

Notas sobre la Geología Económica de Colombia

JACQUES DELLEUR R.

NOTA: El presente artículo no se escribió con el fin de publicarlo. Es una compilación de datos, tomados de informes oficiales, y fue presentado como trabajo para el Curso de Geología Económica en noviembre de 1946.

Fuentes de información

La mayoría de los estudios sobre la materia se encuentran en las Compilaciones de estudios Geológicos, publicadas por el Ministerio de Minas y Petróleos, de las cuales ya hay seis tomos muy cuidadosamente publicados, las memorias de los Ministros de Minas y Petróleos al Honorable Congreso Nacional, el Boletín de Minas y Petróleos, publicado por el mencionado Ministerio, y varios números de la revista Minería.

Oro, Pla, Platino. Producción

Años	O R O		P L A T A		P L A T I N O	
	Onzas finas	Indice	Onzas finas	Indice	Onzas finas	Indice
1931	184.274	100.0	77.709	100.0	.....	.....
1934	344.140	186.8	127.461	164.0	54.946	100.00
1937	442.222	240.0	176.971	227.7	29.314	53.25
1940	631.927	342.9	260.310	336.0	4.102	7.47
1943	565.509	306.9	209.957	270.2	34.564	62.91
1944	553.530	300.3	197.321	253.9	34.304	62.47
1945	506.695	274.9	167.614	215.6	34.757	63.25

(Tomado de la Memoria del Ministerio de Minas y Petróleos al Honorable Congreso Nacional de 1946).

La contribución de Colombia en la producción mundial de oro desde 1938 ha sido la siguiente:

1938	:	.....	1,50%
1939	:	.....	1,64%
1940	:	.....	1,73%
1941	:	.....	1,78%

Aproximadamente el 60% de la producción de oro en Colombia proviene de aluviones; de estos la mayor cuantía es rendida por la explotación con dragas.

La plata producida en el país se obtiene como subproducto de las explotaciones de oro.

Se puede calcular en un 55% la producción aurífera, por capital extranjero; un 15% por capital nacional de alguna importancia, y un 30% por capital nacional de pequeñas industrias. Aproximadamente el 70% de la producción de oro es aportado por unas 50 empresas, y el resto por unas 500 empresas pequeñas.

En aluviones trabajan 17 dragas, 2 dragalinas, unos 120 elevadores hidráulicos y aproximadamente 400 monitores.

Se puede calcular aproximadamente en 4.000.000 de yardas cúbicas el movimiento mensual de los aluviones, de los cuales 3.000.000 de yardas cúbicas corresponden a dragas.

Las empresas que explotan con dragas son las siguientes:

The Pato Gold Dredging Ltd. Zaragoza (Antioquia); Compañía Minera Chocó-Pacífico-Andagoya (Chocó); Asnazu Gold Dredging Ltd. Cali (Valle); Compañía Minera de Nariño, Barbacoas (Nariño); International Mining Corp. Supia (Caldas); Minas de Oro de Porcecito (Antioquia).

Las principales explotaciones hidráulicas son las de:

Simití (Bolívar)	Porcecito (A)	Caramanta (A)
Zaragoza (A)	Pato (A)	Río Patía (A)
San Andrés (A)	Providencia (A)	Segovia (A)
		Viborita y muchas más (A).

La minería de veta contribuye aproximadamente con el 40% de la producción. Las principales empresas de minería de veta son:

The Frontino Gold Mines Ltd. Segovia (Antioquia); The Timmins Ochali Mining Co. Yarumal (Antioquia) y Marmato (Caldas). La Timmins terminó labores en 1946.

Los principales Distritos mineros de Antioquia con su producción de oro puro en el año de 1941 son los siguientes: (1)

Municipios	Kgs. de oro puro Producción en
Zaragoza	3.834,475
Segovia	2.485,294
Yarumal	1.724,891
Yolombó	1.053,219
Anorí	426,862
Remedios	204,502
Gómez Plata	130,369
Amalfi	128,344
Frontino	91,691

En el Departamento de Caldas, en la región de Marquetalia, Pensilvania, San Agustín, etc. se encuentran ricas zonas mineras, especialmente auríferas,

que se explican por la presencia de un enorme lacolito a cuyas emanaciones se ha de atribuir la metalización de estas moles montañosas.

En estas zonas el tenor aurífero parece íntimamente ligado a la presencia de la galena, diseminado por entre las rocas cuarzosas, acompañado el todo de calcopirita, marcasita y blenda.

Se encuentran minerales que tienen aproximadamente la composición siguiente:

	Gms. por tonelada
Oro	30
Plata	1.500
Blenda	50%
Galena	30%
Pirita	10%
Silice	7%
Covelita	2%

Puede a veces haber un predominio de la blenda hasta un 70% con la correspondiente disminución de los demás componentes.

Yacimientos de Marmato (1)

El cerro de Marmato, donde se concentró la minería de las minas nacionales, está atravesado en dirección general E. W. por muchos filones auríferos (unos diez principalmente).

Los filones se formaron cuando la roca encajante se contrajo por enfriamiento produciendo grietas las cuales fueron rellenadas o agrandadas por reemplazamiento, y soluciones calientes que subieron de la profundidad. Corresponden estas soluciones mineralizadas a los productos de una diferenciación magnética o a la última fase de la mole ígnea intrusiva.

La ganga de los filones está compuesta de calcita, que predomina, pirita de hierro, una blenda que por ser excepcionalmente rica en hierro es llamada marmatita. El oro generalmente está combinado con la pirita, pero además se encuentra nativo; la blenda y especialmente la galena suelen contener cierto porcentaje de plata.

En nuestro país no se conocen hasta la fecha yacimientos primarios de platino, es decir, que toda la producción proviene de aluviones y explotaciones que están circunscritas a la costa occidental, esto es a la Intendencia del Chocó y Departamentos del Sur costaneros del Pacífico. Las explotaciones se verifican por medio de dragas y una pequeña parte de la producción es suministrada por los barequeros.

De la producción de platino (2) se puede afirmar que aproximadamente el 70% lo dan las compañías extranjeras y que el resto proviene en la casi totalidad de pequeñas explotaciones y barequeros.

-
- (1). — Tomado de las Compilaciones de Estudios Geológicos oficiales en Colombia — Tomo II — E. A. Scheibe — Informe sobre las Minas de Supía y Marmato,
 (2). — Ver Néstor Pineda — Informe 1942 — Anexo al Tomo I.

De 1900 a 1914 Rusia produjo más o menos el 95% de la producción mundial, dejando a Colombia el segundo puesto con un 5%. Colombia dejó de ocupar el segundo lugar desde el año de 1928 para pasar al cuarto, y si en el año de 1934 ganó la posición de tercero, en 1936 la perdió nuevamente para pasar al quinto lugar en 1938.

CARBON (1)

Es bien sabido que el carbón es uno de los minerales que mejores servicios le ha prestado al hombre en todas las épocas. El suministra fuerza y calor y por destilación puede proporcionar numerosos productos, de uso diario en la industria, tales como gas, explosivos, amoníaco, lubricantes, etc. El coque, que es carbón bituminoso del cual se han removido la mayor parte de las materias volátiles por el proceso de destilación, es usado para fragua y fundición de minerales metálicos.

Es un hecho bien conocido, que las grandes industrias sólo se han desarrollado en la vecindad de los distritos carboníferos, cuya conquista o posesión ha sido la causa de numerosos conflictos internacionales. Es un postulado entre los pueblos modernos que una nación necesita reservas de combustible para alcanzar una real independencia económica.

De acuerdo con las investigaciones geológicas efectuadas en Colombia, el carbón ocupa un puesto prominente entre los recursos naturales del país, aún cuando hasta el presente no ha tenido una importancia económica muy grande, pues sólo se explota para atender a las necesidades locales en las cercanías de Bogotá, Medellín y Cali, donde se usa en los ferrocarriles y en las estufas de cocina.

Los yacimientos más importantes son los de la Cordillera Oriental, que se extiende desde Fusagasugá hasta el Norte de Cúcuta y el río César. La Cordillera Central tiene importantes depósitos al S. W. de Medellín y en las hoya de los ríos Nechí y San Jorge en el departamento de Antioquia; entre Puentefierro y San Joaquín en el departamento del Cauca (región del Patía) y de la Unión a Córdoba en el departamento de Nariño. En la Cordillera Occidental se conocen yacimientos de carbón cerca a Riosucio en el departamento de Caldas, de Cali (Arroyohondo) en el departamento del Cauca y de El Tompo a Rosario en el mismo Departamento (región del Patía).

La formación carbonífera (piso de Guaduas) se halla presente en el borde occidental de los Llanos Orientales, en los Departamentos del Huila y Tolima y en la costa del Pacífico, pero hasta la fecha, no se han efectuado estudios detenidos que permitan apreciar la riqueza de esos yacimientos.

La mayor parte del carbón colombiano pertenece al Terciario inferior, aunque ocasionalmente ocurren algunos mantos en el Cretáceo superior que tienen muy poca importancia.

Con motivo del Doceavo Congreso Geológico Internacional, reunido en el Canadá en 1913, Pereira Gamba (2) presentó el siguiente avalúo de las existencias de carbón.

(1). — Tomado de Notas sobre Carbón. Por Benjamín Alvarado — Boletín de Minas y Petróleos Nros. 85 a 90.

(2). — Pereira Gamba — "The Coal Resources of the World", Vol. II, pág. 578.

EXISTENCIAS DE CARBON EN COLOMBIA

(Incluyendo mantos de 1 pie o más, hasta una profundidad de 4000 pies).

REGIONES	Mantos de carbón			Reservas probables (cálculo aproximado)	Reservas posibles
	Nº	Espesor	Area K2	Ton. métricas	
Cauca y Valle	3	2m. Conj.	10.000	20.000.000.000	
Cundinamarca y Boyacá	3	2m. Conj.	3.000	6.000.000.000	
Antioquia	3	2m. Conj.	500	1.000.000.000	
Nariño					Muy grandes
TOTAL				27.000.000.000	

Este cálculo hecho en 1912 antes de la iniciación del servicio geológico oficial, difiere considerablemente en algunos puntos con las estimaciones hechas por algunos geólogos al servicio del gobierno durante los últimos años.

E. Hubach, en su informe sobre carbón en los departamentos del Valle y el Cauca calcula en 406.500.000 toneladas la cantidad de carbón bituminoso explotable encima del nivel del Valle del Cauca, desde Cali hasta el playón.

J. Jiménez Jaramillo dice que el cálculo hecho por Pereira Gamba de 6.000.000.000 puede subir a 10.000.000.000 si se incluyen las existencias en los Santanderes y en el río César, que no tuvo en cuenta este autor.

E. Grosse en su libro "Terciario Carbonífero de Antioquia", página 358, da la cantidad de 2.500.000.000 toneladas para las reservas de este distrito minero.

E. Scheibe calcula en 100.000 toneladas las existencias en el departamento de Caldas.

E. Grosse calcula en 5.000.000.000 las reservas probables en la región del Patía (departamento del Cauca y Nariño).

De acuerdo con estas cifras las probables reservas de carbón existentes en las regiones estudiadas hasta el presente podrán estimarse de la manera siguiente:

	Toneladas
Cordillera Oriental	10.000.000.000
Antioquia	2.500.000.000
Caldas	100.000
Valle y Cauca	406.500.000
Patía, (Cauca y Nariño)	5.000.000.000
TOTAL	17.906.000.000

Si consideramos que esta cifra representa las reservas reales de carbón, Colombia ocuparía el onceavo lugar entre los países poseedores de yacimientos de carbón en el mundo.

Una de las regiones que es digna de un detenido estudio, no solamente por contener cuantiosas riquezas naturales, sino también por su estructura

geológica es la *hoya carbonífera de Guatavita* (1), que hace parte del sistema de Valles longitudinales dependientes de la cordillera oriental, y que comunican con la extensa Sabana de Bogotá. Dentro de una área no muy extensa, se encuentran las más ricas salinas de Cundinamarca: Zipaquirá, Nemocón y Sesquilé, y al lado de ellas, carboneras prácticamente inagotables como son las de Zipaquirá, Guatavita, Nemocón, y la Calera; en los páramos y en algunas quebradas de las serranías se ven inmensos yacimientos de mineral de hierro, canteras de excelente piedra y cal y bancos de arcilla blanca, apropiada para la fabricación de la loza. Con tales elementos es casi seguro el desarrollo de la minería en ésta región en un porvenir no muy remoto.

La Geología de la Hoya carbonífera de Guatavita, en su conjunto es un poco variada; todo este territorio pertenece a la formación cretácica con excepción de algunos espacios muy restringidos en las salinas de Zipaquirá, Nemocón y Sesquilé, y la Carbonera, en donde floran los esquistos del cretáceo inferior. El interior del valle está ocupado por el piso de Guaduas que de arriba hacia abajo se compone de los siguientes hechos:

- 1º arenisca roja; 0,60 mts.
- 2º arena con arcilla; 5,00 mts.
- 3º pizarras tiernas grises; 3,00 mts.
- 4º pizarras negras carboníferas; 44 mts.

El lecho inferior está constituido por fajas de pizarras negras, compactas, que comprenden las capas de carbón; éstas son por lo regular cuatro, tienen un espesor que varía de 0,60 mts. a 2 mts., siguen todas las inflexiones de las capas que las componen y probablemente ocupan toda el área de la hoya, de modo que la cantidad de carbón que pueden suministrar es incalculable.

COMPOSICION DE CARBON

<i>Hoya de Guatavita</i>		<i>Tequendama</i>	
Carbón fijo	54	.....	70
Cenizas	6	.....	9
<hr/>		<hr/>	
Coke	60	.....	79
Elementos Volátiles	29	.....	20
Humedad	1	.....	1
<hr/>		<hr/>	
	90	.....	100
 <i>Carbones del Cauca (Los Chorros)</i>			
Cenizas	9.48	<i>poder calorífico</i>	
Materias volátiles	39.84	Superior cal	7437
Carbón fijo	54.22	inferior cal	7178
Coke	63.70		
Azufre	1.46		
Nitrógeno	1.57		

(1). — Según Ricardo Lleras Cadazzi — Regiones Geológicas de Colombia — Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. IV Nros. 14 — 15.

HIERRO (1)

Principalmente en la parte alta de las serranías que bordean hacia el Oeste el valle del río Chicamocha aflora un banco de mineral de hierro de textura oolítica. Este afloramiento se puede seguir por cerca de 17 kilómetros, desde el Municipio de Paz de Río, hacia el Norte, hasta el de Sátivanorte.

El espesor del banco varía entre 2 y 6.50 metros, su rumbo es en general N-NE, y en la mayoría de los casos buca hacia el Oeste.

El mineral está formado por óxidos de hierro oolíticos, y su principal impureza es la sílice en forma de granos de cuarzo. El mineral es friable y de color pardo rojizo a marrón. Las oolitas son de diámetro de 1 a 3 mm., y están mal cementadas, principalmente con limonita arcillosa, de color oscuro, con granos angulares muy pequeños de cuarzo. En partes el mineral es magnífico.

Los análisis realizados en las muestras tomadas del mineral indican que éste es de tenor bastante constante. El porcentaje de hierro metálico promedio es del 46%; la sílice varía entre el 6% y el 20%, pero generalmente es inferior al 15%; los porcentajes promedios de fósforo, alúmina y azufre son, respectivamente, 1%, 6% y 0.2%. El peso específico del mineral es alrededor de 3.

En números redondos, hay una existencia de 5 millones de toneladas de mineral explotable a tajo abierto en los alrededores de la población de Paz de Río. Fuera de esto existe una reserva probable explotable por medio de socavones de 15 millones de toneladas. Los nuevos yacimientos encontrados recientemente en el Municipio de Sátivanorte pueden llegar a doblar estas reservas cuando se lleven a cabo los estudios correspondientes. También hay que tener en cuenta las reservas posibles que se irán definiendo a medida que se avance la explotación de los yacimientos.

Indudablemente, si se emprende la explotación de los yacimientos de la Paz, sería lógico comenzar por las reservas explotables a tajo abierto de un costo muy reducido. En el caso de montar una planta que produjera 100 toneladas diarias de hierro de fundición y aceros, sería necesario utilizar diariamente 200 toneladas de mineral. En un año de 300 días de trabajo se consumirían 60.000 toneladas, y por lo tanto los 5 millones de toneladas explotables a tajo abierto serían suficientes para 80 años de trabajos en el caso de que no se aumentara la producción de la planta. Por lo tanto, teniendo en cuenta el crecimiento de la industria, se puede asegurar con relativa certidumbre que la parte del yacimiento que es explotable a tajo abierto sería suficiente por lo menos para unos 50 años de trabajo. Las otras reservas del yacimiento, que son menos fácilmente explotables, sirven como garantía para la continuación de la empresa, después de haber sido agotados los 5 millones de toneladas mencionadas atrás.

De lo que antecede se puede deducir claramente que en la región de Paz de Río existe una cantidad suficiente de mineral de hierro para justificar la creación de una industria siderúrgica que beneficie los yacimientos. La situación geológica del banco de mineral de hierro permitirá una explotación muy económica de los yacimientos, factor éste de gran importancia al considerar el costo total de los productos que llegase a manufacturar la futura empresa.

Aunque el yacimiento de hierro de Paz de Río no se puede clasificar como uno de grandes proporciones al ser comparado con otros mundialmente famosos, tales como los de Suecia, Lago Superior y Brasil, la cantidad de ma-

(1). — Tomado de Néstor Pineda. Memoria de Minas y Petróleos — 1944 — Informe del Jefe del Servicio Geológico.

terial existente y su facilidad de explotación le dan gran importancia comercial para abastecer parte de los productos de hierro y de acero que se consumen en el interior de la República.

La existencia de vastos yacimientos de caliza utilizables en la industria del hierro y muy cercanos al yacimiento de la Paz y las posibilidades carboníferas de regiones aledañas son factores que vienen a hacer más realizable el beneficio de los yacimientos.

En los alrededores de Medellín (1) hay enormes yacimientos de mineral de hierro del tipo laterístico residual, provenientes de la descomposición de las serpentinas, siendo del mismo tipo de los del distrito de Mayari, en Cuba.

Deben citarse además los siguientes yacimientos:

- 1º) La pradera, mineral compuesto de siderita y limonita, debe trabajarse por socavones.
- 2º) Yacimiento de Pacho son de siderita.
- 3º) Nemocón, donde existen óxidos de hierro con un promedio de 54% de Fe, algo de fósforo y sílice. La situación y comunicaciones favorecen el establecimiento de una Siderúrgica.

PETROLEO

A continuación se detalla la producción de petróleo crudo, la proporción que en la producción mundial ha correspondido a Colombia, el puesto que ocupa como país productor, y su producción acumulada en el mismo lapso. (2)

Años	Petróleo crudo prod.	% respecto prod. mundial	Puesto de Colombia	Producción acumulada
1921	66.750	0.01	—	66.750
1924	444.744	0.04	—	1.259.155
1927	15.014.474	1.19	8º	23.723.924
1930	20.345.916	1.44	8º	84.351.184
1933	13.157.642	0.91	10º	132.163.138
1936	18.756.119	1.16	9º	185.857.636
1839	23.863.248	1.15	9º	251.600.318
1942	10.619.678	—	—	312.429.998
1945	22.903.731	0.82	9º	371.567.129

La producción de petróleo crudo colombiano en 1945 ascendió a 22.903.731 barriles netos, cantidad ligeramente superior a la producida en el año de 1944, y con la cual Colombia mantuvo el noveno puesto entre los países productores de petróleo crudo, que había vuelto a conseguir después de la reducción registrada en los años de 1942 y 1943 como consecuencia de las dificultades de transporte marítimo ocasionadas por la guerra.

En la producción total de petróleo en el mundo, la de Colombia representó el 0.82% en el año de 1945.

Hasta el día último de 1945 la producción nacional acumulada llegaba ya a 371.567.129 barriles, de los cuales se habían exportado 323.634.829 por valor de 369.620.343 dólares.

(1). — Ver Varios números de la Revista Minería.

(2). — Tomado de la Memoria del Ministro de Minas y Petróleos — 1946.

Los cálculos aproximados sobre reservas de petróleo al comenzar el corriente año, le asignan a Colombia el segundo lugar en Sur América.

Las principales concesiones en producción comercial son las concesiones de mares y barcos que disfrutaban la Tropical Oil Company y la Colombian Petroleum Company. En el mes de julio de 1945 se efectuó el primer embarque de petróleo crudo Casabe, proveniente de la concesión de Yondó, en el Municipio de Remedios, departamento de Antioquia.

CALIZAS

Las explotaciones de piedra de cal representan en el país una minería de gran volumen. Desafortunadamente no se dispone de estadísticas que nos capaciten para dar un dato siquiera aproximado de la cantidad que representa su explotación.

Seguramente el mayor consumo de cal lo tienen las empresas de cemento, y calculado con la producción de cemento y con los datos de que se dispone para dos de las empresas, se puede asegurar que la piedra caliza explotada para la fabricación de cemento pasa de las 350.000 toneladas por año. En relación con la cal empleada como calcinada y apagada y para abonos es imposible asumir siquiera una cifra aproximada.

MARMOL (1)

Yacimientos del Nare

Indudablemente se trata de uno de los yacimientos de mármol más grandes y el más potente de los que hayamos oído mencionar en la literatura geológica del país. El centro de explotación de las canteras queda situado sobre el río Nare, a unos 15 kilómetros arriba de su desembocadura en el río Magdalena. Primeramente, el yacimiento fue explotado con el fin de extraer mármoles estructurales, y con tal objeto se montó una planta pequeña, pero completa, de donde se dieron al mercado piezas de excelente calidad y de diversos tonos y colores. Hoy día, la Compañía ha instalado una fábrica de cemento en Puerto Inmarco, sobre el río Magdalena, a unos 3 kilómetros abajo de la desembocadura del río Nare.

Localización

La cantera actualmente en explotación queda, como ya se dijo, a unos 15 kilómetros aguas arriba de la desembocadura del río Nare, pero el yacimiento se extiende a lo largo del río por varios kilómetros, tanto arriba como abajo del sitio indicado.

La región, que fisiográficamente se puede dividir en dos secciones, una baja y plana y otra donde se inicia el relieve montañoso de la Cordillera, presenta caracteres geológicos muy distintos que tienen relación directa con esta división fisiográfica; la primera está constituida por rocas sedimentarias jóvenes, mientras que en la segunda se presenta el complejo basal metamórfico antiguo.

En el conjunto de "La Marmolera", puede distinguirse que la composición

(1). — Tomado del Informe de Benjamín Alvarado — Clímaco Palau y Fernando Paba Silva.

es bastante uniforme a todo lo ancho de la parte expuesta del banco. Es verdad que en partes la roca está atravesada por muchas fisuras y se halla muy triturada, pero en general se encuentran bloques compactos de más de un metro en su menor dimensión, lo que los hace aprovechables para la elaboración de planchas de mármol del tamaño comunmente usado en las construcciones.

El mármol tiene prácticamente todos los colores y tintes comunes. De un solo bloque que se trabajó para la elaboración de planchas se obtuvieron unas de color gris oscuro parejo, otras rosadas, otras grises con vetas blancas y otras casi blancas. Algunos edificios de Medellín han usado mármol de Nare para su ornamentación (Palacio Municipal etc).

A juzgar por la potencialidad de los bancos de mármol observados sobre el río Nare y por las informaciones recogidas acerca de su extensión sobre una gran área, puede afirmarse que las reservas de mármol existentes en la región son suficientes para abastecer la fábrica de cemento por un tiempo indefinido.

En cuanto a las reservas de mármol para usos estructurales, igualmente pueden considerarse como suficientes para atender ampliamente a la demanda del mercado nacional y quizá podría pensarse en su exportación, siempre que las condiciones de transporte fueran económicamente aceptables.

SAL COMUN (1)

De todos los países de la América del sur es tal vez Colombia el más favorecido por la naturaleza en lo que se refiere a los yacimientos de sal.

Salinas Marítimas Actuales.

Son las que se están formando permanentemente en algunos terrenos bajos de la costa Atlántica, en virtud de las inundaciones periódicas producidas por la marea; los vientos alisios, que en aquellos parajes soplan con regularidad, facilitan la evaporación; y como la extensión de estas costas es considerable, la cantidad de sal que se obtiene basta para el consumo de las poblaciones del litoral y aún para algunos sitios del interior. En la explotación casi no hay necesidad de obra de arte, por la naturaleza misma del terreno, y la sal que se obtiene es de calidad superior, la que se da al consumo como de primera clase es blanca, cristalizada, sin partículas terrosas impuestas, y sin sales magnesianas; la de segunda clase tiene hasta 2% de impurezas, y la de tercera clase tiene hasta el 5% de impurezas, todas consistentes en materias terrosas insondables.

En las costas del Pacífico no se ha podido establecer salinas marítimas por las frecuentes lluvias en estas regiones.

Salinas Marítimas antiguas.

Estas son superficiales, próximas a las costas y se han formado en otros tiempos, cuando los terrenos en donde actualmente se hallan estaban sumergidos; su conservación se debe a que en los sitios donde existen nunca llueve. En la única parte donde se conoce esta clase de salinas es en la Península Goajira; entre Mécoro y los Castilletes, y entre este último lugar y la ensena-

(1). — Tomado de Ricardo Lleras Codazzi — Regiones Geológicas de Colombia.

da de Tucacas, se extienden inmensas sabanas cubiertas de una costra de sal cristalizada de un espesor de 40 cms. próximamente.

Fuentes Saladas profundas.

....En Guaca, por ejemplo, el agua salada mana de un pozo abierto en un conglomerado que reposa sobre rocas eruptivas. El pozo de Matasano está abierto en una roca porfídica; la salina de Riogrande se encuentra en una roca sienítica; las salinas de la vega del Supía están formadas en lechos de areniscas dislocados y rotos por los pórfidos sieníticos.

Bancos de Sal Gema.

Los bancos de sal gema descubiertos hasta ahora y que estén en explotación son los de Zipaquirá, Nemocón, Sesquilé y Upin, y aunque diseminados a través de la cordillera oriental, están todos localizados en un mismo terreno, el cretáceo inferior. (Piso de Villeta).

En Zipaquirá

La masa de sal gema, que es de un volumen enorme, se encuentra como encajada entre rocas estratificadas más recientes que la rodean en semicírculo. El banco de sal está cubierto por una gruesa capa de barro arcillos, que los mineros llaman rute, y que no es otra cosa sino las pizarras negras del piso de Villeta, que siguen todos los contornos del Morro de la Sal, lo cual ha originado numerosas fracturas, acentuadas después por el trabajo erosivo de las aguas. La masa de sal no es homogénea; está formada por menudos granos cristalinos de sal, a veces mezclados con óxidos metálicos, partículas de la pizarra y otras impurezas; pero lo más curioso es que la sal negra, es decir, la que contiene partículas de pizarra y carbón, alterna con la sal blanca, (llamada paloma por los mineros), de suerte que se advierte una estratificación perfectamente definida; esta estratificación presenta numerosos pliegues y dobladuras, como si la sal, después de depositada, hubiera estado sometida a enérgicas presiones. Entre los intersticios y fracturas de la sal se encuentran apriados varios gases, principalmente sulfuro de hidrógeno, a veces en tal abundancia que constituye un peligro para los mineros. A veces se encuentran grandes cristales de sal pura, muy perfectos, en cuyo interior suelen hallarse cristales de pirita, fragmentos de pizarra y otros cuerpos extraños.

Composición de las Sales

Zipaquirá (Dr. Liborio Zerda)		Guaca (Tulio Ospina)	
NaCl.	88.91%	NaCl.	94%
Ngcl ₂	0.03	CaSO ₄	1.2%
CaSO ₄	0.05	Na ₂ SO ₄	0.5
Na ₂ SO ₄	0.09	Materia insoluble	0.8
Materia insoluble	1.10	Agua higroscópica	3.5
H ₂ O			

Retiro

NaCl.	69.0%
MgSO ₄	27.0
K ₂ SO ₄	1.0
CaSO ₄	0.4

Producción Año	Salinas Marítimas toneladas	Salinas terrestres toneladas
1940	40.095	58.020
1941	19.373	53.500
1942	28.494	64.190
1943	14.002	79.740
1944	31.262	88.000
1945	14.445	89.535

*Materias existentes en el oriente de Antioquia para
la industria de la cerámica (1).*

Las materias primas que se encuentran en las regiones de oriente y centro de Antioquia pueden agruparse en las siguientes secciones:

- a) Minerales esenciales integrantes de la pasta, (cuarzo, feldespato, caolín, y arcillas plásticas).
- b) Minerales colorantes, (pirolusita, magnetita, limonita, cromita).
- c) Minerales para el esmalte, (feldespatos y sal).
- d) Minerales refractarios, (arcillas refractarias).
- e) Mineral para molde, (yeso).

Según el doctor José Royo y Gómez se encuentra con relativa abundancia los minerales citados en los párrafos a), b), d) en las siguientes localidades: Carmen de Viboral; La Unión; Santuario etc.

ALUMINIO

Abundan en Colombia materias que contienen este metal, como la bauxita, las arcillas, etc., pero según informes solo se han utilizado en la producción de loza, porcelana, etc.

En los llanos de Cuibá, entre Santa Rosa de Osos y Yarumal hay unos depósitos de mineral de aluminio, bauxita, con buenos tenores en alúmina. En la Planta Metalúrgica se han hecho algunos análisis del mineral de estos yacimientos.

Entre los kilómetros 104 y 11 de la carretera de Medellín a Yarumal (1), se extiende una formación sedimentaria de tipo continental. En ella hay capas de distintos colores y en especial aparecen unas de color rojo intenso, a veces vinoso, que están formadas por laterita que suele contener bauxita.

Se presenta este mineral en forma de concreciones o nódulos redondeados, cavernosos e irregulares, de color rojizo, con manchas blanquecinas y amarillentas. La zona en donde más abundan es entre los kilómetros 106 y 108, a ambos lados de la carretera. El espesor de la capa que los contiene es de más de un metro a la vista.

Análisis — Pérdidas por calcinación a 1000°C.

Humedad, agua combinada y materias orgánicas.....	27.14%
Sílice (SiO_2)	17.25
Hierro (Fe_2O_3)	2.16
Aluminio y Titanio (Al_2O_3) (TiO_3)	53.04
Calcio (CaO)	0.48

(1). — Según el Informe del doctor José Royo y Gómez.

(2). — Idem.

MANGANESO

Puede mencionarse en el Departamento de Antioquia los depósitos de "La Loma" en Santa Bárbara, cuyo estudio detallado aún no se ha hecho Geológicamente, dadas las características de la región, este yacimiento puede tener posibilidades económicas. El único inconveniente aparente es su alto contenido en sílice, que pasa en 9% las especificaciones de la Metals Reserve Company. El análisis químico es:

Mn	51.70%
Fe	1.80
SiO ₂	19.84
S	0.02
P	0.09

Se menciona limonita de aspecto manganesífero muy abundante en los municipios de Tensa y Sutatensa y Somondoco, Departamento de Boyacá. Citemos también los yacimientos de Apía, departamento de Caldas.

AZUFRE (1)

Los yacimientos de azufre en el Departamento de Nariño son el producto de la acción volcánica. Por esta razón están localizados todos ellos en el área de los volcanes, especialmente en aquellos que aún muestran algunas señales de actividad.

Los que tienen un valor económico son los de Cumbal y Azufral, siendo el primero el más importante.

En los volcanes de la Cordillera central existen varios yacimientos de azufre, pero de todos ellos parece que los de mayor interés económico son los de la laguna de Otún, el de la finca de La Selva (vertiente occidental del Ruiz, departamento de Caldas) y el del río Azufrado (vertiente oriental y departamento de Tolima).

Todos los yacimientos de azufre del macizo del Ruiz, son debidos a las últimas manifestaciones de fenómenos volcánicos y fueron formados por fumarolas y fuentes sulfurosas. Estas fumarolas se han presentado a través de las corrientes de lavas andesíticas, y han brotado por numerosas chimineas a la superficie. Parecen estar compuestas por hidrógeno sulfurado, y también por vapor de azufre, que se ha condensado y ha tapizado las paredes de tales chimineas de azufre cristalizado.

YESO

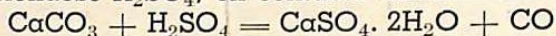
Existe un yacimiento importante en el Municipio de Rovira, departamento de Tolima. El mineral es selenita y se encuentra en rocas sedimentarias, donde alterna con capas de caliza. A lo largo de la quebrada El Oso, hay hermosos ejemplares de mineral bien cristalizado.

Cerca de Manizales, en El Socavón, hay un yacimiento de yeso, con ejemplares muy bien cristalizados, a veces rosados.

En el municipio de Gachalá (2) existen algunos afloramientos de yeso de

-
- (1). — Ver Royo y Gómez — Datos para la Geología Económica de Nariño y Alto Putumayo — Compilaciones de est. Geol. of. en Col. Tomo V.
 (2). — Vicente Suárez Hoyos — Reconocimiento Geológico de la región del Guavío, Gachalá (Cundinamarca) — Comp. Est. Geol. de Col. Tomo VI.

formación interesante. Se cree que es el resultado de la acción del ácido sulfúrico (pues es una región azufrera) sobre el carbonato de calcio. Las emanaciones sulfurosas al llegar a la superficie de las calizas se oxidan en presencia del oxígeno, produciéndose H_2SO_4 ; en contacto del carbonato de calcio se tiene:



Debido a su irregularidad no puede darse un dato exacto acerca del volumen del yacimiento, pero se puede decir sin temor a equivocación, que existe en cantidades suficientes para ser aprovechado localmente.

CROMO

Los minerales de hierro de Medellín y Angelópolis tienen regulares porcentajes de cromo, pero además existen segregaciones de cromita en los alrededores de Medellín.

Las dos regiones de rocas básicas (peridotitas), que conocemos en Antioquia, son Campamento, Yarumal y las cercanías de Medellín.

En Medellín, cerca de Acevedo, se han encontrado bloques de cromita y pequeños riegos en los caminos. No se encontraron concentraciones locales. Dentro del mismo cuerpo serpentinoso, por los alrededores de Santa Elena, se encontraron algunas concentraciones interesantes, las cuales se explotaron para la fabricación de sales de cromo para curtimbres.

El análisis de estas Cromitas es el siguiente:

Cr_2O_3	44.75%
SiO_2	3.24
Fe	9.54

Se considera generalmente mineral explotable el de contenido mayor de 40% de Cr_2O_3 .

Para la elaboración de productos químicos se requiere un contenido mínimo de 45% en términos de Cr_2O_3 . Del análisis puede concluirse que esta cromita se asemeja a la de Turquía, y es aprovechable para industrias químicas.

MICA

Se menciona un yacimiento a unos 4 kilómetros al sur de Santa Marta. Todo el macizo montañoso de Tamacá está constituido por micacitas gris-verdosas, metamórficas, muy antiguas, probablemente precámbricas. Todo este complejo precámbrico está recortado por intrusiones ácidas de un granito con micas, que varían hasta llegar a pegmatitas. Las intrusiones se presentan bajo la forma de diques de espesor variable, desde diez centímetros a varios metros. La mica se halla justamente en estos filones de granito y de pegmatita.

Los yacimientos de Garzón están situados a unos 6 kilómetros de esta ciudad. En la quebrada de San Pablo la mica es biotita de color pardo oscuro que se presenta en forma de placas y paquetes de unos 25 centímetros cuadrados. Estos están fuertemente torcidos y replegados y arrugados, y tienen poco valor comercial.

En la quebrada Chontaduro el tamaño de los cristales de mica varían entre unos pocos milímetros y 30 centímetros, siendo la forma de los más grandes. Por lo menos una parte de los libros tiene el mismo defecto de pliegue y arrugamiento que en San Pablo. La mica es biotita de color pardo, tiene pocas inclusiones y hasta está exenta de ellas.

Por los efectos del plegamiento que se ven en la mica, los cuerpos pegmatíticos que la contienen deben estar relacionados con intrusiones de granitos lenticulares antiguos.

COBRE

Se mencionan: En Ataco, bornita; en Sumapaz, calcopirita, bornita, y en Carmen de Carupa, enormes filones de galena con nódulos de calcopirita.

En algunas minas de Antioquia se encuentra la calcopirita como mineral esencial junto con otros minerales auríferos o argentíferos, principalmente en las regiones de Amalfi, Urrao, Armenia y Támesis.

Se mencionan minerales de cobre en Almaguer, Natagaima, Ibagué, Líbano, Quetame.

ASBESTO (1)

En Colombia se han encontrado muestras mineralógicas de asbestos en diferentes localidades, pero hasta el presente no se ha descubierto un solo yacimiento que haya merecido ser explotado comercialmente. Es posible que entre los sitios en donde se han encontrado tales muestras existan algunos que posean cantidades comerciales de asbestos de características aplicables a la industria.

El yacimiento de asbestos generalmente mencionado como perteneciente al Municipio de Yarumal, en realidad se halla situado en la vereda de Norizal, que pertenece al municipio de Campamento, en el Departamento de Antioquia. Dista unos 20 kilómetros de Campamento con el cual está unido por medio de un mal camino de herradura.

El yacimiento de asbestos de Norizal se presenta en una masa de peridotita de alto contenido de olivina, casi totalmente transformada en serpentina, por lo cual puede considerarse como una dunita serpentizada, o mejor, como una masa de serpentina que originalmente fue una peridotita dunitica. Dicha masa se halla asociada con una anfibolita de cristales grandes y con un basalto algo esquistoseado, los cuales, a su vez, se hallan atravesados por diques y "stocks", de granodiorita, que seguramente forman parte del séquito de apófisis del gran batolito antioqueño, que se extiende por parte del Municipio de Sonsón y los de Cocorná, San Luis, San Carlos, Barbosa, Don Matías, Guatapé, San Rafael, San Roque, Santa Rosa, Yolombó y parte de los de Amalfi, Entreríos, Campamento, Angostura y Yarumal.

Los asbestos de Norizal se encuentran en las zonas resquebrajadas y fisuradas de la peridotita, especialmente donde la serpentización es tan avanzada que la hace aparecer como una masa de serpentina. Se presentan en venillas irregulares hasta de 10 centímetros de ancho, que corren sin orientación definida, extinguiéndose tan pronto hacia arriba como hacia abajo.

Los asbestos se presentan en forma de fibra cruzada, es decir, con los filamentos normales a las paredes de las vetas, y tienen una clara gradación a vetillas de serpentina masiva sin asbestizar, lo que demuestra claramente que pertenecen al grupo crisotílico, que, como ya se dijo, es el que mejor precio tiene en el mercado mundial.

(1). — Tomado del Informe de los doctores Benjamín Alvarado, C. Palau y F. Paba Silva.

ZINC (1)

En el municipio de Junín, vereda de Playas, Departamento de Cundinamarca, se conoce desde hace algunos años un yacimiento de blenda de zinc. En la región en donde aflora la veta sólo se encuentran rocas sedimentarias de edad cretácea, entre las cuales domina el esquisto arcilloso negro y gris oscuro, la caliza y algunos bancos de arenisca pertenecientes al piso de Villeta. La veta se halla asociada con siderita, calcopirita, pirita y arsenopirita, y sólo se puede observar un afloramiento in situ, donde el espesor de la propia veta de blenda alcanza a cerca de un metro. Allí puede observarse que la veta se halla asociada con una falla.

En otro sitio se encontraron abundantes riegos de bloques grandes de blenda, y en otro una veta de siderita con calcopirita, pirita, arsenopirita y galena, como minerales accesorios.

Análisis:

<i>Muestra N° Mineral</i>	<i>origen</i>	<i>Porcentaje en</i>
1 Siderosa Mpio. de Junín Dpto. de Cundinamarca	Hierro. Fe; 42.44%	
2 Blenda Mpio de Junín Dpto. de Cundinamarca.	Zinc. Zn: 61.68%	
3 Cuarzo Mpio. de Junín, Dpto. de Cundinamarca,	Oro y plata Au-Ag Neg.	

Con los actuales datos resulta casi imposible hacer una cubicación siquiera aproximada de la cantidad de blenda existente en el yacimiento, puesto que la veta sólo se observó en un solo sitio y allí se pudo apreciar su forma lenticular. Sin embargo para dar aunque sea una vaga idea de su tamaño, podemos suponer que el espesor promedio de la veta sea de unos 50 centímetros, lo que daría unos 522.500 metros cúbicos de mineral ($1.145.000 \times 0.50$), que con una densidad media de 4 para la blenda, equivaldrían a 2.290.000 toneladas. Esa cantidad de mineral atendería durante 35 años un beneficio diario de 200 toneladas, suponiendo que se trabajaran 300 días anuales.

ESMERALDAS (2)

Las zonas esmeraldíferas ocupan una posición simétrica con respecto a la altiplanicie central, y llegan a su completo desarrollo en las localidades de Muzo y Somondoco. La región de Muzo comprende varias minas en la banda izquierda del río Minero, de las cuales son las más importantes la Mina Real de Muzo y la de Coscuez, de propiedad de la Nación; en los terrenos de la banda derecha del río hay algunos yacimientos de menor importancia, de los cuales el mejor constituido es el de Camancha, cerca de Coper.

Del borde occidental de la altiplanicie de Ubaté hacia el occidente, el terreno desciende con gran rapidez, formando las lomas de Cantino. Toda esta falda, lo mismo que la parte alta, pertenece al piso de Guadalupe, y sus estratos de arenisca, calcárea y esquistos silíceos se inclinan de W. a E.; en las inmediaciones de Coper empieza a mostrarse el piso de Villeta, con sus pizarras negras bituminosas; en la propia localidad de las minas las pizarras negras se extienden en estratificación discordante sobre las calcáreas negras, cuya inclinación es de N. E. a S. W. Las pizarras negras son las capas esmeraldíferas; las calcáreas inferiores reciben de los mineros el nombre de "cambiado" y en ellas nunca hay esmeraldas.

(1). — Tomado del Informe del doctor Benjamín Alvarado.

(2). — Tomado de Ricardo Lleras Codazzi — Regiones Geológicas de Colombia.

Entre las capas esmeraldíferas y el cambiado existen dos formaciones curiosas: la "cama", que es una aglomeración de grandes cristales de calcita romboédrica con algunos cristales de cuarzo hialino, y el "cenicero", que es un conjunto de menudos cristales de calcita, dolomita, pirita y cuarzo y un material pulverulento de fragmentos de pizarra sumamente finos. Casi siempre existen ambas formaciones y el cenicero hace intrusión entre las capas esmeraldíferas en tanto que la cama penetra en el cambiado; cuando falta una de las dos formaciones, es la cama la que falta y queda únicamente el cenicero.

Las esmeraldas se clasifican comercialmente en seis categorías que dependen del brillo, el calor y la pureza de los cristales; las de más valor son las llamadas por los mineros "gotas de aceite" y que reúnen todas tres condiciones en sumo grado; los cristales, relativamente gruesos, están, por regla general, modificados en una extremidad y por la otra adheridos a la ganga; hay también cristales largos llamados "canutillos", que frecuentemente presentan diversos tintes en el sentido de su longitud. Ultimamente se han presentado algunas asociaciones cristalinas de bastante interés: consisten en un cristal de apariencia hexagonal, con las caras del prisma ligeramente cóncavas y con estrías paralelas a las aristas de la base; el núcleo es un cristal hexagonal de beril negro o de una materia carbonácea y, alrededor de ese núcleo se agrupan individuos rómbicos en número de seis; la apariencia del conjunto es el de una macla de aragonita, pero en realidad hay razones para creer que en su constitución se asemeja más bien a la macla de andalucita. Estas son las llamadas "pseudo maclas" de las esmeraldas de muzo.

Las otras minas que hemos mencionado en esta región tienen una estructura semejante a la Mina Real de Muzo y llevan las mismas especies minerales.

FOSFATOS (1)

Yacimientos de guano se encuentran en las islas de San Andrés y Providencia, en el mar de las Antillas, donde se trata de guano concentrado, que contiene muchos huesos de pez y cuyo contenido de calcio es un 85% de la roca.

Igualmente se menciona la existencia de guano en los alrededores de Jesús María, en el Departamento de Santander. Bancos de caliza fosfática se conocen en La Goajira; parece que los yacimientos de la isla de Los Monjes son los únicos explotables.

Se mencionan yacimientos de fosfatos en el Municipio de Subachoque, departamento de Cundinamarca, y en Santa Rosa, departamento de Boyacá, este último demostró no ser comercialmente explotable.

En la Goajira se han encontrado rocas fosfatadas, cuyo análisis sigue a continuación, así como de otras localidades que pueden servir de punto de comparación.

Carbonato de calcio	520	505	480
Carbonato de magnesio	110	115	95
Alúmina y hierro	5	5	5
Fosfato de calcio	35	50	115
Arena silíceo	325	320	305
Humedad y pérdida	5	5	—
	1.000	1.000	1.000

(1). — Tomado de Ricardo Lleras Codazzi — Regiones Geológicas de Colombia, y otros informes del Ministerio de Minas y Petróleos.

Fosfato natural de Carolina del Sur (riqueza 55 — 61%).

Acido fosfórico	25%	α	28%
Acido carbónico	2.50	"	5
Acido Sulfúrico	0.50	"	2
Cal	35	"	42
Magnesia	0	"	2
Alúmina	0	"	2
Oxido de hierro	1	"	4
Fluoruros	1	"	2
Arena silicea	4	"	12
Materia orgánica	2	"	6

Para que pueda explotarse con provecho un fosfato natural es preciso que su riqueza, evaluada en fosfato de cal, pase del 50%, proporción de la cual están muy distantes nuestros fosfatos de la Costa Atlántica.

SULFATO DE SODIO

Se extrae de las fuentes termales de Paipa, donde hay dos fábricas, una de ellas pertenece al Instituto de Fomento Industrial. Se beneficia sulfato de sodio, cloruro de potasio y cloruro de litio por el procedimiento de la destilación fraccionada.

Composición de las aguas por metro cúbico:

Na_2SO_4	29.700
NaCl	6.677
KCl	2.508
NaHCO_3	2.283
Na_2CO_3	0.501
LiCl_2	0.326

y otro producto en cantidades menores.