.100.000	1.660.500.000
» Mdkc.....	C	60.000.000	700.000.000	760.000.000
» Karatsu.....	C	17.000.000	112.000.000	129.000.000
» Sakto.....	C	16.000.000	40.000.000	56.000.000
» Matsushima.....	C	10.000.000	28.000.000	38.000.000
» Tokashima.....	C	33.000.000	146.000.000	179.000.000
» Sasebo.....	C	»	90.000.000	90.000.000
» Otras cuencas.....	C	»	3.000.000	3.000.000
Taiwan.....	C	»	385.000.000	385.000.000
TOTALES.....		968.800.000	7.002.200.000	7.971.000.000

Otros países del Asia.

El desconocimiento, en todos los órdenes, que se tiene de las extensas comarcas del Asia, mayor aún que el que se tiene del Africa, se refleja, como es natural, en los estudios que motivó el libro que nos ocupa. Todas las regiones del Tibet, Mongolia, Turquestán Chino, que constituyen con la China el gran Imperio chino y que, sin duda, guardarán en sus senos grandes depósitos de carbón, no se pueden tener en cuenta por ahora, por ser países que sólo en parte, y entrañando en el hecho mismo una heroicidad, han podido ser recorridos por hombres civilizados.

El Siam es sólo citado, pero sin fijar sus reservas de carbón.

Los Estados federados de Malay han motivado unas notas del Dr. S. W. Evans. En ellas cita el descubrimiento de una cuenca de carbón al Sur del río Selangor, en el bosque Rantan, á unos 17 kilómetros al O. de la estación de Rowang. Se trata al parecer de una cuenca terciaria, y contiene su carbón de 18 á 21 por 100 de agua, de 35 á 44 por 100 de materias volátiles y de 30 á 45 de carbono fijo y 5.400 calorías; es decir, que es un carbón de la clase D. No habla de cubicación por falta de datos. Señala sólo como reconocidas dos capas, una de ellas de siete á nueve metros de espesor.

En la Arabia el cónsul en Mascata, Mayor S. G. Knox, sólo cita á la región de Oman como conteniendo cuencas carboneras, pero por su desfavorable situación geográfica y por otras razones se hallan sin explotar.

CAPÍTULO CUARTO

AFRICA

Egipto.

El estudio de Egipto ha sido confiado al Director de la Comisión geológica de aquel país, Mr. W. F. Hume. Empieza lamentándose de que todos los esfuerzos hechos para encontrar carbón han sido hasta ahora inútiles. El terreno carbonífero es completamente estéril y sólo se observan en los terrenos modernos, pizarras bituminosas. Es citado el lignito en los terrenos eoceno y oligoceno. Las pizarras bituminosas abundan en el alto Egipto y Oases, en la formación llamada arenisca de Nubia que parece corresponder al cretáceo superior. Enumera algunas localidades donde existen estas pizarras, pero no da análisis ni hace cubicaciones.

Sudán anglo-egipcio y Abisinia.

A Stanley C. Dunn y G. Walter Grabham, geólogos al servicio del Gobierno de Sudán, se deben las notas que, sobre las reservas de carbón de estos dos Estados obran en el libro *Las reservas mundiales de carbón*. Desde luego las cuencas carboníferas de ambos países tienen poca importancia; se trata de formaciones análogas a las del Egipto. El capitán Hadson del Ejército egipcio, descubrió una capa de lignito cerca de la ciudad de Dongola en la provincia del mismo nombre. Otros

descubrimientos se han iniciado allí no sólo en el Sudán sino también en los desconocidos Estados de Kordofan y Darfuz.

De Abisinia se conoce el carbón en algunos sitios. Entre ellos cerca de la capital Addis Abbaba, en las inmediaciones del lago Tsana, en Gondar y Chelga y en las orillas del río Goang entre depósitos terciarios; pero faltan datos sobre análisis y cubicación. De las regiones de los grandes lagos, como los reinos de Uganda, Kavirondo y Uñoro, así como de los salvajes países de los ríos en los que el desconocimiento geológico de sus terrenos es escasisimo, no habla el libro que nos ocupa.

Protectorado inglés del Africa Oriental.

Según las notas del Dr. J. W. Edwens, encargado del estudio de esta región, no parece deducirse que tengan gran importancia los depósitos de carbón. El geólogo H. B. Mauffe, que fué quien dió las primeras noticias sobre aquella región, cita sólo carbón pizarroso que se presenta rellenando bolsadas en una arena gris compacta, que constituye uno de los lechos de la formación arenas de Tarn. Otro geólogo, E. Froas, ha referido esta formación al oolítico inferior. Fué hallado dicho carbón á 85 quilómetros de Kilindini, entre Sumburu y el camino de Mackinnon en el ferrocarril de Mombasa y Uganda. El carbón contenía 19 por 100 de materias volátiles y agua, 30 por 100 de carbono fijo y 51 de cenizas.

Otro depósito carbonoso ha sido descubierto en Mwele, al SO. de Mombasa. El carbón no mancha los dedos y es sumamente poroso, siendo sólo de 0,91 su densidad, flotando por tanto en el agua. No coquiza. Varió su calidad en los dos análisis, que fueron efectuados del modo siguiente: de 26 á 28 por 100 de materias volátiles, de 59 á 41 de carbono fijo y de 5.800 á 4.400 de potencia calorífica. Parece corresponder el depósito al pleistoceno.

Rhodesia.

La Rhodesia, la reciente posesión inglesa que debe su nombre á un político inglés, Cecilio Rhodes, ha sido estudiada, para el objeto del libro que nos ocupa, por el geólogo H. B. Mauffe, Director de la Comisión Geológica de aquel país, que tiene su residencia en Bulunayo, capital de las tierras de los Ma-Tabeles, y á R. A. Thompson, administrador general, en otro trabajo dedicado exclusivamente á la cuenca de Wankie.

El primero da unas notas interesantes, une un plano y da un cuadro con cubicación completa que extractaremos al final.

El carbón se presenta geográficamente formando parte de las cuencas de los ríos Limpopo, Zambezi y sus afluentes, y geológicamente enclavado entre los depósitos que constituyen la formación llamada de Karroo. Esta formación se extiende por todo el Sur de Africa, y Mr. Mauffe establece su sincronismo con la de otros países.

La cuenca principal de Wankie ha sido la más explorada. Se trata de una capa cuyo espesor varía de 1,80 á 3,75 metros y que ocupa una extensión de 20 millas cuadradas. El carbón es hulla correspondiente á la clase B₂. La proporción de cenizas es alta como en todos los carbones africanos comparados con los europeos.

Otras cuencas han sido descubiertas en Tuli, Sabi, Luano, etc., detallándose sus cubicaciones en el cuadro siguiente:

DISTRITOS	Clase de carbón.	RESERVAS EN TONELADAS		
		Actuales.	P. o bables.	Totales.
Tuli.....	A ₂ B ₂ C	43.635.000	30.464.000	74.099.000
Sabi.....	B ₂	7.807.000	»	7.807.000
Wankie.....	B ₂	201.200.000	»	211.200.000
Sebungu-Mafunga busi.....	B ₃ D ₁	144.290.000	81.550.000	225.840.000
Lufua y Losito... ..	B ₃	»	38.080.000	38.080.000
Luano.....	B ₂ B ₃	22.415.000	»	22.415.000
TOTALES.. .. .		419.347.000	150.094.000	569.441.000

Mr. Thompson se ocupa de la cuenca del Wankie, la única

explotada. Se trabajó la mina desde 1889 y hasta 1910 se arrancaron cerca de un millón de toneladas; hace una cubicación que arroja 100 millones de toneladas ó sea proximamente la mitad de las que calcula Mr. Mauffe, y da un cuadro de análisis cuyos resultados son los siguientes: Carbono fijo, de 63 á 65 por 100; materias volátiles, de 19 á 23; cenizas, de 10 á 13 por 100; azufre, de 1 á 4 por 100, y humedad, de 0,6 á 0,8.

Madagascar.

Mr. Bonnefond, Jefe del Servicio de Minas de Madagascar, ha sido el encargado de estudiar las reservas de carbón de esta extensa isla, posesión francesa. En los 59 millones de hectáreas que tiene de superficie sólo cita dicho señor la cuenca de Ianapera, situada á 35 quilómetros de Benenitra, la más importante, pero que tiene poca extensión, y la de Ambohibaty, separada 35 ó 40 quilómetros de la anterior, ambas recientemente descubiertas.

La cuenca de Benenitra se apoya sobre el gneis, pizarras y micascitas, y, aunque hay dudas sobre la edad, parecen referirla á lo más alto del carbonífero ó permiano inferior, y desde luego es primaria. Se han descubierto tres capas, una de ellas llega á 2,50 de espesor; sobre la calidad del carbón trae observaciones muy interesantes; se asemeja más al *cannel* que á las hullas; el profesor Zeiller le llama pizarra carbonosa, y tiene los caracteres propios de un *boghead*, ó sea que está formado por algas microscópicas *hullificadas*, sin presentar á la vista restos vegetales; los análisis de la Escuela de Minas han dado el resultado siguiente: agua, de 3 á 4 por 100; cenizas, de 18 á 25 por 100; materias volátiles, de 27 á 31 por 100; carbono fijo, de 41 á 47 por 100; azufre, de 0,71 á 1,30, y de 5.500 á 6.500 calorías de potencia calorífica.

Sería conveniente, á nuestro juicio, estudiar la relación que existe entre estas cuencas y las restantes del Africa Central y Austral, con las que parece tienen semejanza.

No da cubicaciones.

Africa Austral.

Las ricas posesiones que los ingleses tienen en el Sur de Africa fueron estudiadas, para el objeto del presente libro, por el Departamento de Minas de la Unión del Africa del Sur.

Las capas de carbón forman parte del sistema Karroo, que se desarrolla por todo el Sur de Africa, principalmente por la Colonia del Cabo y por Natal. Fuera de unas manchas cretáceas que existen en estos últimos países, la formación de Karroo constituye el terreno más moderno de la región que consideramos. Se extiende este sistema desde lo último del carbonífero, por el permiano, hasta el triás, y presenta analogía con los terrenos de la India, Australia y Sur de América. Alcanza en la Colonia del Cabo su máximo espesor de 6.000 metros; está muy desarrollado en Natal, Zululandia y Estado de Orange. En el Transvaal debió ocupar dicha formación toda la zona central, pero por la denudación sólo se conserva hoy en su zona oriental, y en donde existe ha perdido parte de su anchura normal. Alternan con las capas de carbón conglomerados, pizarras, que alcanzan poco desarrollo, arenas y areniscas; las capas se presentan en un tramo de unos 70 metros sobre el conglomerado glacial, que constituye la base del sistema.

En el Transvaal se presentan las cuencas de Witbank y Middelburg, que contienen cinco capas, una de seis metros, y en total de potencia útil, 16,8 metros; al final del trabajo se da cubicación aproximada y clase del carbón.

Las cuencas del Cabo de Buena Esperanza están, como todas, enclavadas en el sistema Karroo; esta formación, á su vez, se apoya sobre otra llamada Dwyka, conteniendo en su parte más alta una pizarra negra, que fué tomada por carbón.

El piso llamado Capas de Molteno es el único trabajable en la Colonia del Cabo. Existen también cuencas en Indwe, Stormberg Cyfergat, etc.

En Natal se presenta el carbón en las mismas formaciones que en los dos anteriores Estados. Únicamente presenta la novedad de que en las cuencas aparecen diques ígneos que rompen su continuidad.

A continuación los autores de este trabajo dan un cuadro con cubicaciones y otro con el reparto de las clases de carbón en los distintos Estados. Las cenizas varían de 6 á 30 por 100; el que actualmente se explota tiene de 10 á 15 por 100. Nosotros hacemos un resumen de esos datos en el siguiente estado:

ESTADOS	Extensión.	Clases de carbón.	Reservas de carbón en millones de toneladas.
Transvaal.....	5.000	B ₂ C	36.000
Natal.....	1.000	A B B ₂	9.400
Zululandia.....	1.250	A	6.000
Estado de Orange.....	»	B ₂ C	»
— del Cabo.....	Sin determinar.	»	»
Basuto andia.....	»	A B C	4.800
Zwazilandia.....	1.000	»	»
TOTAL.....			56.200

Nyasalandia.

Al infatigable geólogo Dr. Evans se deben unas notas sobre las reservas de carbón de las tierras que en la ribera derecha del lago Nyasa pasaron de manos de los portugueses á los ingleses. Corresponden los depósitos de carbón á la ya citada formación de Karroo, y son muy interesantes las manifestaciones que sobre esta formación hace. Las capas de carbón suelen presentar la forma de rosario, y varía mucho su carácter de un sitio á otro; por los fósiles encontrados, los lechos que constituyen el sistema Karroo parecen sucederse desde el permiano al triás; une un plano geológico, con indicación de las principales cuencas, como son las de Nkana, Kasante, Rubieru, Mwapo, Nyika, Monte Waller, Henga, Shire y otras.

El carbón es semejante en todas las cuencas. Tiene de 23 á 28 por 100 de materias volátiles; pero tiene el inconveniente de contener gran proporción de cenizas y algo de azufre. Sin embargo, el carbón de la cuenca del Bajo Shire, cerca de la línea portuguesa, es antracita con un 12 por 100 de materias volátiles. No da cubicaciones.

Nigeria Meridional.

El Dr. Evans ha estudiado también las reservas de carbón de la parte Sur de la Nigeria, que constituye las posesiones meridionales de los ingleses en el Sudán. Da un plano de la región y análisis.

En los valles de Niger y Ogun se presentan pizarras carbonosas alternantes con areniscas y arcillas, constituyendo las llamadas series de lignito. Ultimamente han sido halladas muestras carbonosas en la formación de areniscas y arcillas que constituyen las series de Ijebu, según las llamó el geólogo Mr. J. Parkinson. Ambas series no concurren juntas, y su situación estratigráfica y geológica no es conocida. Ambas están recubiertas por depósitos cuaternarios, y parecen referirse al terciario. En varios sitios de estas tierras del Niger es citado el lignito.

En las proximidades de Asaba y Ohitsha han sido halladas importantes capas de lignito cerca de Newi; al Sudeste de Onitsha ha sido hallada una capa de 3,60 metros y otra de 1.50. La primera contenía de 40 á 48 de materias volátiles, de 25 á 30 de carbono fijo, de 10 á 20 de agua, de 11 á 15 de cenizas y de 4.680 á 5.670 de potencia calorífica, y algo de azufre.

A nueve kilómetros del Niger, en el valle de Atakpo, se ha encontrado una capa de 7 metros de espesor, que en algunos puntos sólo tiene 5,40. Tiene 52 por 100 de materias volátiles y 32 de carbono fijo, 10 de agua, 5 de cenizas y 6.100 de potencia calorífica.

Al Nordeste de Okpanam existe una pequeña capa, que ha sido sometida á destilación, dando 210 metros cúbicos de gas por tonelada de lignito, y ya purificado, 159 metros cúbicos, conteniendo este gas 27 por 100 de hidrógeno, 27 por 100 de metano, 4 por 100 de otros hidrocarburos, 16 por 100 de nitrógeno, 17 de óxido de carbono y 4 de ácido carbónico. El lignito contenía 47 por 100 de materias volátiles y 35 de carbono fijo.

Lignito ha sido hallado también en Obompa, Mozoko y otros lugares. Expresa análisis de los carbones de todos estos

sitios, dando por resultado que estos lignitos africanos pueden resistir aiosamente la comparación con los europeos.

Estudia después el carbón bituminoso secundario de Nigeria, que se presenta en capas cuyo espesor varía entre 0,40 y 1,75. Los análisis dan cierta constancia en su calidad: de 32 á 47 de materias volátiles, de 40 á 48 de carbono fijo, de 4 á 7 de agua y de 7 á 8 de cenizas, y potencia calorífica que oscila entre 5.800 y 7.000. Se presenta este carbón cerca de Cudi, en el río Ofam, en el valle de Obweti y otros.

Al final hace una cubicación, con toda clase de reservas, de 80 millones de toneladas para todas las existencias de la Nigeria.

Congo belga.

El estudio de esta importante posesión belga, cuya extensión es 76 veces la de la metrópoli, es debido á Mr. Arné Renier.

Ha sido descubierta en 1911 una cuenca que se extiende desde el lago Tanganika al río Lualaba-Congo.

Parece corresponder á la formación Karroo inferior y desde luego se trata de depósitos permo-carboníferos. Tres capas han sido descubiertas con un espesor mínimo de tres metros. El carbón contiene 40 por 100 de materias volátiles, 10 por 100 de cenizas y 6.500 á 7.000 calorías.

Otra cuenca fué descubierta con anterioridad á la de Tanganika en la región de Sukuga, sobre la parte alta del río Lualaba. Fué reconocida por sondeos, y parece, por ahora, inaprovechable por ser el carbón de calidad mediana á consecuencia de su falta de limpieza y de su exceso de azufre. Parece corresponder geológicamente al triás.

En la nota no se dan cifras sobre las cantidades de carbón existentes en el Congo. Une un plano con la situación de la zona carbonera.

Sobre los dominios franceses, portugueses, ingleses y alemanes de la región del Congo no dice nada el libro.

Otros países de Africa.

El libro que nos ocupa dice que diversas personalidades han informado al Comité ejecutivo del Congreso que no es conocido el carbón en los países siguientes:

Africa ecuatorial francesa.

Argelia y Tunicia.

Costa de Oro.

Isla Mauricio.

Nigeria Septentrional.

Marruecos.

Seychelles.

Sierra Leona.

Somalia del Africa oriental inglesa.

Zanzíbar y Pemba.

En nuestras islas Canarias tampoco se conoce el carbón; y en nuestras posesiones de Fernando Póo, Guinea española y Marruecos todavía no se ha hecho un estudio geológico que arroje luz sobre la interesantísima cuestión de los carbones.

CAPÍTULO QUINTO

AMÉRICA

Canadá.

Entre todas las substancias minerales que con gran abundancia hay repartidas en el suelo canadiense descuella en primera fila el carbón, resultando que sólo los Estados Unidos superan, en reservas de esa substancia, al Canadá. Esta importancia carbonera resalta muy bien en el trabajo del doctor D. B. Dowling que obra en el libro *Las reservas mundiales de carbón*.

En el Canadá se conoce el carbón en distintas edades geológicas, en los periodos interglacial, terciario, cretáceo, carbonífero y devoniano. Ofrece la particularidad el Canadá que donde más abunda el carbón es en los Estados de las costas, lo mismo del Atlántico que del Pacífico. La calidad del combustible varía mucho de unos sitios á otros, presentándose todas las clases.

A continuación presentamos un resumen de las principales cuencas de carbón del Canadá, distribuídas por Estados.

En Nueva Escocia el carbón se encuentra en la serie carbonífera y es posible llegue al permiano. Las cuencas principales conocidas en este Estado son las de Cumberland, Pictou, Inverness y cabo Bretón en sus partes terrestre y submarina.

La cuenca de Cumberland, comprendiendo las de Soggins y Springhill tiene bastante importancia; se calculan sus reser-

vas en 932 millones de toneladas. Su carbón contiene de 63 á 75 por 100 de carbono; está clasificado como de la clase B₂.

La cuenca de Pictou es también importante. Alcanza el cálculo de sus reservas á la cifra de 840 millones de toneladas de la clase B₂, casi sin excepción, con una proporción de materias volátiles alrededor del 30 por 100.

La cuenca de Inverness alcanza una parte terrestre y otra marítima. Entre todas las distintas zonas que comprende esta cuenca, la marítima de Broad-Cove parece ser la que tiene más importancia. El carbón de esta cuenca corresponde á la clase B₂ y la cubicación de toda clase de reservas se eleva á 242 millones de toneladas.

Se considera á la cuenca del cabo Bretón como la más importante, por la cantidad de carbón de todas las de Nueva Escocia. Comprende una zona estrecha entre los lagos Lomond y Mira. Se conocen pliegues abundantes. Ocupa también esta cuenca una zona marina de mucha consideración. Entre la parte terrestre y la marina, tomando como límite de ésta una línea pasando á tres millas de la costa, se calculan unas reservas de carbón de más de 5.000 millones de toneladas en 448 millas cuadradas. Su carbón corresponde casi exclusivamente á la clase B₂, conteniendo de 35 á 39 por 100 de materias volátiles.

En Nueva Brunswick las cuencas carboníferas contienen muy pocas capas de carbón. En el distrito de la Reina, cerca del Gran lago, es donde se presentan las más importantes, con unas reservas de 138 millones de toneladas y con carbón correspondiente á la clase B₂.

En el Estado de Ontario sólo se conocen algunas muestras de carbón reciente

El carbón hallado en los terrenos cretáceo y terciario del Estado de Manitoba tampoco tiene importancia.

En el Estado de Saskatchewan se presentan dos cuencas: una cretácea y otra terciaria. Esta última, situada al Sur del Estado, contiene un carbón de la clase D₂ con 40 á 43 por 100 de materias volátiles y se cubica entre toda clase de reservas 25.904 millones de toneladas.

El carbón cretáceo se presenta en la formación del río Belly. Su carbón también es de la clase D₂ y se considera ascenden sus reservas á 141 millones de toneladas.

En el Estado de Alberta es donde se presentan las cuencas carboníferas de más porvenir y representan sus reservas un 86 por 100 de las totales del Canadá.

Se presenta el carbón en tres formaciones distintas del cretáceo, separadas por pizarras de origen marino. La formación más baja, llamada Kootenay, constituye la base del cretáceo. Tiene un espesor que varía de 60 á 90 metros y forma numerosas cuencas, pudiéndose cubicar entre todas éstas 45.818 millones de toneladas de un carbón correspondiente á la clase B₂, conteniendo, la generalidad, de 24 á 27 por 100 de materias volátiles, con una proporción algo excesiva de cenizas.

La segunda formación cretácea de las que contienen carbón, en el Estado de Alberta, es la llamada del río Belly. Arroja su cubicación 189.450 millones de toneladas de carbón de las clases D₁, D₂ y B₃. Es todavía cuenca poco trabajada.

Por último, en lo alto del cretáceo se presentan como formación carbonera la llamada Edmonton y que abarca también, formando un solo grupo, otras capas superiores que algunos consideraron terciarias y que constituyen parte de la formación Paskapoo, y que Mr. Dowling considera la cumbre de la Edmonton. Se hallan en esta formación capas hasta de 7,50 metros y es la más importante del Canadá. Predomina el carbón de la clase D₁ conteniendo de 37 á 42 por 100 de materias volátiles y de 8 á 11 por 100 de cenizas. A las capas de Edmonton se les calcula unas reservas de 379.258 millones de toneladas y á lo que constituye el haz de capas más alto 421.700 millones. Alcanzan las cuencas grandes extensiones.

En el Estado de Colombia Inglesa la principal cuenca corresponde á la edad cretácea, y aunque no es continuación de la de Alberta tiene relación con ella. Se presenta el carbón en dos distintos pisos; al más antiguo corresponden las cuencas de las islas de la Reina Carlota y Vancouver, la de Quatsino y la de las Montañas Rocosas. Al piso alto corresponden las de Nanaimo, Comoxe y, probablemente, la de Suquash. El carbón es, generalmente, bituminoso y en partes se ha transformado en antracita por accidentes locales.

Existen también cuencas terciarias de interés en la Colombia Inglesa que presentan capas de lignito de excelente calidad. En determinados sitios se hallan en contacto estas cuencas con

rocas ígneas, lo que trae consigo, en algunas partes, alteraciones en las capas de carbón. Para el estudio de las cuencas de este Estado las dividen en los siguientes grupos: Colombia Inglesa Meridional, Colombia Inglesa Central, Colombia Inglesa Septentrional, isla de Vancouver é isla de la Reina Carlota.

En la Colombia Inglesa Meridional existen varias cuencas cretáceas y terciarias y entre ellas sobresale la de Crows Nest que abarca una superficie de 230 millas cuadradas, pudiendo clasificarse su carbón en la clase B₂. En una parte de esta cuenca, en Morrissey, existen 29 capas que llegan á alcanzar una potencia útil total de 64 metros de carbón. Existen otras muchas cuencas como las del río Flathead, la de la parte alta del río Elk, la de Princenton, etc.

En la Colombia Inglesa Central, las cuencas reconocidas cretáceas y terciarias no tienen gran interés; pero hay muchas zonas completamente inexploradas de las que se puede esperar mucho. Tampoco las cuencas de la Colombia Inglesa Septentrional tienen mucha importancia; sin embargo, la de los ríos Peace y Pine tienen algún interés, por la gran extensión que abarcan.

Las reservas de las islas de Vancouver y de la Reina Carlota han sido estudiadas por C. H. Clapp. En la primera de estas islas las capas de carbón se presentan siempre en el cretáceo inferior, constituyendo con areniscas, conglomerados y pizarras la serie llamada de Nanaimo. El área ocupada por esta serie es de 1.800 millas cuadradas, y las principales cuencas que en ella se presentan son las de Quatsino, Suquash, Comox, Nanaimo y Alberniz. El carbón pertenece á la clase B₂ y tiene de 6.500 á 7.200 calorías.

En las islas de la Reina Carlota el carbón se presenta en el cretáceo inferior y superior y en el terciario, probablemente de edad miocena. En el cretáceo se encuentra carbón de diversas clases, desde el semiantracitoso hasta el bituminoso. En el terciario se presentan lignitos con cerca del 50 por 100 de materias volátiles. Entre las cuencas cretáceas sobresalen las de Skidegate y campo de Robertson y entre las terciarias las de Mosset y las de la costa Este de la isla de Graham.

El estudio de las reservas en carbón que contiene el Estado de Yukon fué hecho por D. D. Cairnes. La mayor parte de este

extenso estado es desconocido minera y geológicamente; y aun en los sitios en donde se ha hallado el carbón, las cuencas no están suficientemente exploradas. Corresponden estas cuencas á las edades jurásica, cretácea y terciaria. El carbón terciario es lignito caracterizado, en la mayoría de los sitios, por la presencia de considerables cantidades de resina fósil y de ámbar. El carbón de la edad juro-cretácea varía mucho, desde la antracita al lignito.

Entre las cuencas terciarias, que corresponden generalmente al eoceno superior, sobresalen por su importancia las de Rock Creek y Bonnet Plume. En las del período juro-cretáceo se encuentran las de Whitehorse, Tantalus, Braeburn-Kynocks, etcétera.

Entre las grandes extensiones de tierras inexploradas que ocupan los territorios del Noroeste del Canadá se cita carbón terciario de la clase D₂ en el río Mackenzie, en Fort Norman y cretáceo ó terciario en los ríos Peel y Horton muy parcialmente explorados.

En las islas árticas el carbón ha sido hallado en dos series, la antigua, perteneciente á la caliza carbonífera, y la moderna, que corresponde á la época terciaria. La cuenca un poco reconocida, de estas inexploradas islas, es la de la costa Norte de las islas de Bauks y Parry. Su carbón pertenece á las clases B₂ y C.

A continuación insertamos un cuadro-resumen de las reservas en carbón del Canadá, en los diferentes estados.

DISTRITOS	Clases de carbón.	RESERVAS EN MILES DE TONELADAS			
		HASTA 4 000 DE PROFUNDIDAD		De 4 000 á 6.000 pies.	TOTALES
		Actuales.	Probables.		
Nueva Escocia.....	B ₂ C	2.188.151	4.911.817	2.639.000	9.738.968
Nueva Brunswick.....	B ₂	»	151.000	»	151.000
Ontario.....	D ₂	»	25.000	»	25.000
Manitoba.....	D ₂	»	160.000	»	160.000
Saskatchewan.....	D ₂	2.412.000	57.400.000	»	59.812.000
Alberta.....	A ₁ B ₁ D	386.392.800	673.554.600	12.700.000	1.072.647.400
Colombia Inglesa.....	A ₂ B ₂ B ₃ D ₂	23.881.242	50.043.700	2.160.000	76.034.942
Yukon.....	A ₂ B ₃ D	»	4.940.000	»	4.940.000
Territorios del Noroeste.....	D ₂	»	4.800.000	»	4.800.000
Islas Articas.....	B ₂ B ₃ C	»	6.000.000	»	6.000.000
TOTALES.....		414.804.193	801.966.117	17.499.000	1.284.269.310

Terranova.

Las reservas de carbón de esta gran isla han sido estudiadas por Mr. James Phowley F. G. S., Director de la Comisión Geológica de Terranova.

Dos cuencas importantes, correspondientes ambas al carbonífero, se hallan en aquel país. Una es la situada en la bahía de San Jorge, en el extremo SO. de la isla, separada de la cuenca importante del cabo Bretón, de Nueva Escocia, por el estrecho de Cabot, de la que sin duda es prolongación. Ocupa una extensión de 1.100 millas cuadradas y presenta numerosos accidentes geológicos. Se han reconocido hasta nueve capas con seis metros de carbón en total, aproximadamente. Su carbón contiene unas 30 por 100 de materias volátiles.

La otra cuenca está situada en el valle del río Humber, en la zona ocupada por los lagos Deer y Grande, y alcanza una extensión de 500 millas cuadradas. Su carbón contiene de 24 á 31 por 100 de materias volátiles.

Existen también en Terranova pizarras bituminosas y asfaltos que principian á ser objeto de explotación. Contienen en Pillier, estas pizarras, sólo el 29 por 100 de cenizas.

Alaska.

Los geólogos Alfredo H. Brooks y Jorge C. Martín, que han estudiado las reservas de carbón de Alaska, hacen ver, en el principio de su trabajo, las dificultades que se presentan para poder hacer una cubicación aproximada de dichas reservas, en un país tan incompletamente conocido y en donde sólo hay planos de extensiones que comprenden menos de un 25 por 100 de la superficie total. Obtienen los datos de su trabajo de publicaciones no sólo de ellos mismos, sino también de otros geólogos, coleccionadas todas por la Comisión Geológica de los Estados Unidos y cuyo índice insertan también en el principio de su estudio.

Parece que las cuencas de mayor interés comercial corres-

ponden á la edad eocena, pero existe también bastante carbón en el cuaternario, en el cretáceo superior, en el jurásico, en el Mississipiense, que corresponde, en edad, á nuestro dinantiense, y aunque en pequeña cantidad al parecer también hay carbón en el Pennsylvaniense, que corresponde á nuestro Westfaliense.

En el terreno cuaternario hay lignito en Yukon y en otras partes de Alaska. En el plioceno se presentan cuencas ligníferas en la bahía de Yakuta y en otras localidades.

Antracita y carbón bituminoso se encuentra en la cuenca del río Bering en el mioceno y eoceno. En este último terreno se presentan, como ya hemos dicho, las principales cuencas. Pertenecen á las formaciones Kenay y Chiekaloon y á ellas corresponden las cuencas de Cook, Inlet y Matanuska. El carbón es principalmente lignito, aunque se presenta también el bituminoso y el subbituminoso.

En el cretáceo superior se presentan carbones subbituminosos y bituminosos en las cuencas de Yukon y Colville y de la misma calidad se presentan en el jurásico, cerca del cabo Lisburne y en Matanuska.

Y por último en el carbonífero se presenta en el piso pennsylvaniense carbón subbituminoso, en la cuenca de Yukon y en el piso mississippianense carbón bituminoso como á 30 millas al Sur del cabo Lisburne.

A continuación estampamos el cuadro que publican Brooks y Martín al final de su trabajo.

REGIONES	AREAS EN MILLAS CUADRADAS		CUBICACIONES EN MILLONES DE TONELADAS					
	Cuencas conocidas.	Cuencas posibles	Lignito.	Sub-bituminoso.	Bituminoso.	Semi-bituminoso.	Antracita y semi-antracita.	TOTAL
Costa del Pacifico.....	458	8 585	1.971	485	2	1.293	1.931	5.682
Región del interior.....	440	4.493	9.731	53	14	»	»	9.798
Vertiente ártica.....	312	3 059	910	3.143	»	60	»	4.113
TOTALES.....	1.210	16.147	12.612	3.681	16	1.353	1.931	19.593

Estados Unidos.

El estudio de las reservas de carbón de los Estados Unidos está hecho por Marius R. Cambell y se separa, en la forma de estar hecha la clasificación de los carbones y en la fijación de profundidad que ha de servir como factor para la cubicación, de las reglas dadas por el Comité del Congreso Geológico del Canadá. Pero son tan interesantes las consideraciones que hace en el trabajo, sobre todo en lo referente á la calidad del carbón, que el extracto que hacemos de dicho trabajo es más extenso del que generalmente hemos hecho en las demás naciones.

Los Estados Unidos están admirablemente surtidos de carbón de todas clases, desde el lignito más pobre hasta la antracita grafitica, teniendo todas las variedades intermedias. Su riqueza y rápida prosperidad nacional la han debido principalmente á poder abastecerse de buen combustible cerca de la costa del Atlántico, que ha servido de base para industrias fabriles. En estos últimos años el desarrollo se ha extendido hacia el Oeste y se han encontrado enormes cuencas de carbón en la región de las Montañas Rocosas y también en la costa del Pacífico, aunque aquí de extensión moderada.

Edad geológica de las cuencas.

El carbón de los Estados Unidos aparece en muchas formaciones geológicas desde la parte inferior del terreno carbonífero hasta el terciario medio. Las grandes cuencas del litoral de los Appalaches y del valle del Mississipi se compone casi por completo de carbones de la edad carbonífera, y á ésta corresponden también la región de antracita de Pensilvania y la de la isla de Roda.

Durante los períodos triásico y jurásico las condiciones para las formaciones carboneras prevalecieron solamente en una zona comprendida en la parte oriental de los Estados Unidos y hoy día sólo pequeños restos de estos depósitos se conservan en las cuencas de los ríos Deep y Dan en la Carolina del Norte y en las cuencas de Farmville y del Richmon en Virginia.

Por toda la parte occidental de los Estados Unidos, el período cretáceo fué preeminentemente el período que mejor se prestó á la formación de depósitos carboneros. Empieza el carbón en la formación Kootenay del cretáceo inferior de la parte septentrional del país y se extiende á través de la mayor parte de las formaciones del cretáceo superior incluyendo la denominada Laramie.

Las condiciones convenientes para las formaciones carboneras continuaron en el terciario, apareciendo estas en gran profusión en la época eocena, como está atestiguado por los grandes depósitos lignitíferos de la costa del Golfo en Texas y Arkansas, en los varios Estados de las provincias de las Montañas Rocosas, desde Nuevo Méjico en su parte septentrional hasta la línea del Canadá, y sobre todo, muy bien desarrollados en la parte septentrional de las provincias de la Gran Planicie en los Estados N. y S. de Dakota, al E. de la Montana y al NE. de Wyoming. Los carbones de esta época se extendieron también por bajo del declive occidental de lo que es ahora la Cascada Range á través del Estado de Washington, y en Oregón y California.

Los yacimientos de carbón más modernos de los conocidos son probablemente del período mioceno y se encuentran en cuencas lacustres aisladas en la parte N. de las Montañas Rocosas y también en pequeños sinclinales de la costa de California.

Aunque la edad geológica del yacimiento de carbón no tiene ninguna relación directa con la calidad del carbón en él contenido, sin embargo, los carbones cambian sus cualidades según su antigüedad, excepto donde el metamorfismo local los ha afectado y ha intervenido en lo que puede ser considerado como su desarrollo normal. Así, de un modo general, los carbones de grado más superior en carbono son característicos de las formaciones carboníferas de la parte oriental del país; los de grado medio son de las formaciones cretáceas de la provincia de las Montañas Rocosas, y los más inferiores son los carbones terciarios de la costa del Golfo, la parte N. de la Gran Planicie y ciertas partes de las provincias de las Montañas Rocosas y de la Costa del Pacífico.

Clasificación de los carbones.

Se han hecho muchas tentativas para hacer una clasificación que sirva para todo el carbón encontrado en este país. En el primer periodo de su desenvolvimiento industrial sólo se trabajaron los carbones de grado más superior de la parte oriental, y por eso sólo se han considerado éstos en un esquema de clasificación. Por último, sin embargo, el desarrollo se ha extendido hasta el extremo occidental y ahora comprende todos los grados de carbón, desde la antracita hasta el lignito. La primer tentativa de clasificación es la de Parsifor Frazer, y la fundamentaba en lo que llamaba *Fuel ratios*, que se puede traducir como la característica de un combustible ó sea el cociente de la división del tanto por ciento de carbono fijo por el tanto por ciento de materias volátiles. El esquema propuesto por Frazer, muy bien aplicado á los carbones usados entonces, ha sido aplicado, desde esa época hasta el presente, á los carbones del Este de los Estados Unidos.

En los muchos ensayos realizados con los carbones se han propuesto muchos esquemas de clasificación, basados en la composición química, pero hasta el presente ninguno de ellos ha tenido un éxito por completo satisfactorio. Algunos se aplican bastante bien á carbones de grado superior, y otros á los de grado inferior; pero ninguno se ha descubierto todavía que se aplique igualmente bien á ambas clases de carbones.

La clasificación basada en las características está bien establecida y se aplica muy bien en el comercio; por lo tanto se ha adoptado para la clasificación de carbones de grado superior; pero ningún esquema parecido se ha aplicado para los carbones de grado inferior y, por tanto, como después se dirá, éstos han sido clasificados por las cualidades físicas.

La práctica general hoy día establece el siguiente cuadro para la clasificación de los carbones de grado superior.

	Características.
Carbón bituminoso.....	0 á 3.
Carbón semibituminoso.....	3 á 6,5 (?).
Carbón semiantracita y antracita.....	6,5 (?) infinito.

En la aplicación práctica, este esquema de clasificación re-

sulta excesivamente dificultoso para llevarlo al detalle, por la razón de que no ha habido dos laboratorios que hayan obtenido resultados acordes.

Pero hoy día diversos Centros de los Estados Unidos se han preocupado de la cuestión y han dado reglas precisas para efectuar los análisis, y se espera que de aquí en adelante se obtengan resultados uniformes, aunque los análisis sean hechos por diferentes químicos y en distintos laboratorios.

El comercio, desde un punto de vista general, reconoce dos grandes grupos de carbones por bajo de la clase bituminosa. El más valioso de estos grupos está estrechamente aliado al carbón bituminoso; de suerte que se pasa del uno al otro por insensibles graduaciones. Estos carbones son negros, brillantes con frecuencia, y son comúnmente conocidos como "lignito negro", "carbón lignífero", lignito. Por regla general, tienen más humedad que el carbón bituminoso y menos que el perteneciente al grupo inmediato inferior; pero la humedad contenida en el carbón varía tan irregularmente, y depende tanto de las condiciones de la muestra, que no hay un criterio seguro en que basar las distinciones.

El grupo más inferior es de color pardo, generalmente de textura leñosa, y es conocido como "lignito", "lignito pardo", ó "carbón pardo".

Para evitar confusión se decidió adoptar el término "subbituminoso", como el del próximo grado inferior al bituminoso. Igualmente el término "lignito", fué adoptado para el de menor grado de todos, restringiendo su uso á aquellos carbones que son realmente de estructura leñosa ó que se acercan bastante en su constitución á la leña.

Los nombres de los grupos de carbón reconocidos ahora por la Inspección geológica de los Estados Unidos son los siguientes: I, antracita; II, semiantracita; III, semibituminoso; IV, bituminoso; V, subbituminoso, y VI, lignito.

Aunque los grupos IV, V y VI de la anterior esquema son generalmente precisos y distintos, en algunos casos su perfecta separación deja lugar á dudas; pero, sin embargo, en general tienen ciertos rasgos característicos que pueden servir como términos de comparación para todos los casos que se pueden presentar en la práctica.

El criterio para la separación del bituminoso IV del subbituminoso V es solamente apreciando la forma del desgaste que sufre el carbón por los agentes atmosféricos, criterio que tiene la ventaja de estar al alcance de la persona más inexperta y de aplicarse con gran facilidad.

Un carbón de grado superior presenta claramente las caras de crucero. Por el contrario, la ausencia de caras de crucero indica un carbón de baja clase, ya sea lignito ó subbituminoso.

La conservación de las caras no es, sin embargo, un guía infalible, porque el tiempo es un elemento que influye grandemente en la transformación del carbón, y frecuentemente el mismo resultado puede acaecer por una fuerza poderosa que actúe rápidamente, como por una débil actuando por largo tiempo.

Otra diferencia, y quizás de más importancia, es la manera de fracturarse al secarse. El carbón, cuando viene de la mina, casi siempre trae consigo una cantidad variable de humedad, de la cual se desprende pronto al exponerlo en una atmósfera seca. Al desaparecer la humedad se forman grietas que varían mucho, según la clase de carbón de que se trata. En el carbón bituminoso las grietas corresponden generalmente con las caras, y los fragmentos permanecen prismáticos en su forma, aunque se divida en pequeñas partículas, excepto en el caso del carbón cannel y algún otro.

El carbón subbituminoso, en casos excepcionales, como antes se ha dicho, puede tener juntas bien desarrolladas; pero, por regla general, son poco pronunciadas y aparecen sólo en los bloques mayores. Cuando se exponen al aire para secarse grandes trozos de carbón de esta clase, se contrae irregularmente, y cuando los fragmentos se separan, aparecen con un contorno irregular.

Aplicando el criterio deducido de las anteriores consideraciones á algunos carbones, se separarán bien los carbones bituminosos de los subbituminosos, aunque desde luego no hay líneas precisas de separación entre unos y otros.

El criterio para separar el lignito del carbón subbituminoso es solamente el del color, y, como puede esperarse, no hay punto de apoyo preciso. El lignito del Norte de Dakota es pardo generalmente, sin brillo y leñoso; pero hacia el Oeste se

cambia gradualmente en carbón subbituminoso, negro y brillante. El cambio del pardo al negro es gradual, y á medida que el lignito cambia de color, pierde su aparente carácter leñoso.

Clasificación de las formaciones carboneras.

Como tan gran parte de los Estados Unidos está incluida en las formaciones carboneras, ha sido imperioso clasificar á estas para la conveniencia de la descripción. Así la Inspección Geológica ha adoptado el siguiente plan de clasificación, extendiéndose desde las más grandes á las más pequeñas subdivisiones: 1, provincia carbonera; 2, región carbonera; 3, cuenca carbonífera; 4, distrito carbonero.

La provincia es considerada como la mayor subdivisión, y estudia las varias provincias de los Estados Unidos, empezando en el Este y extendiéndose hacia el Oeste en el orden siguiente: 1, provincia del Este; 2, provincia del Interior; 3, provincia del Golfo; 4, provincia del Norte de la Gran Planicie; 5, provincia de las Montañas Rocosas; 6, provincia de la Costa del Pacifico.

Cada una de estas provincias puede dividirse en varias regiones. como, por ejemplo, la provincia del Este en la región de antracita de Pensilvania; la región de la costa del Atlántico, abrazando los campos de carbón triásicos de Virginia y el Norte de la Carolina, y la región de los Appalaches, que se extiende desde el centro de Alabama al Norte de Pensilvania.

Igualmente la provincia del Interior se divide en la región del Norte, abrazando la cuenca de Michigan, una región al Este que comprende las cuencas de Illinois, Indiana y Kentucky; una región al Oeste, extendiéndose desde el centro de Iowa al Sur de Oklahoma, y una región al Sudoeste, en el Estado de Texas.

La provincia del Golfo es de poca importancia; pero puede dividirse en dos regiones, por lo menos: una, al Este, siendo denominada región del Mississippi, y la del Oeste, región de Texas.

La provincia del Norte de la Gran Planicie no está claramente separada de la provincia de las Montañas Rocosas; pero, en general, comprende las cuencas situadas al Este por comple-

to de las referidas montañas. Dentro de ellas están reconocidas: 1, la región Fort Union, que comprende los grandes campos de lignito del Norte de Dakota, Sur de Dakota, Este de Montana y la cuenca subbituminosa del Nordeste de Wyoming; 2, la región Black Hills; 3, la región Assiniboine; 4, la región Judith; 5, la región Denver, y 6, la región Montaña del Ratón del Colorado y Nuevo Méjico.

La provincia de las Montañas Rocosas se compone de muchas cuencas aisladas, siendo las más importantes las de Yellowstone de Montana; la de Bighorn de Wyoming; las de la región Uinta, de Utah y Colorado; la de la región del río San Juan, de Colorado y Nuevo Méjico, y la de la región Sudeste de Utah.

La provincia de la Costa del Pacífico es la más pequeña de los Estados Unidos, y no ha sido dividida en regiones.

Distribución de las varias clases de carbón.

Antracita.—El carbón de más alto grado en carbono de los Estados Unidos es la antracita grafitica de la cuenca Naragansett y la isla de Roda, correspondiente al período carbonífero, y está tan alterado y cortado por venas de cuarzo, que tiene poco valor como combustible. El mayor surtido de verdadera antracita lo proporciona la zona del Este de Pensilvania, donde la calidad del carbón se debe al metamorfismo de la región. Hay, además, pequeñas zonas de antracita esparcidas por el Oeste, debida también principalmente á metamorfismos locales.

Semiantracita.—Esta clase de carbón está poco desarrollada en los Estados Unidos. Se produce principalmente de un modo comercial en el condado Sullivan, Pensilvania; pero el carbón de esta clase aparece en el mercado con el nombre de antracita. También se halla la semiantracita al Este de la región principal de los Appalaches, en el Estado de Virginia; pero las capa son generalmente estrechas y el carbón es algo impuro.

Se cita también esta clase de carbón en la parte oriental del campo Arkansas, pero el área es limitada y escasa la producción.

Carbón semibituminoso.—El carbón semibituminoso abunda en los Estados Unidos. Aparece en cuatro cuencas á lo largo de la margen oriental de la región de los Appalaches, donde el

metamorfismo ha producido un carbón de clase un poco superior al corriente en el Oeste y también en Arkansas. Las cuencas importantes de carbones semibituminosos son la de Clearfield, de Pensilvania; la de Georges Creek, de Maryland; las de Río Nuevo y Pocahontas, de Virginia, y las del Oeste de Virginia y de Arkansas. El carbón de esta clase es también conocido en Colorado y otros Estados occidentales; pero es explotado solamente en pequeña escala actualmente, y no ha alcanzado la importancia comercial que tiene en los Estados del Este.

Carbón bituminoso.—La inmensa mayoría del carbón comercial de los Estados Unidos pertenece á esta clase. La mayor parte del carbón de la región de los Appalaches es bituminoso, igual que el de la región del Norte de Michigan, la región oriental de Indiana, Illinois y Kentucky, la región occidental de Iowa, Missouri, Kansas y Oklahoma, y la región Sudeste de Texas.

También aparece en varias regiones de la provincia de las Montañas Rocosas, sobre todo en la región Montaña del Ratón, del Colorado y Nuevo Méjico, la gran región Uinta de Colorado, la región SE. de Utah y los carbones más bajos de las regiones Río Verde y Nans Fork de Wyoming; también se encuentra en cuencas de poca extensión en Montana, incluyendo en ellas las de la región de Judith. Cuencas de esta clase de carbón son extensamente explotadas en Washington, en los lados E. y O. de Cascade Range y también, en una sola localidad, en el Estado de California.

La calidad del carbón varía mucho de unos sitios á otros. Dentro de la clase bituminosa se reconocen muchas variedades especiales de carbón, de las cuales la más importante, desde el punto de vista comercial, es el carbón de cok. Este carbón en donde es más abundante y seguramente en donde más se explota, es en el SE. de Pensilvania, de donde se saca el célebre cok de Connellsville. El carbón de cok se halla también en el N. de la parte O. de Virginia, en los distritos de Río Nuevo y Kanawha por encima de Charleston, y en los campos de Pocahontas y Big Stone Gap de las partes SE. y O. de Virginia. También aparece en las cercanías del Cabo Cumberland en la zona SE. de Kentucky, en una pequeña extensión á lo largo de la margen E. de la región y en las cercanías de Birmingham, Alabama.

En la región oriental de la provincia del Interior el carbón de cok es escaso y más bien de mala calidad.

En la parte N. de la provincia de la Gran Planicie se halla carbón de cok en cantidad limitada en la región Black Hills y también en una parte de la región Judith de Montana. El carbón de cok se halla en la región Montaña del Ratón, del Colorado y Nuevo Méjico. En las provincias de las Montañas Rocosas se encuentra carbón de esta clase en las cercanías de Durango, en la parte SE. del Estado y cerca de Glenwoos Springs, en el Gran Río, en la parte occidental. En Utah y otras regiones se presentan cuencas de esta clase de carbón, pero tienen menos interés que las anteriores y, en general, el cok resulta de peor calidad.

Al hacer la siguiente valoración del tonelaje de carbón existen en los varios Estados y cuencas se han tomado 14 pulgadas inglesas como espesor mínimo de las capas á considerar. Igualmente se han adoptado 3.000 pies como límite de la profundidad á que se puede trabajar en las actuales circunstancias.

PROVINCIAS	RESERVAS EN MILES DE TONELADAS						TOTALES	Carbón entre 3.000 y 6.000 pies
	Lignito.	Subbituminoso.	Bituminoso.	Semibituminoso	Antracita y semiantracita.			
Del Este	»	»	457.543.100	42.365.000	19.873.300	519.781.400	»	
Del Interior.....	»	»	479.377.200	1.112.800	963.000	480.859.000	»	
Del Golfo	20.952.700	»	»	»	»	1.175.362.800	»	
Norte de la Gran Planicie ...	965.902.400	168.123.600	41.336.800	»	»	20.952.700	»	
Montañas Rocosas ..	»	643.696.400	325.371.900	»	463.600	969.531.300	604.900.000	
Costa del Pacifico	»	48.511.100	10.380.700	»	21.100	58.912.900	»	
	986.855.100	860.855.100	1.314.009.300	43.477.800	20.721.000	3.225.394.100	604.900.000	

Méjico.

Roberto T. Hil estudia en el libro *Las reservas mundiales de carbón* las correspondientes á Méjico. Existe en aquel país carbón en tres edades geológicas distintas: triás, cretáceo y terciario.

En el triás se presenta la cuenca más importante de este terreno en los Estados de Peubla y Oaxaca. El carbón es antracitoso con sólo 5,50 por 100 de materias volátiles y con el defecto de llegar á 20 por 100 la proporción de cenizas. Se presentan en este terreno, también, las cuencas del distrito de Yaqui y de Santa Clara.

En el cretáceo se presenta la cuenca más potente de Méjico y la única que se encuentra en explotación. Se halla en el Estado de Coahuila, en la cuenca del Río Grande y de su afluente el Sabinas, y es prolongación de las cuencas de las Montañas Rocosas de los Estados Unidos, siendo la única que ha sido respetada en este país por la activa denudación. Se presenta el carbón en el subtramo Montana del cretáceo superior. Dentro de esta zona se explota el carbón en distintas cuencas, como las de Eagle Pass, Sabinas y Esperanza. En Sabinas hay dos capas de 1,20 á 1,80 de espesor, en Esperanza existen tres con un total de carbón de dos metros. La calidad del carbón varía de unos sitios á otros. En Sabinas y Esperanza tiene 21 por 100 de materias volátiles y en Eagle Pass, 39 por 100. Existen, además de las indicadas, otras zonas de Méjico donde se presenta el carbón en el cretáceo como en La Morita, en las Montañas de Sierra Rica, etc.

Por último, en la costa Este de la gran planicie mejicana se observan cuencas terciarias lignitíferas, prolongación al parecer de la del Estado de Texas, de los Estados Unidos, aunque ni por la calidad ni por la cantidad pueda existir comparación. Aparece el carbón en muchas localidades entre Laredo y el Istmo de Tehuantepec.

No se presenta en el trabajo sobre Méjico cubicación alguna.

Chile.

El estudio sobre los depósitos hulleros de este país está hecho por Miguel R. Michado, Jefe de la Sección de Geología en el Museo Nacional de Chile. Sin embargo, la cubicación de sus reservas carboneras la presenta J. de Fuenzalida, Director General de Obras Públicas, Geografía y Minas.

Según Michado, el carbón de Chile se presenta en el período terciario y debe alcanzar hasta la parte alta del cretáceo superior. Parece existe semejanza entre la cuenca de Chile y otras de los Estados Unidos, dato muy interesante para el estudio tectónico de América. El carbón se presenta en las provincias de Concepción y Arauco principalmente. Dividen allí la cuenca carbonera en tres pisos. El inferior nombrado Quiriquiniano, comprende los depósitos de la zona Quiriquina de la provincia de la Concepción. El medio, llamado Lautariano, comprende la zona de Santa María de Arauco, y el superior, designado Lebusiano, abarca los terrenos situados al S. del Golfo de Arauco.

En los alrededores de la isla Quiriquina hay varias minas de carbón en donde se explotan pequeñas cantidades. Se presentan de una á tres capas; pero generalmente sólo explotan una. El carbón tiene de 36 á 50 por 100 de carbono fijo, y, salvo excepciones, de 34 á 41 por 100 de materias volátiles y de 5.600 á 7.000 calorías determinadas por el procedimiento Mahler.

La cuenca de la isla Santa María es la más importante de Chile. Abarca una extensión terrestre de 2.371 quilómetros cuadrados y submarina de 475. Se distinguen en ella dos zonas, una al N. y otra al SO. del Golfo de Arauco. El carbón contiene de 5.500 á 6.500 calorías Berthier, de 50 á 60 por 100 de carbono fijo, de 28 á 43 por 100 de materias volátiles y de 2 á 11 por 100 de cenizas. Existen varias minas en explotación nombradas *Buen Retiro, Puchoco, Schwager, Puchoco Rojas, etc.*

En la zona del S. de Atauco se presentan también varias

minas que tienen interés. Son carbones de 6.500 á 7.500 calorías y de 50 á 60 por 100 de carbono fijo.

Por último, en la zona de Cebú existen otras minas en explotación. Se han reconocido ocho capas, de las cuales tres son explotables con espesores medios de 1, 0,70 y 1,50 metros. Este carbón tiene pirita de hierro que por su oxidación lo inflama.

Se cita también carbón al S. de Chile en la cordillera de Nahuelbuta y en los Andes.

Las reservas en carbón de Chile dadas por el Sr. Fuenzalida son las siguientes:

ZONAS	Provincias.	Reservas en toneladas.
Talcahuano.....	Concepción.	150.000.000
De Lota y Coronel.....	id.	60.000.000
Arauco.....	Arauco.	1.872.000.000
		2.092.000.000

Otros países de América.

En Groenlandia el carbón se presenta en las edades secundaria y terciaria. En la costa occidental se ha encontrado en la isla de Disko y península de Nugsuaks. Las cuencas de la primera corresponden al cretáceo y las de la segunda al terciario. Muestras del carbón hallado dan de 45 á 50 por 100 de materias volátiles. En la costa oriental fué encontrado el carbón por la segunda expedición polar alemana en las islas de Kulm y Sabina y han referido el carbón de la primera al jurásico y el de la segunda al terciario.

En Guatemala el Director General de Minas Manuel Le-mus cita que en su país se encuentran algunos lignitos en los departamentos de Chimaltenango, Santa Rosa, Izabal, Atta Verapaz é inserta algunos análisis que demuestran que los lignitos contienen de 32 á 39 por 100 de materias volátiles.

De Salvador D. Santiago Barberana sólo indica que se conoce el carbón en Ilobasco, en el valle de Friars del río Lempa.

En Costa Rica, Mr. Frank N. Cok, antiguo cónsul inglés, cita el carbón en San José.

En Santo Domingo y Haití, Mr. E. M. Garston H. B. M., Cónsul general, manifiesta que lignito bituminoso ha sido hallado en el distrito de Samana, en la parte oriental de la Isla. Lo refiere á la edad terciaria.

Unas pocas líneas dedica M. De Montis al estudio de las reservas de Honduras. En este país no se explota ninguna cuenca, por dificultades del transporte. A cinco millones de toneladas asciende la cubicación de sus reservas. Las cuencas están situadas en los distritos de Tegucigalpa, El Paraíso, Faro, Gracias y El Valle. Su carbón corresponde á las clases B₂ y D.

El Secretario de Agricultura del Panamá da una nota sobre las reservas de este país. Las cuencas de carbón se observan en la provincia de Bocas del Toro, en la costa y en el interior. En la costa aparece el carbón en las playas de la bahía de Shepard y en las islas del lago Chiriquí, principalmente en la denominada Popa. El estar rotas las cuencas por erupciones volcánicas las hace perder interés comercial. Su carbón contiene sólo 30 por 100 de carbono fijo, gran cantidad de humedad y 43 por 100 de materias volátiles. En las cuencas del interior, en la provincia de Bocas del Toro, el carbón contiene una tan fuerte proporción de azufre, que lo hace inaprovechable. Llega en un análisis dado á 6,36 por 100.

Se encargó de hacer el estudio de la isla de Trinidad A. P. Calherall, y no da cubicación de sus reservas de carbón. Cita como cuenca más importante la terciaria del distrito de Cunapo, donde han sido bien reconocidas dos capas que varían de 0,60 á 1,50 de espesor en carbón. La calidad de éste es la de un buen lignito. Se cita también en el trabajo la cuenca del distrito del Este.

El Dr. J. W. Edvans ha dado una nota adicional sobre este país, en la que cita una capa de carbón con intercalaciones de sulfato de calcio, y que se presenta frecuentemente alterado su color por la presencia de óxido de hierro. A veces por la calidad se puede considerar un carbón cannel, y, en general, tiene 38 por 100 de materias volátiles y 34 de carbono fijo. Contiene mucho azufre.

Unas notas ha dado sobre Colombia F. Pereira Gamba. En

este país las cuencas están inexplotadas, y son, probablemente, de formación postcretácea. La más importante es la de Cauca y Valle, que se la calcula unas reservas de 20.000 millones de toneladas, siendo 27.000 millones los que se asignan á todo el país. La calidad del carbón clasifica á éste en la clase B₂. La área de la cuenca es muy extensa, y se conocen tres capas de carbón explotables. Las otras cuencas citadas son las de Cundinamarca y Boyacá, Antioquia y Narino. La clase de carbón corresponde también á B₂.

De las reservas de carbón de la República Argentina dice E. Hermitte que, aunque se conoce el carbón en diversas regiones de aquel país, en ninguna ha habido hasta ahora explotación. Únicamente en Salagasta, en la provincia de Mendoza, ha comenzado la exploración, pero los resultados han sido incompletos é inciertos. A cinco millones hace ascender la cubicación de las reservas de este país. El análisis del carbón arroja resultados muy variables. La proporción de materias volátiles varía entre 20 y 33 por 100, y la de carbono fijo, de 48 á 67 por 100. Las calorías oscilan entre 5.400 y 7.200. Se cita también el carbón en la provincia de San Juan y en el territorio de Neuquen.

En Venezuela, Mr. J. B. Bauce ha enviado algunos datos sobre la importancia carbonera de aquel país. Cita sólo dos cuencas como trabajadas en aquel país, la de Naricual, cerca de Barcelona, y la de Coro. En Naricual se conocen hasta seis capas con espesores entre 0,50 y 3,10 metros, y con carbones cuyas materias volátiles oscilan entre 32 y 43 por 100, y cuyo carbono fijo varía entre 45 y 66 por 100. Una capa fué cubicada en 5.500.000 toneladas. La cuenca de Coro ha sido trabajada en pequeña escala, y tiene como ventaja el estar situada á sólo 12 ó 15 millas del mar.

La Legación de Wáshington en el Ecuador ha informado al Comité ejecutivo del Congreso sobre las reservas de carbón de aquel país. Da cuenta de los considerables depósitos de buen carbón de las provincias de Cañar, Mangan y Biblian, que hasta el presente no han sido explotadas. Cita también las antracitas del Norte de Quito, en San Antonio de Pomasquí.

El Comité ejecutivo del Congreso ha tomado los informes que da sobre las reservas de carbón del Perú del libro de don

Camilo B. Borlkjof titulado *Cuencas carboneras del Perú*. En muy pequeñas proporciones han sido trabajadas las cuencas de este país, aunque se conozcan más de 50 y se pueda considerar que asciende el contenido de ellas á 1.000 millones de toneladas. Entre las cuencas citadas están las de los departamentos La Libertad, Cajamarca, Lima, Junín y otras muchas, abundando en ellas la antracita.

De un trabajo de I. C. White, miembro de la Comisión carbonera del Brasil, ha tomado el Comité ejecutivo del Congreso los datos referentes á este país. Las cuencas carboneras se presentan ocupando una gran parte del Sur del Brasil, en las formaciones Karroo y Gondwana que se extienden por el Africa Meridional y por la India, y se cree que en parte de la República Argentina. Se presenta el carbón en los bancos permocarboníferos y triásico, que constituyen el sistema llamado de Santa Catalina, principalmente alternando con las pizarras y areniscas que forman las series de Tubarao. Se citan en el trabajo varias localidades que presentan capas de importancia, pero con el inconveniente de que el carbón contiene muchas cenizas y mucho azufre. En el Norte del Brasil, en la provincia de Pernambuco, ha sido descubierta recientemente en el carbonífero una cuenca de interés. El carbón contiene 58 por 100 de carbono fijo y 18 por 100 de materias volátiles.

Los datos de Bolivia están sacados de una monografía de D. Pedro Aniceto Blanco, Jefe de la sección de Estadísticas en La Paz. Las cuencas carboneras se encuentran en la península de Copacabana, en el lago Titicaca. Parece que corresponden al Millstone Grit. Las capas son estrechas y contienen impurezas.

En Uruguay se cita el carbón en la región Norte y en la frontera brasileña.

De la Guayana inglesa, Paraguay, Honduras inglesa, Nicaragua, islas Bahamas, Cuba, Granada, San Vicente y Leeward las informaciones recogidas por el Comité ejecutivo del Congreso han dado por resultado que no se conoce el carbón explotable en ninguno de aquellos países.

CAPITULO SEXTO

OCEANIA

Australia.

Los distintos Estados del continente Australiano que juntamente con la Tasmania, separada sólo de aquél por el estrecho poco profundo de Bass, forman el gran dominio inglés de Oceanía, han sido estudiados separadamente en el libro que nos ocupa. El estudio de las reservas en carbón del Estado más populoso, Nueva Gales del Sur, es debido al geólogo de su país Edward F. Pittman. Los datos del Estado de Victoria han sido recopilados por el departamento de Minas. El estudio de Queenslandia fué encomendado á B. Dunstan, geólogo al servicio de aquel país. Las reservas en carbón de Australia del Sur fueron examinadas por S. Keith Ward, geólogo del Gobierno. Las de Australia del Oeste por Henry P. Woodward, y por W. H. Twelvetrees están hechos los estudios correspondientes á Tasmania. Hagamos un resumen por separado de los trabajos de los distintos Estados.

En Australia tienen gran importancia las cuencas carboníferas y hoy día alcanzan producciones importantes, por estar atravesadas por una extensa red de ferrocarriles.

Nueva Gales del Sur.—Desde el carbonífero al plioceno hay depósitos de carbón en Nueva Gales del Sur. En el carbonífero el carbón es de mala calidad é inaprovechable. Las cuencas del permo-carbonífero son las más importantes de esta región. Los depósitos secundarios que aparecen en los ríos Cla-

rence y Richmond y que corresponden á las series jurásica, jura-triásica y triásica, encierran un carbón con fuerte proporción de carbono fijo; pero su gran proporción de cenizas le hace sólo utilizable para usos locales. La falta de exploraciones ha impedido dar cubicación. Las cuencas terciarias de Kiandra, Gulgong Chouta, etc., no han sido trabajadas y no tienen por ahora importancia comercial.

Como vemos, en Nueva Gales del Sur sólo las cuencas permo-carboníferas tienen verdadero interés y son las que únicamente se han tenido en cuenta al hacer el estudio de las reservas de carbón.

Según el trabajo de Mr. Pittman, de los siete tramos en que se ha dividido la serie permo-carbonífera, sólo tres pueden ser productores de carbón. El más superior, ó de Newcastle, de 430 á 450 metros de espesor, contiene 10 capas de carbón y 10 á 12 metros de espesor, de carbón. El tramo medio, ó de Tomago, tiene de 150 á 540 metros de espesor y encierra seis capas de 1 á 2,10 de espesor, con una potencia total en carbón de 5,40 metros, y, por último, el tramo inferior, ó de Greta, con un espesor total de 45 á 150 metros, tiene de carbón seis metros de potencia total entre todas las capas. Considera también que la mayor riqueza de carbón está en los dos tramos primeros, y en el cuadro resumen que estampamos al final de la Australia transcribimos las cifras de Mr. Pittman

El carbón pertenece á la clase B₃ y es bastante semejante de unas cuencas á otras. Contiene de 32 á 41 de materias volátiles, de 50 á 53 de carbono fijo, de 1,84 á 2 de humedad y de 6 á 12 de cenizas. La composición del carbón de la parte Sur del tramo superior es diferente; contiene 26 por 100 de materias volátiles y 64 por 100 de carbono fijo.

Victoria.—La cuenca de Gippsland es la más importante; su carbón es de la clase B₃. Cita también las cuencas de Olway y Merino. Llevamos nuevamente al lector al cuadro del final de Australia.

Queenslandia.—En este Estado las cuencas carboníferas ocupan mucha extensión: 73.000 millas cuadradas, ó sea un 11 por 100 de su superficie total. Sin embargo, las zonas con carbón aprovechable se calculan en 20.000 millas cuadradas.

Aparece el carbón en tres importantes períodos geológicos:

cretáceo, triás jurásico y permo-carbonífero. El cretáceo se presenta en el O. y SO. del Estado y aparece el carbón, en número grande de localidades, en el tramo superior y con poca importancia industrial.

En el SE. aparecen las cuencas jura-triásicas, siendo su límite E. el mar entre las bahías de Moretón y Hervey. Son atravesadas por algunos ferrocarriles.

Las cuencas permo-carboníferas se presentan en la zona central del Estado y son atravesadas por los ríos Dawson, Mackenzie, Isaacs y Bowen y por algunos ferrocarriles.

Entre todas estas manchas de carbón descuellan por su importancia la permo-carbonífera de la cuenca del río Mackenzie y sobre todo la parte denominada de Mammoth, por su extensión y sus reservas de combustible. Su carbón es de la clase B₂. Tiene 14 por 100 de materias volátiles, término medio, variando su proporción entre 7 y 24 por 100 y la proporción de carbono fijo entre 43 y 81, pudiéndose tomar como media 77 por 100. Le sigue en importancia la cuenca, también permo-carbonífera, de Clermont, con carbón de la clase B₂ con 32 por 100 de materias volátiles.

Entre las cuencas jura-triásicas preponderan las del grupo de Burrum Ipswich y las de Callide-Creek, con carbón de la clase B₂.

Mr. Dunstem agrega á sus interesantes notas y cuadros una bibliografía sobre el carbón de la Queenslandia que debió ser imitado en todas las memorias del libro. También en el trabajo se hace la clasificación de reservas en actuales, probables y posibles, y el Comité que imprimió el libro ha sumado las cifras de las dos primeras columnas considerándolas como actuales y como probables la de posibles.

Australia del Sur.—En el Sur de Australia el carbón se presenta en el jurásico, en el infracretáceo y en el período terciario. Sólo el de la cuenca de Leigh Creek, enclavada en el primero de dichos terrenos, tiene importancia hasta el presente. Es un carbón de 27 á 33 por 100 de materias volátiles, de 38 á 41 de carbono fijo, de 17 á 18 de agua y bastantes cenizas. Es cuenca que está en exploración y en comienzos su explotación. No dan cubicación de las reservas de carbón de este Estado.

Tasmania.—En la preciosa isla de Diemen el carbón se presenta en el permo-carbonífero, en el jurásico y en el terciario.

En el extremo NO. de esta isla se encuentran los manchones permo-carboníferos de Mersey y Don, Preolenna, Sierras Altas del Oeste y Río Henty; y en el extremo Sur el manchón de Monte del Cisne é isla de Bruni. El máximo espesor de esta cuenca es de 600 metros. Grandes diques de diabasa la trastornan en algunos sitios.

El carbón de las cuencas de Mersey, Don, Preolenna y la de Barn Bluff en las tierras altas del Oeste, se caracteriza por su gran proporción de materias volátiles, 40 á 55 por 100; en las de Barn Bluff constituye un verdadero *cannel*. La proporción de carbono varía entre 36 y 51 por 100. El carbón del Monte del Cisne tiene 63 por 100 de carbono fijo y 13,2 por 100 de materias volátiles. Algunos combustibles tienen mucho azufre.

Más importancia tiene en Tasmania el carbón secundario. Existen dos grupos de cuencas: unas situadas al N. y E. de la isla y otras situadas al S. Entre las primeras las del Monte Nicholas y Fingal son las que tienen más importancia. Existen seis ó siete capas con espesores variables entre 0,90 y 3 metros. El carbón tiene de 46 á 56 de carbono fijo y de 26 á 31 de materias volátiles. Existen también en este grupo las cuencas de Monte Rex, Rigney, Dalmain, Llandaff-Seymour, Colebroock y otras varias. El carbón en general contiene de 25 á 35 por 100 de materias volátiles y de 45 á 60 de carbono fijo. Sin embargo, el carbón de las cuencas de los llanos de York y Mike Horwe contiene de 62 á 65 de carbono fijo y de 13 á 18 por 100 de materias volátiles.

Entre las cuencas situadas al S., las de Recherche y Catamarán tienen importancia. El carbón de la bahía de Recherche tiene 54 por 100 de carbono fijo y 26 por 100 de materias volátiles y muy fuerte proporción de cenizas. El carbón de Catamarán es más limpio y tiene de 56 á 57 de carbono fijo y 24 á 28 de materias volátiles.

Las cuencas de Lawrenny-Langloh, Sandfly y Bahía de Ida también son de interés. En las dos primeras el carbón contiene de 46 á 55 de carbono fijo y de 23 á 29 de materias volátiles y, en general, con muchas cenizas. El de la Bahía de Ida no con-

tiene más que 12 por 100 de materias volátiles. Estas cuencas no tienen interés por ahora.

El centro de la isla está sin explorar.

Existen en Tasmania, próximas á la cuenca de Mersey y Don, pizarras sumamente bituminosas que tienen bastante importancia.

Australia del Oeste—Hasta ahora no se cita en este desconocido Estado otra cuenca que la de Coollie, situada junto al río de este nombre y á 160 kilómetros de la capital, Perth. La edad ha sido muy discutida. Unos geólogos atribuyen los depósitos al período jurásico y otros al permo-carbonífero. El carbón contiene 55 por 100 de carbono fijo y 18 por 100 de materias volátiles.

A continuación insertamos el cuadro á que hemos hecho referencia al tratar de los distintos Estados de Australia.

va Zelanda; aquella cuyas reservas actuales son más altas. Su carbón, además, es de buena calidad; contiene de 51 á 61 de carbono fijo, de 34 á 42 por 100 de materias volátiles; es limpio, aunque contiene azufre, y su potencia calorífica es altísima: varía de 7.100 á 8.200 calorías.

En Charleston Brighton hay cuencas muy interesantes. Canterbury contiene grandes reservas y es una de las provincias que tienen porvenir carbonero. Contiene su carbón de 40 á 44 por 100 de materias volátiles. Sus impurezas y su poder calorífico de 4.400 á 5.200, rechazan una activa explotación.

En las provincias de Otago y tierras del Sur existen numerosas manchas carboneras, generalmente correspondientes al período terciario; su carbón corresponde á la clase D₂ con pocas cenizas, pero acompañándole siempre el azufre.

A continuación transcribimos, modificado y resumido el cuadro que obra en el trabajo de Mr. Morgan.

CUENCAS	Clase de carbón.	RESERVAS EN MILLONES DE TONELADAS		
		Actuales.	Probables.	Totales.
<i>Isla del Norte.</i>				
Waikato	D ₁	141	432	573
Otras cuencas	C D ₁	35	339	374
<i>Isla del Sur.</i>				
Nelson	C D ₁ D ₂	23	261	284
Buller-Mokihinui	C	221	38	259
Greymouth	B C D ₁	224	476	700
Canterbury	D ₂	28	104	132
Provincias del Sur	D ₁ D ₂	317	735	1 052
Otras cuencas	C D ₁	12	»	12
TOTALES		1 001	2 385	3.386

Filipinas.

El estudio de las reservas de carbón de las islas Filipinas es debido á Mr. F. A. Dalburg, bajo la dirección del Dr. Warren D. Smith, Jefe de la División de Minas.

En primer lugar hace una reseña histórica que coincide, exactamente, con los datos dados por el Ingeniero de Minas

español, D. José Centeno García, en su folleto *Memoria Geológico-Minera de las islas Filipinas*, publicado en 1876. Según el Sr. Centeno, los primeros descubrimientos de carbón fueron hechos en 1827, en la isla de Cebú, siendo Alcalde Mayor de aquella provincia D. Manuel Romero. En 1842 se hizo el descubrimiento de la cuenca carbonera de la isla Batán por el entonces Gobernador D. José María Velarde. A estos descubrimientos siguieron otros en otros parajes y fueron tenidos en cuenta por el Gobierno español que ordenó se hicieran ensayos en los laboratorios y en la Marina, llegando á conocerse así las principales cuencas carboníferas y explotándose, sin gran intensidad, algunas de ellas.

Hoy, según datos de Mr. Dalburg, sólo hay dos cuencas en explotación: la de la isla de Batán y la de Danao en la isla de Cebú.

Después de la reseña histórica, se transcribe un estado de la estratigrafía de las islas Filipinas, debido al Dr. Warren D. Smith y se une un mapa geológico de las referidas islas.

A continuación manifiesta la extensión y distribución de las cuencas carboníferas y cita las cuencas de las islas de Luzón, Cebú, Batán, Polillo, Mindaro, Masbate, Mindanao, Samar, Negros y Dinagat.

La cuenca de la isla de Batán es la más importante. Está situada cerca del mar y su explotación es fácil. Las capas de carbón están enclavadas en el terreno mioceno entre areniscas y pizarras y el combustible está constituido por lignito de las clases D₁ y D₂. Contiene el carbón algo de pirita y á veces resina fósil. La extensión, donde se conoce carbón, abarca unas 12 millas cuadradas y se estiman las reservas actuales y probables en 26.273.600 toneladas, de las cuales 25.996.000 corresponden á lignito D₁ y las restantes á la clase D₂.

En la isla de Cebú se observan diversas cuencas carboníferas repartidas en las distintas manchas terciarias allí existentes. Unen un mapa con la distribución del carbón en la isla que, en la parte geológica, es reproducción exacta del publicado por D. Enrique Abella Casariego en su obra *Rápida descripción geológica y minera de la isla de Cebú*. En cuatro zonas importantes dividen esta cuenca: Camujumayán, Camansi, Montedicos y Uling. Detalles de estas formaciones se pueden leer

en el libro antes dicho. Alcanzan entre todas una extensión de 22 millas cuadradas y contienen unas reservas en carbón entre actuales y probables de 30.241.000 toneladas de carbón lignito, clase D₁.

Las otras cuencas que hemos citado tienen por ahora menor interés industrial. Su carbón es lignito de la clase D₁, menos el de Mindanao que es de la clase D₂. Entre todas ocupan una extensión de 18 millas cuadradas, y contienen 9.821.200 de reservas entre actuales y probables.

Se pueden resumir así las reservas de carbón de las islas Filipinas.

CUENCAS	CUBICACIÓN EN TONELADAS		
	Actual.	Probable.	Total.
Batán.....	3 401 600	22 872 000	26 273 600
Cebú.....	800 000	29 441 500	30 241 600
Polillo.....	»	1 331 200	1 331 200
Masbate.....	»	612 000	612 000
Mindanao.....	»	3 628 000	3 628 000
Mindoro.....	»	4 096 000	4 096 000
Luzón.....	154 000	»	154 000
TOTALES.....	4 355 600	61 980 800	66 336 400

Otros Estados de Oceanía

La posesión inglesa del N. de Borneo y las Indias Holandesas son los únicos Estados de la Megalonesia de los que se ocupa con detalle el libro *Las reservas mundiales de carbón*. El estudio de la primera es debido al sabio geólogo Dr. Evans. Cita cuencas en todos los periodos terciarios y en el moderno. Sus reservas actuales las calcula en 5,6 millones de toneladas y las probables en 70 millones.

El estudio de las Indias Holandesas es debido a E. A. Douglas. Considera imposible dar idea de la distribución del carbón en este Estado á causa del desconocimiento que se tiene de una gran parte de él. Estudia las cuencas de las islas de Sumatra, Java y Borneo.

En la isla de Sumatra hay cuencas de importancia en el eo-

ceno y en el mioceno. Entre las primeras sobresalen por su interés las de Sigaloet y Soengli-Doerian en el departamento de la costa Oeste de la isla. La explotación en esta última cuenca fué de 406.508 toneladas en 1911. En el mioceno y plioceno también hay algunas cuencas de interés, aunque no tengan ni con mucho la importancia de las anteriores; la de Benkoelen es la principal. En algunos sitios por erupciones de basalto se transformó el carbón en cok.

En la isla de Java se presentan cuencas eocenas en Bantam principalmente, oligocenas con carbón de muy mala calidad cerca de Nanggoelan y miocenas en Bodjong Manik y otras localidades.

En la isla de Borneo en el eoceno se presentan las cuencas de la región de Martapoera y la de Poeloe Laut que tiene mucho interés. Su carbón contiene de 59 á 65 de carbono fijo y de cinco á seis de hidrógeno. Contiene muchas cenizas. En el mioceno se presentan las numerosas cuencas de Koetei, cuyo carbón contiene 56 á 60 por 100 de carbono fijo, 24 de materias volátiles y de 11 á 18 de agua, y muy pocas cenizas.

A continuación hemos hecho un extracto del cuadro presentado por Douglas haciendo la separación de las reservas de carbón por islas y por terrenos geológicos, haciendo la advertencia que arroja el resultado de este cuadro una diferencia de 105 millones de toneladas con el cuadro resumen del Comité inserto al principio del libro *Las reservas mundiales de carbón*.

LOCALIDAD	Edad geológica.	Clase de carbón.	RESERVAS EN MILLONES DE TONELADAS		
			Actuales.	Probables.	Totales.
<i>Sumatra.</i>					
Sigaloet...	Eocena.	C	»	110	110
Soengei Doerian...	Id.	C	»	140	140
Otras cuencas...	Id.	C	»	44	44
Benkoelen...	Miocena.	C	»	3	3
Otras cuencas...	Id.	D D ₂	»	0,6	0,6
<i>Java.</i>					
Bantam...	Eocena.	C	»	3	3
Nanggoelan...	Oligocena.	D ₁	»	1	1
Bodjoon Manik...	Miocena.	D ₁	»	3	3
Otras cuencas...	Id.	D	»	0,7	0,7
<i>Borneo.</i>					
División Martapoera..	Eocena.	D ₁	31,8	»	31,8
Poeloe Laoet.....	Id.	»	300	»	300
Koetel.....	Miocena.	»	448	337	780
TOTALES.....			774,8	642,3	1.417,1

Con la descripción de las cuencas de las regiones antárticas, contribuye en una pequeña é interesante nota á la formación del libro, Mr. T. W. Edgeworth David, Profesor de Geología de la Universidad de Sydney.

Ha sido el carbón reconocido en el Monte Buckley á la latitud 85° 5' y 5", y longitud 164° E. y en el Helero Mackay á la latitud 75° S. longitud 162 E.

Una muestra de carbón obtenida por Frank Wild que formó parte en la expedición de Shackleton en Diciembre de 1908 fué analizada y dió por resultado contener 68,84 de carbono fijo, 14,57 de materias volátiles, 13,43 de cenizas y 3,16 de humedad. En las distintas excursiones han traído datos interesantes sobre las cuencas antárticas, pero insuficientes para hacer una cubicación que tenga algún viso de fundamento.

De otras islas de Oceania sólo son citadas por Mr. Douglas en su trabajo sobre las Indias Holandesas las cuencas de Bergregentschappen y Enrekang en las preciosas islas holandesas de Célebes. Su carbón es de las clases C y D. Entre las numerosas islas Molucas sólo cita las cuencas de las islas de Ceram ó Serang y Boela.

De la mayor isla de Oceania, Nueva Guinea, en la que holandeses, ingleses y alemanes empiezan á explorar y colonizar tan desconocido país, existen sólo las cuencas en terreno holandés de Karavaboe, Seget, Sebjar, Manberamo, Denambring y río Noord y refieren el carbón á la clase D.

INDICE DE LOS TRABAJOS CONTENIDOS EN EL TOMO XXXV DEL BOLETIN

PRIMERA PARTE

	<u>Páginas.</u>
Prólogo.....	13
Plan del Congreso. Idea general del Canadá.	
Capítulo I. — PLAN É IMPORTANCIA DEL CONGRESO.....	17
» II. — EL CANADÁ GEOGRAFICO.....	25
» III. — GEOLOGÍA Y MINERÍA CANADIENSE.	
I. Preliminares.....	33
II, Meseta Laurentina.....	37
III, Bajo Canadá.....	39
IV, Alto Canadá.....	42
V, Cordilleras occidentales.....	47
VI, Región de los Appalaches.....	52
» IV. — ESTADÍSTICA MINERA DEL CANADÁ.....	59
Notas acerca de algunos temas discutidos.	
» V. — DIFERENCIACIÓN DE LOS MAGMAS IGNEOS. — Los lacolitos y los mantos eruptivos aclaran el proceso petrogenésico.....	63
» VI. — INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD EN EL CARACTER DE LOS YACIMIENTOS METALIFEROS.	
I, Influencia de la profundidad en el carácter de los depósitos metalíferos.....	67
II, La composición mineralógica de los minerales primarios influyen en la distribución vertical de la zona de enriquecimiento secundario.....	69
III, Persistencia de los minerales metálicos en la profundidad.....	76
IV, Menas coloides primarias y secundarias, en especial la de los metales pesados.....	84
V, Formación en profundidad por procesos secundarios de óxidos y de calizas.....	91

	Páginas.
Capítulo VII. — ¿EN QUÉ MEDIDA HAN INTERRUMPIDO LOS PERIODOS INTERGLACIALES A LA ÉPOCA GLACIAL.	
I. Preliminares	93
II, Historia glacial y post-glacial de la región de los grandes lagos	94
III. Los campos de dispersión glacial de la América del Norte	100
Proposición concerniente a la nomenclatura del Pre-cambriano	105
Una clasificación de la formación del Pre-cambriano en la región del Este del Lago Superior	109

LÁMINA:

Distribución geológica de los minerales del Canadá.

SEGUNDA PARTE

Expedición geológica por los principales distritos mineros de Ontario, Sudbury, Cobalt y Porcupine	115
Capítulo I. — Sudbury	117
Los depósitos de níquel	122
Tipos de criaderos del distrito de Sudbury	125
Yacimientos de hierro de Moose Mountain	146
» II. — Cobalt. — Introducción	149
Edad relativa de las rocas de Cobalt y sus distritos adyacentes	152
Las vetas de cobalto y plata	161
» III. — El distrito de Porcupine. — Introducción	175
Geología	176
Depósitos auríferos	180
Datos industriales	185
Producción	189

LÁMINAS:

Yacimiento níquelífero de Sudbury.
Distrito de Cobalt. — Mapa de conjunto y distribución de las vetas argentíferas.

TERCERA PARTE

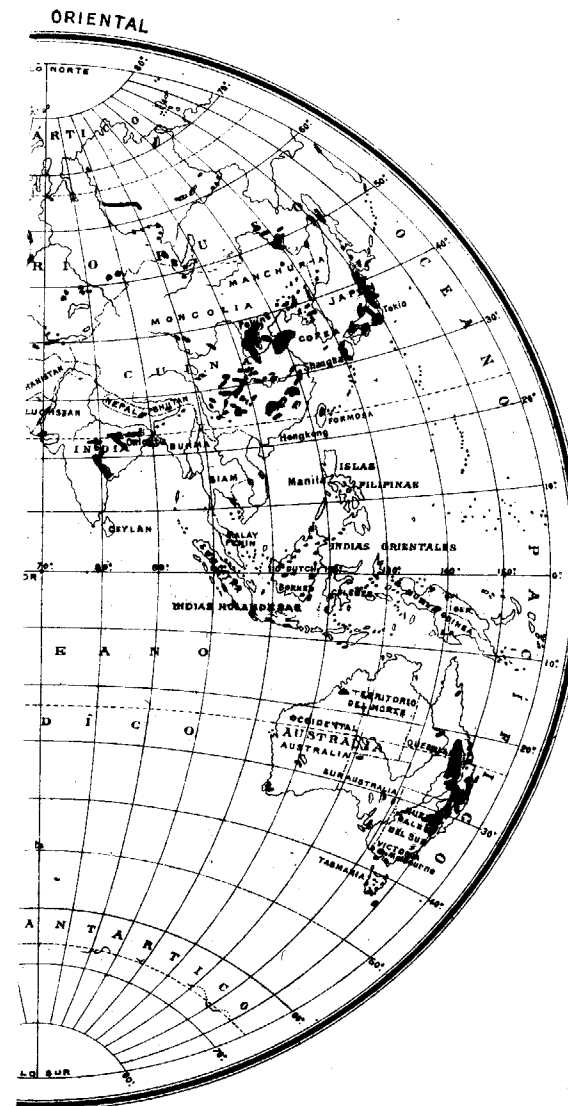
Capítulo I. — Reservas mundiales de carbón. — Introducción	191
» II. — EUROPA.	
España	217
Francia	234
Gran Bretaña é Irlanda	245

	Páginas.
Bélgica	258
Holanda	261
Alemania	264
Austria y Hungría	274
Italia	282
Servia	284
Bulgaria	285
Rumanía	287
Turquía	288
Dinamarca	289
Suecia	290
Splitzberg	291
Rusia	292
Otros países de Europa	298
Capítulo III. — ASIA.	
Persia	301
India	301
Indo-China	302
China	303
Corea	306
Mandchuria	307
Japón	308
Otros países del Asia	311
» IV. — AFRICA.	
Egipto	313
Sedán Anglo-egipcio y Abisinia	313
Protectorado inglés del Africa Oriental	314
Rhodesia	315
Madagascar	316
Africa Austral	317
Nyasalandia	318
Nigeria Meridional	319
Congo Belga	320
Otros países del Africa	321
» V. — AMÉRICA.	
Canadá	323
Terranova	329
Alaska	329
Estados Unidos	332
Méjico	342
Chile	343
Otros países de América	344
» VI. — OCEANÍA.	
Australia	349
Nueva Zelanda	355

Islas Filipinas	Páginas.
Otros países de Oceanía	356
	358

LÁMINA:

Reservas mundiales de carbón. -Mapa-Mundi.



RESERVAS MUNDIALES DE CARBÓN

HEMISFERIOS
Cuencas carboníferas

- Terciarias
- Secundarias
- Primarias

HEMISFERIO OCCIDENTAL

HEMISFERIO ORIENTAL

