



HOMENAJE A
**ENRIQUE
HUBACH EGGERS**

— (1894-1968) —

en el cincuentenario de su fallecimiento

HOMENAJE A

ENRIQUE

HUBACH EGGERS

— (1894-1968) —

en el cincuentenario de su fallecimiento

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Oscar Paredes Zapata
DIRECTOR GENERAL

EDITORES

Humberto González Iregui
Armando Espinosa Baquero

© Servicio Geológico Colombiano
ISBN: 978-958-59782-4-9

COMITÉ EDITORIAL SGC
Diagonal 53 n.° 34-53
Bogotá D. C., Colombia
Teléfono: 220 0200, ext.: 3048
ceditorial@sgc.gov.co

Guillermo Parrado L.
PRESIDENTE

INTEGRANTES
Viviana Dionicio
Teresa Duque
Julián Escallón
Armando Espinosa
Gustavo Garzón
Héctor Mora
Nehify Andrea Pablos

DISEÑO DE CUBIERTA Y DIAGRAMACIÓN
Diana Paola Abadía Z.

COORDINACIÓN EDITORIAL
Carolina Hernández O.

IMPRESIÓN
Imprenta Nacional de Colombia
Carrera 66 n.° 24-09
PBX: 457 8000
www.imprenta.gov.co

Bogotá, D. C., Colombia
Julio, 2018

HOMENAJE A

ENRIQUE

HUBACH EGGERS

— (1894-1968) —

en el cincuentenario de su fallecimiento

CONTENIDO

9	Presentación
11	Cincuentenario del fallecimiento de Enrique Hubach Eggers (1894-1968): el Fondo Enrique Hubach Eggers, la Biblioteca Enrique Hubach Eggers del Servicio Geológico Colombiano
15	Recuerdo
31	CAPÍTULO 1 Geología regional
77	CAPÍTULO 2 Estratigrafía
121	CAPÍTULO 3 Geología económica
147	CAPÍTULO 4 Geología aplicada
159	CAPÍTULO 5 Investigación
181	CAPÍTULO 6 Comisión Científica Nacional

PRESENTACIÓN

En la ya más que centenaria historia del Servicio Geológico Colombiano, institución que llevó sucesivamente los nombres de Comisión Científica Nacional (1916-1938), Servicio Geológico Nacional (1938-1968) e Ingeominas (1968-2011), Enrique Hubach Eggers (1894-1968) es una de las figuras más notables. Fue un investigador destacado cuya extensa obra tiene aún total validez, y también un hábil administrador que logró posicionar la institución en altos niveles, tanto en Colombia como en el exterior. Dedicó a Colombia cuarenta y cuatro años de trabajo continuo, consagrado, inteligente e innovador. Respondió con acierto a los requerimientos que el país hizo a la geología, y éstos fueron muchos e importantes: petróleo, recursos minerales para la industria, agua para ciudades y poblaciones, problemas de deslizamientos en muchas regiones y conocimiento geológico regional.

Enrique Hubach llegó a Colombia en un momento en que el país necesitaba con urgencia el apoyo de la geología pero no contaba con una geología nacional para sus proyectos de desarrollo. El gobierno de Don Pedro Nel Ospina solicitó entonces a Alemania, el envío de geólogos; Enrique Hubach llegó en 1924 y de 1931 a 1934 dirigió la Comisión Científica Nacional. Más adelante, entre 1950 y 1957 tomó la dirección del entonces Servicio Geológico Nacional. Fue la época de los mayores logros de la institución: la entrega al país del proyecto de la siderúrgica de Paz de Río, estudios básicos sobre Cerrejón, sobre fertilizantes, sobre calizas para la industria cementera, entre otros. El Servicio Geológico Nacional logró en aquella época su mayor nivel científico, desarrollando disciplinas de punta como la palinología, la fotogeología y la paleontología.

Enrique Hubach falleció en Popayán en 1968, dejando en manos de su familia un importante archivo de sus trabajos y de su correspondencia profesional. Desde hace varias décadas el Servicio Geológico Colombiano se interesó en recuperar aquellos documentos y en hacer un reconocimiento a la vida y a la obra de Hubach, como parte de una política de recuperación de la memoria institucional. Un volumen de la serie Publicaciones Especiales del Ingeominas le fue dedicado en 1982. Sin embargo, los documentos en cuestión permanecieron guardados durante cincuenta años, en un baúl cuidadosamente arreglado por su esposa, doña Josefina Valencia Muñoz, en la hacienda Genagra, cerca de Popayán, donde la familia vivió durante muchos años. Ese baúl soportó todas las circunstancias e inclemencias, entre ellas el terremoto que el 31 de marzo de 1983 destruyó una parte de la ciudad y también la casa de la hacienda.

Durante los últimos años la Dirección General del Servicio Geológico Colombiano estableció los contactos para sacar a la luz los documentos de Enrique Hubach. Conjuntamente con su familia, y en conmemoración del cincuentenario de su fallecimiento, se decidió que los documentos serían inventariados por el Servicio Geológico Colombiano, se propondría el nombre de Hubach para la biblioteca de la institución, se montaría una exposición permanente y se publicaría un libro en homenaje a su vida y a su obra. Ese libro, que hoy se entrega, es una selección de documentos del Fondo Enrique Hubach, cuyo catálogo y organización física han sido llevados a término por el Servicio Geológico Colombiano.

En la selección de los textos se buscó que éstos muestren las diferentes etapas de la producción científica de su autor, y de su vida profesional. Además, se trató de que los trabajos dejen ver las diferentes facetas de su obra: geología básica y geología aplicada con sus diferentes disciplinas. Algunos de ellos son documentos en proceso

de avance, que muestran el método de trabajo de Hubach. Incluso algunos son manuscritos y muestran cómo, en una época de poca tecnología en la información, había que proceder a a partir de trabajos hechos a mano, pasar a textos dactilografiados, a menudo por el autor mismo, para llegar a textos definitivos de los cuales se sacaban varias copias a carbón.

El libro que el Servicio Geológico Colombiano da a la luz busca hacer un justo reconocimiento a la contribución de Enrique Hubach a la geología y a la institución, además de motivar a los investigadores que deseen profundizar en el conocimiento de la geología colombiana y de su evolución histórica.

Para finalizar, debo dejar expreso testimonio del interés científico del profesor Armando Espinosa en recuperar para la posteridad la obra inédita de Enrique Hubach, cuando al poco tiempo del inicio de mi gestión como Director General de Ingeominas, hoy Servicio Geológico Colombiano, me planteó el reto de rescatar los documentos del doctor Hubach, lo cual con la publicación de este libro es una realidad. Asimismo, agradecer el trabajo científico de catalogación y clasificación de este importante material científico que adelantaron los doctores Espinosa Baquero y González Iregui. También, el valioso aporte de la geóloga Adriana Agudelo, coordinadora del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de la entidad en Popayán, en la organización del Fondo Enrique Hubach.

A Martha y Erna Hubach Valencia nuestro reconocimiento por su generosidad en permitir que elementos personales del doctor Hubach, hoy formen parte de la exposición permanente de la Biblioteca Enrique Hubach Eggers, de la sede central del Servicio Geológico Colombiano.

OSCAR PAREDES ZAPATA
DIRECTOR GENERAL
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO



CINCUNETENARIO DEL FALLECIMIENTO DE ENRIQUE HUBACH EGGERS (1894-1968): EL FONDO ENRIQUE HUBACH EGGERS, LA BIBLIOTECA ENRIQUE HUBACH EGGERS DEL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

ARMANDO ESPINOSA BAQUERO, HUMBERTO GONZÁLEZ IREGUI
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

En 1923 la Comisión Científica Nacional, antecesora del Servicio Geológico Colombiano y creada en 1916 para explorar en busca de recursos mineros y para levantar el mapa geológico de Colombia, había quedado sin personal científico al morir Robert Scheibe y al retirarse Ricardo Lleras Codazzi, sus dos miembros fundadores. Colombia tenía en aquella época grandes necesidades de abastecimiento en recursos minerales para la industria, la construcción, los ferrocarriles y otros pero no tenía especialistas en esos campos. El Gobierno nacional decide entonces solicitar al Gobierno alemán el envío de geólogos y es así como llegan al país Ernest Scheibe, hijo de Robert Scheibe, y Enrique Hubach.

En aquel momento el tema del petróleo ya era importante en Colombia. Las primeras concesiones habían sido otorgadas en 1905 y la exploración de posibles yacimientos era vista como una prioridad. Enrique Hubach es enviado al Catatumbo, al Darién y al Chocó donde hace estudios durante varios años. En 1931 la Comisión Científica Nacional queda de nuevo acéfala y Hubach es llamado a su dirección, cargo que ocupa hasta 1934. En esa época van apareciendo temas importantes para el país: la ampliación de la red ferroviaria requiere un gran desarrollo de la minería del carbón, el sector hidroeléctrico reclama estudios básicos y aplicados, varias poblaciones sufren deslizamientos y algunas deben ser trasladadas (La Paz y Sativanorte en Boyacá, entre ellas). Enrique Hubach y los pocos geólogos con los que cuenta el país deben enfrentar todos esos retos.

De 1938 a 1944 Enrique Hubach es geólogo jefe en la compañía Shell-Colombia. Tras su matrimonio con doña Josefina Valencia Muñoz, hija del maestro Guillermo Valencia, se instala en Popayán en 1945. En 1950 el presidente Laureano Gómez le llama a la dirección del Servicio Geológico Nacional, institución sucesora de la Comisión Científica Nacional. Hasta 1957 asume esas funciones, con tan gran éxito que ese período ha sido llamado la Edad de Oro del Servicio Geológico.

Después de una estadía en Europa la familia Hubach regresa a Popayán en 1959. Desde allí Enrique Hubach adelanta estudios para el Instituto de Fomento Industrial IFI. Muere en esa ciudad el 23 de septiembre de 1968.

La extensa obra científica de Enrique Hubach ha sido evaluada en su conjunto por varios estudios (Espinosa, 1984, 1988; De la Espriella y Espinosa, 1994). Doscientos nueve informes de su autoría (ciento setenta como autor único y treinta y nueve como primer autor) quedaron en la biblioteca del Servicio Geológico y cuarenta y uno de ellos fueron publicados. Sin embargo, muchos documentos quedaron fuera de la institución: los que fueron escritos para el IFI, los que adelantó para la compañía Shell, algunos que hizo en París entre 1958 y 1959 y los que quedaron en manos de su familia.

Ya desde la década de los años setenta sucesivos directores de INGEOMINAS se interesaron en los documentos que Hubach dejó en la hacienda Genagra, donde vivía al fallecer en 1968. En 1977 el doctor Michel Hermelín hizo una visita a doña Josefina Valencia en Genagra. Personalmente pudimos visitarla también, acom-

pañando al doctor Alfonso López Reina; ella nos habló entonces de un baúl en el que estaban depositados los papeles de Hubach. Varias circunstancias, entre ellas el terremoto de Popayán de 1983, que destruyó la casa de la hacienda, impidieron que esos documentos vieran la luz, y doña Josefina Valencia falleció en 1991. Desde hace unos cinco años el doctor Oscar Eladio Paredes Zapata, Director General del Servicio Geológico Colombiano, estableció contactos con la familia de Enrique Hubach e inició acciones para sacar a la luz esos documentos. Finalmente, en febrero de 2018 se hizo la primera reunión formal con la doctora Martha Hubach Valencia, una de sus dos hijas, en la sede del Servicio Geológico Colombiano en Popayán. Se propuso allí que, con ocasión de los cincuenta años del fallecimiento de Hubach, se diera su nombre a la biblioteca del Servicio Geológico Colombiano, que los documentos que reposaban en Genagra fuesen inventariados y dados a la luz con el nombre de Fondo Enrique Hubach y que se iniciasen investigaciones y acciones para publicar sus obras completas.

El Consejo Directivo del Servicio Geológico Colombiano aprobó en su sesión del 10 de mayo de 2018, por proposición del doctor Oscar Paredes, que la biblioteca de la institución recibiera el nombre de Enrique Hubach. Gracias a un trabajo juicioso, cuidadoso y delicado de la doctora Martha Hubach los documentos, transportados de Genagra al Museo Nacional Guillermo Valencia en Popayán, fueron limpiados y colocados en carpetas, respetando una organización general que el mismo Enrique Hubach les había dado; en la mayoría de los casos se trata de copias de documentos dactilografiados, en papel mantequilla, que estaban sujetos con ganchos metálicos. Tras la operación de limpieza y de organización hecha por la doctora Hubach se inició el minucioso trabajo de catalogación de los documentos, inicialmente a cargo de Armando Espinosa Baquero, y luego de él mismo y de Humberto González Iregui. Desde el inicio, se contó con la asesoría del Archivo Central del Cauca (de la Universidad del Cauca) por intermedio de su directora, doctora Beatriz Eugenia Quintero Espinosa. Además de valiosas sugerencias sobre el tema de la catalogación de los documentos, el Archivo ofreció asesoría en asuntos de restauración y de digitalización de documentos notables con alto grado de resolución.

Catalogar un fondo como el de Enrique Hubach es un trabajo delicado y complejo. La geología y la historia deben ser las guías en el diseño del catálogo, si se busca que los documentos puedan ser fácilmente consultados por investigadores. Una vez definidos los campos del catálogo: asignatura, tipo de documento (informe de Hubach o de otros autores, mapa, correspondencia, manuscrito u otro) fecha, origen, tema tratado, zonas estudiadas, palabras clave, análisis geológico e histórico, cada documento fue cuidadosamente analizado. Todos los documentos, más de seiscientos en total, fueron catalogados entre mayo y junio de 2018. Al trabajo de los dos expertos citados se unió permanentemente el de la doctora Martha Hubach. Su ayuda fue muy valiosa cada vez que se trató de confirmar si las notas manuscritas que con frecuencia aparecen en los documentos corresponden efectivamente a Enrique Hubach, o si en textos de algún carácter personal el estilo es del mismo autor. También contamos con la eficiente participación de la geóloga Adriana Agudelo, coordinadora del Observatorio Volcanológico y Sismológico de Popayán, del Servicio Geológico Colombiano.

Simultáneamente con el trabajo de catalogación, una selección de trabajos notables fue hecha por Humberto González Iregui para esta publicación, conmemorativa del cincuentenario del fallecimiento del doctor Hubach, de la designación de la biblioteca del Servicio Geológico Colombiano con el nombre de Enrique Hubach y de la inauguración de la exposición permanente.

La vida de un hombre se conoce por sus obras, y la de un geólogo, por sus publicaciones, de las cuales se deduce la importancia de su aporte en el avance del conocimiento geológico de una región. Enrique Hubach, como profesional de las ciencias de la Tierra, es una muestra de ello. A lo largo de toda una vida de informes y publicaciones, él puso en práctica aquella premisa que dice: “Si quieres pasar desapercibido, guarda para ti el conocimiento adquirido. Si quieres que hablen de ti, para bien o para mal, escribe”. Sus más de doscientos informes y publicaciones, ya mencionados, como parte de su labor en la Comisión Científica y el Servicio Geológico Nacional, lo demuestran.

El Fondo Enrique Hubach lo constituyen centenares de artículos que corresponden a los originales del trabajo desarrollado por el científico durante casi cincuenta años de ejercicio profesional en el país, y muestran

una ejemplar disciplina de trabajo que da cuenta cómo, a partir de un informe preliminar mecanografiado por él mismo, va introduciendo observaciones y correcciones personales a lápiz hasta llegar a la versión final, que entregaba a la entidad para la que desarrollaba el trabajo en cuestión.

La obra de Hubach, una de las más amplias y variadas de la geología nacional es, paradójicamente, una de las menos conocidas, puesto que una parte de sus documentos permanecían inéditos en la ciudad de Popayán desde su muerte en 1968. Son estos los que su familia ha puesto a disposición del Servicio Geológico Colombiano con el fin de darlos a conocer a quienes se dedican a estudiar el avance del conocimiento y el desarrollo de la geología de Colombia.

En la selección que se ha realizado para este libro se ha procurado elegir aquellos trabajos que dan cuenta de las diferentes facetas de la vida de Enrique Hubach: su trabajo como geólogo regional, estatígrafo, geólogo económico, sus conocimientos aplicados a las obras de ingeniería, su labor como investigador, su trabajo como administrador en la Comisión Científica y como director del Servicio Geológico Nacional, sin olvidar aspectos de su vida personal.

Esta labor no ha sido fácil: son tantos y tan importantes los documentos que constituyen el Fondo, y tan limitado el espacio disponible para su publicación, que es posible que se hayan omitido algunos tan o más importantes que los seleccionados. Sin embargo, se ha procurado que, los que se incluyen, no hayan sido publicados, sean poco conocidos por la comunidad de geólogos y sean representativos para el estudio de los diferentes temas de su labor.

Confiamos en que, gracias a este trabajo de recopilación y edición, se reconozca el valor científico de las contribuciones de Enrique Hubach al conocimiento geológico de Colombia, y que los futuros investigadores no solo puedan aprovechar sus aportes, sino que tengan a su disposición toda la documentación que constituye este fondo, que es, además, un homenaje a su memoria y a su trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- De la Espriella, R. y Espinosa, A. (1994). Enrique Hubach (1896-1968) y la geología colombiana. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. XXI, No 81, p. 503 - 519.
- Espinosa, A., 1984. Historia de las Investigaciones Geológicas en Colombia, notas a partir de la segunda mitad del siglo XX. Revista Ciencia Tecnología y Desarrollo, COLCIENCIAS, Vol. 8, No. 1-4, p. 211-252, Bogotá.
- Espinosa, A., 1988. José María Cabal, Alejandro Humboldt y Enrique Hubach, su obra geológica y su contribución al desarrollo de Colombia. Revista Ciencia Tecnología y Desarrollo, COLCIENCIAS, vol 12 (1-4), p. 223 - 251, Bogotá.





RECUERDO

POPAYÁN, AÑO 2018

MUY QUERIDO Y CADA DÍA AÑORADO PAPI:

¡CUÁNTA SUERTE TUVIMOS DE HABERTE LLAMADO ASÍ!

El tiempo no suele ser buen amigo del recuerdo sin embargo la intensidad de los sentimientos ha superado ese obstáculo. Han transcurrido casi cincuenta años desde ese triste 23 de septiembre de 1968 cuando sentimos la pena y conocimos el significado de tu ausencia. El profundo afecto nunca ha fallado, ha volado sobre todas nuestras circunstancias y consideraciones y siempre, desde entonces, ha regido nuestros pensamientos hacia ti para tratar de sobrellevar el vacío que nos dejaste. Muchos recuerdos se han esfumado o nublado pero otros más están vivos para llamarlos en cualquier momento y vienen a la mente con alegría y agradecimiento hacia ti y hacia Mami, esa mujer extraordinaria que tuviste por compañera de tu vida. Entre ambos se escogieron y construyeron, según tus palabras, *“una felicidad que jamás esperaba disfrutar, segura, clara, cálida y capaz de vencer todos los obstáculos de la vida”*. Juntos nos dieron su más tierno amor, comprensión, respeto, minuciosa preocupación por todos los detalles, su muy comprometida responsabilidad como padres y también muchos gustos y libertad. ¡Qué más hubiéramos podido desear pero también qué menos esperar de dos personas especiales con profundos sentimientos y convicciones que unieron sus vidas para llevarlas más allá de donde ya las tenían, levantar una familia y completar, ampliar, conseguir las importantes realizaciones que, cada uno en su ámbito, tanto le aportaron a Colombia y a su gente!

Hoy, unidos contigo por los hilos del pensamiento que atraviesa y vence al tiempo, queremos que sepas cuan felices nos sentimos ahora cuando, más allá del recuerdo y gracias al repaso general que nos trajo hasta este día, recordamos o conocemos hechos importantes de tu vida personal y de tu arduo e importantísimo trabajo, leyendo o relejendo las cartas familiares, revisando tu archivo profesional y otros documentos. Ahí vemos cómo las ideas, a través de tu fina letra, fluían naturalmente como agua ligera y clara en los cuatro idiomas que manejabas con arte. Deseamos compartir algunos, sólo algunos, impresiones y comentarios tuyos en la correspondencia de tantos años para que, personas interesadas en acercarse a la obra geológica, conozcan algo más de las diferentes facetas de tu realidad. Quizás así, además de la ciencia, vislumbren tu sencillez, don de gentes, al gran ser humano honesto y persona de mente clara y limpia que fuiste. Rasgos estos que, tu muy querido amigo-cuñado-compadre Álvaro Pío, definía como las principales características de tu personalidad. Puestos a escoger, creemos que es el elogio esencial que se ha hecho de ti. De manera especial queremos resaltar también, como base de tu ser, el respeto por las creencias y opiniones ajenas. Nunca impusiste una idea: *“... Desde luego, hija querida, esta alternativa no es sino una insinuación. Lo que si te aconsejo...”*; o también: *“Nosotros queremos que hagas tu camino por tu propia decisión y tu vida tenga un contenido con luz propia”*. Siempre tu discurso, con tu interlocutor cualquiera que fuera o en tus documentos, fue así, razonado, respetuoso y si algo te molestaba profundamente era ver que se tratara de influir en la intimidad de las personas, concepto que para ti era sinónimo de libertad de pensamiento, cultura, religión, decisión.

En ti ganó la pasión por la geología y el enorme deseo de trabajar con el vasto caudal de conocimiento adquirido inicialmente durante tus estudios, en la Universidad Federico Guillermo de Berlín, los cuales te valieron la calificación de Summa Cum Laude en tu grado. No fue fácil llegar a ese país, tan lejos de tu tierra, siendo casi un niño y lo dices bien: *“Cuando llegué con esos trece años de Chile al colegio en Alemania, el corazón se me fundía por lo extraño que fue todo y por lo seria que era la educación. Tardé mucho, mucho tiempo hasta acostumbrarme,*

pero estoy feliz de que lo haya logrado porque esa educación me abrió las puertas en la lucha dura por la vida". Y en otro momento: "Uno hasta rebelde se vuelve, como me pasó cuando tuve que dejar atrás a Riachuelo, niño de doce años, sin esperanzas de volver por muchos años. Me escondí con un indiecito en el monte resuelto a hacer una vida salvaje. Pataleé como nunca más en mi vida y todavía en la vía crucis a Osorno traté de esquivarme del sacrificio que me parecía máximo. Todavía en Alemania le hacía encendidas descripciones de mi terruño al tío Carlos, hasta que un día me regañó y me apagó esa mechita. Desde entonces traté de ser razonable y en el colegio se encargaron de acentuar esa educación. Pero en mi interior seguía con mis añoranzas de Riachuelo como ustedes con las de Genagra"

Así fue, desde allí surgió tu apasionada sed tanto de conocimiento como de realización. Las palabras "exploración" y "expedición" eran de las más pronunciadas en nuestra casa, de las que ya habías llevado a cabo y de las que tenías en mente; todas eran una aventura que nos encantaba escuchar a sitios selváticos, lejanos, de donde no se volvía a saber de ti hasta cuando podías o decidías reaparecer y enviar noticias. En Chile, dos veces te dieron por desaparecido o peor aún. Recordemos cuando recorriste a Colombia a pie, con colaboradores que te acompañaban, en las más difíciles circunstancias, a sitios desconocidos en donde, a menudo, nadie había ido antes, llevando a cuestras libreta, brújula, largavista, martillo, decámetro, hamaca, algún machete, una tiznada y golpeada olla donde el arroz pegado era el menú diario, la pipa, las estrellas por techo, el ojo alerta deseando que la buena suerte asistiera porque los riesgos eran muy altos, ninguna tecnología y mucho conocimiento científico. Así te vimos partir de Genagra y regresar de dos de los muchos viajes a pie, ida y vuelta, que hiciste, desde El Tambo, hasta la costa caucana del Pacífico. Fueron muchos más, en las mismas condiciones, a toda Colombia, "menos la Amazonía colombiana". Tu incansable dedicación y afán de trabajo no eran, según parece, del agrado de algunos de tus acompañantes y colaboradores que no seguían el ritmo agotador que llevabas. Eras impaciente y ésto te acarreó algunas dificultades y quejas. Al poco de llegar a Colombia en 1924, te encomendaron dirigir la exploración a Urabá donde llegaron "en plena época de lluvias...las enfermedades tropicales...esta labor se logró llevar a cabo por entre fangales y matorrales...se suspendieron los trabajos por enfermedad..." y por último: "Los resultados de esta exploración en que los miembros de la Comisión hubimos de pagar el noviciado en estudios de selvas tropicales, fueron un conocimiento general de las condiciones geográficas y geológicas de Urabá". Nunca te diste por vencido. Sin embargo, y como era de esperar, hubo momentos difíciles y de duda como en 1938: "... Hay necesidad de un trabajo urgente, al cual no puedo sustraerme pero he acordado que en Diciembre hago el viaje a Chile. Como de costumbre, mi madre no se ha quejado de la tardanza de mi visita pero ella debe estar triste... tiene una voluntad muy fuerte pero un corazón muy sensible. A veces me provoca abandonar todo para vivir y corresponder. Este siglo como que va destruyendo el alma a pasos rápidos y el éxito del narcisismo que también es una cuestión de economía, va indicando el rumbo de la mecanización".

Y en 1941, en El Banco: "... Estaba convertido en una especie de máquina a causa de los trabajos en el sol y de insomnios en la noche...Poco a poco, el alma iba penetrando en el cuerpo dándome tranquilidad. Es una vida muy dura la que estoy llevando..." Cuando, en 1942, trabajaste en la: "Región El Difícil (Magd) ... Estoy en una región en que llueve fuertemente un día y al siguiente hace un sol que reseca hasta reventar la tierra. Afortunadamente ahora, los arroyos tienen agua corriente y no pozos terribles como en Junio y Julio. La gente acá vive muy feliz, sin necesidades y sin aspiración. Cuando estoy cansado, voy al campamento de Seísmos, cerca de aquí y me estoy con los ingenieros al pie de una nevera y de una radio que trasmite música. Estos sismólogos pueden vivir con más comodidad porque tienen campamentos más estables". Tal parece no haber sido tu caso. La realidad fue que nunca cuidaste de tu bienestar ni de tu salud por lo que ambos se resentieron. De este tema se preocupaba mucho más Mami de ti que tú mismo. También hubo momentos de mucho peligro para tu vida cuando te picó la serpiente en el Chocó y cuantos más. Una fuerte sequía en 1961 te preocupaba y nos escribías: "Uno se hace cruces aquí para saber por qué el tiempo ha cambiado tanto. Es una vieja preocupación de la humanidad que ha quedado en los misterios. Tú te acordarás que en el Cuaternario ha habido en Alemania y Francia cuatro períodos glaciales en que los hielos han avanzado desde el polo hasta el pie de los Alpes y en Norteamérica hasta los grandes lagos entre

EEU y Canadá. Entremedio hubo tres períodos tropicales con la flora y la fauna de ese clima. Cuántas teorías no ha habido para explicar estos fenómenos y todas han fracasado ... De todo lo que he aprendido del estudio de la naturaleza de tu patria, creo poder decirte que es comparable a un juego de deporte como el balompié (football). Hay dos partidos que se combaten, en el caso de la Tierra su propia fuerza de gravedad que trata de mantener el equilibrio y, por otra parte, la influencia de la gravedad de los astros del espacio que desequilibra la gravedad de la tierra, moviendo la corteza terrestre, hundiéndola bajo el mar o levantando montañas y cambiando sin cesar los ambientes que obligan a plantas y a animales, a través de los tiempos geológicos, a acomodarse a las nuevas situaciones y adquirir nuevas costumbres de progreso. Como en el balompié, esta competencia tiene sus leyes que podemos comprender. El juego mismo, sujeto a estas leyes, es imprevisible porque cada individuo actúa de acuerdo con las circunstancias. En la naturaleza cada individuo es una fuerza física y, como son muchas las causas, no podemos prever los resultados de este engranaje de las fuerzas, tan pronto intensas, tan pronto moderadas o quietas. Por lo mismo es difícil prever el resultado del juego, apenas podemos vaticinarlo”. Y cuando el clima agobiaba, esperabas en Bogotá: “Estoy encerrado en mi apartamento pensando que los únicos productos bellos de estos días son tu Bella de la Noche y la caperuzita blanca que, según me dice el Maestro Sanín, se ha puesto el Puracé. Nuestros campos de trabajo frente a Barranca están cubiertos de dos metros de agua y la región del Norte de El Banco está incomunicada”. O cuando ibas a clima frío: “Acabo de regresar de Paletará donde fui, más que por oficio, para cargar mis baterías de energía. Para mí, cada viaje de estos es un baño de salud...”; los vientos que allí soplan te recordaban los fríos y limpios que llegan de la Antártida al sur de Chile.

Todos los temas te interesaban y sobre todos nos instruías: “... he sentido con dolor el pecado que he cometido al regalar mi colección pre-colombina tan sin provecho. La más valioso de esa colección era una cabecita de barro de mujer, tan refinada y tan bella como Nefertiti y creo que debe ser de inspiración egipcia por el extraordinario parecido físico y su resplandor psíquico. Tuvo que tomar, en tiempos anteriores a los vikingos, el camino de la Océanía a través del Pacífico hasta los solitarios manglares de la costa americana, entre Tumaco y Esmeraldas, zona limítrofe entre Ecuador y Colombia. De esa misma migración cultural a tan inmensas distancias cuando todavía el Viejo Continente (Eurasia-África) estaba enrollado en sí mismo, procedía en mi colección una estatuilla de Buda y una cabeza de chino de cierta dinastía sobre la cual han hecho publicaciones en EE.U. Cómo te habría servido esto a ti para una disertación destacada y doblemente interesante por el viaje inesperado que el arte de Nefertiti tomó a los manglares de Tumaco, una expansión no soñada de la cultura mediterránea. Quién sabe qué sorpresas nos aguardan en relación con la difusión de la luz del Mediterráneo! Apenas estamos husmeando su rastro! Cuéntale esto a tu amigo el catedrático de Historia de América teniendo en cuenta que la cultura de Tumaco-Esmeraldas es exclusiva de ese pedacito de costa y la única de las Américas que no es incipiente ni cruel. Evidentemente eran marineros comerciantes porque gran parte de la cerámica de Tumaco proviene del Perú, de Centro-América y Méjico y poca es traída o reminiscente del viaje a través del Pacífico. Imagínate que en tiempos remotos, dos veces (dos razas distintas) han descubierto la Isla de Pascua, a 2000 kms de la más próxima isla polinesia. Qué combinación de instinto y observación habrán tenido estos polinesios para lograr semejantes hazañas?”

Recordamos este sobre un viaje a Grecia: “...debes seguir tus impresiones sobre los motivos que en tiempos tan remotos han madurado el arte y el pensamiento escrutador de una nación. Me imagino que en la literatura francesa encontrarás indicaciones sobre este fenómeno porque ellos son muy instruidos sobre las relaciones entre la cultura humana y la naturaleza. Ahí tienes, por ejemplo, la pureza azul del cielo y del mar en contraste con el terreno verde y amarillo de la península griega y de sus deliciosas islas. El mar los ha inducido a buscar el contacto con las culturas precedentes del Asia Menor y con Egipto que han asimilado y llevado a la cumbre. Hacia el Occidente han llevado su luz hasta las columnas de Hércules y, tan decisivamente, que a través de los siglos ha fecundado la mente europea. Ahí te puedes dar cuenta de lo que es capaz una espiritualidad superior íntimamente ligada a la comprensión de la naturaleza. Léete a Aristóteles y verás cómo el vuelo de este griego exploró todos los ámbitos de nuestro saber. Quisiera yo conocer a fondo la geología de Grecia como la he absorbido en Colombia para sentir el influjo geológico que ha ejercido su inspiración en la mente helénica. Pero me temo que sea mucho más compleja

esa historia de la corteza de Grecia que es parte del Viejo Mundo, mucho más avanzada en el desenvolvimiento y en creaciones superiores pero más misteriosamente oculta que en este Nuevo Mundo, donde Colombia transparenta las causas y el orden que han creado los ambientes y su influjo en la formación de la mente de los seres organizados. Léete mi conferencia sobre el *Influjo del Ambiente en Caldas...*”.

Y Florencia te fascinaba: “... puedes haber abarcado a fondo todo lo inmensamente espiritual que ha sido Florencia dentro de su pequeño territorio bajo la égida de hombres no solo ilustrados sino también plenos de gusto elevado como los Medicis. Esa aureola de capital inimitable del arte y las letras que luce sobre la ciudad, sus museos, sus iglesias, sus casa particulares y sus habitantes, es única en el mundo. Ni Roma con su larga historia y recuerdos de ella puede compararse a este núcleo irradiante de la cultura greco-romana que conserva intacta la tradición de su evolución espiritual y la sigue procreando latentemente en su gente. Si uno piensa en las ruinas que las guerras desde el tiempo de los Sumeros hasta hoy han producido en todo el mundo, comprende ese milagro de que Florencia conserve intacta su magnanimidad. Ahí es, en lo autóctono, donde las obras de los grandes maestros se disfrutaban sin restricción y es eso lo que le falta al Louvre, al Museo Británico, a la Pinacoteca de Munich y más todavía a los conglomerados n-americanos...”.

Alguna de tus recomendaciones para Inglaterra: “... en Londres, donde conocerás las glorias de un imperio al parecer inalterable, pero que prematuramente, por la estúpida rivalidad con Alemania, ha precipitado su senilidad a la cual presta toda la atención. Trata de vincularte lo más posible al idioma inglés moviéndote independientemente en esa urbe anticuada que sin embargo se enorgullece de su tradición. Siempre recuerdo con admiración una joya de ese orgullo que es el Museo Británico que es como una selección de las producciones de la naturaleza y de las del espíritu humano, todo sometido a una organización racional que ilustra el buen sentido que el conocimiento del mundo le dió a ese pueblo. Muchas cosas te chocarán pero trata de entenderlas, incluso su religión impuesta por ese sádico inteligente de Enrique Octavo”.

Sobre el tema de la agitación estudiantil de los años sesenta opinabas: “... también me parece que se debe al progreso científico y técnico demasiado acelerado que ha hecho insuficiente la enseñanza según los métodos tradicionales. El mismo atraso se extiende por el campo de la sociología, así que hay dos fenómenos a la zaga del progreso. La juventud está en esto mucho más avanzada que la generación madura dirigente y ésta ya no es suficientemente flexible para adaptar la educación y el estado social al pensamiento del presente. Esta justa insatisfacción sobre la adaptación, es aprovechada por agitadores políticos en favor de sus intereses de dirigir y explotar los intereses públicos”.

Y recordemos contigo momentos personales, en tus palabras siempre finas y sensibles. “Yo siempre creo que lo más perfecto de nuestra vida son los sentimientos que engrandecen el alma y hablan mucho más a los corazones que todos los razonamientos de los sabios...”. Y llegaste al Cauca: “Yo me consideraba un solterón empedernido, cuando en 1932 llegué a Popayán con el encargo de estudiar los carbones. En ese entonces conocí a Josefina y desde hacía largo tiempo era amigo del Maestro, su padre, y hasta llegué a ser un convencido partidario de su candidatura a la presidencia, a pesar de ser extranjero”. Y en 1943: “Bendigo la hora en que nos conocimos y aquella en que lancé de mi borda el lastre de ideas solitarias. Tú me has llenado la vida deliciosamente y así como te amo, te admiro”. Cuando las penas pronto llegaron, fuiste el apoyo y consuelo delicado y firme al sufrir Mami la muerte de su padre y le escribías: “Ojalá pueda ser algo de reparación de lo inmenso que has perdido. Poder emprender contigo una labor conjunta es la coronación de todas mis aspiraciones, así podremos mirar con más tranquilidad lo que se nos ha ido. Ya hemos comenzado a transitar ese camino”. Y, meses más tarde, al perder a la pequeña hija: “... Otra parte de nuestra felicidad entregada a la eternidad. Cuántos sacrificios hemos hecho...”. Y de tu amistad con el maestro Sanín: “Cómo habrá sufrido el Maestro Sanín en estas horas de angustia! Tiene bastante semejanza con Churchill y la energía y brillo de sus ojos son de parentesco frapante. La diferencia consiste en que en nuestro continente no se estiman los hombres de talla como Sanín Cano. Todavía lo veo digno y reservado con los ojos hinchados de lágrimas que vertió por tu papá. Creo que son de las muy pocas y las más abundantes que él ha vertido en su vida. Qué noble amistad!”. Sí, obstáculos de variada índole también se presentaron, como es inevitable, que entristecieron pero no opacaron sus vidas.

Siempre te oímos elogiar, a través de Josefina, a la mujer colombiana en general. Ya en 1938, cuando de esto ni se hablaba, le insinuabas: *“... hoy día el ambiente ya es lo suficientemente amplio para comprender el valor del trabajo intenso e inteligente de mujeres como las representas tú. No quisieras hacer un ensayo en ese sentido? Ten la seguridad que puedes conquistar glorias y verás cómo se vuelve liso el camino que parece tan duro. El actual momento político me parece tan interesante para participar en él que no debieras perder la ocasión”*. Y en 1957: *“Ayer no hemos hecho sino recordarte a ti y la influencia trascendental que has tenido el año pasado sobre los destinos de Colombia, probando que la mujer en el Gobierno es una necesidad tan grande en las actividades de la nación como en el hogar. Esta brecha que has abierto en la historia de los hombres de tu patria, quedó amplia y sólida como todo lo que te propones y realizas”*. En tu despacho de la dirección del IGN, Calle 53 con Carrera 4 en Bogotá, manifestabas: *“Aquí también trabajan mujeres muy preparadas, como Alicia Venegas, experta en bibliotecología y, gracias a su colaboración, se ha podido organizar la biblioteca del Instituto; Cecilia García Barriga, especializada en polen fósil y cuyas investigaciones nos han sido de enorme ayuda y Margot Barrios, paleontóloga. Esto demuestra, una vez más, que las damas colombianas, también en el campo de las ciencias, se destacan”*. En cualquier reunión, las damas se encantaban con tu conversación y te las arreglabas para mantenerlas cautivas con temas interesantes, nunca con nimiedades, porque éso hacía parte de tu respeto hacia el mal llamado sexo débil que, para ti, nunca lo fue y menos en Colombia.

Genagra era la casa donde queríamos estar, tú gozabas allí: *“No creo que haya una naturaleza, formada por un humano, que se pueda comparar con este hogar. No hay ni un rincón de la casa ni de los jardines que no concuerde artísticamente con el otro. A ti y a Guagua les deseo que puedan conservar este reflejo del espíritu de su Mami porque es una obra digna de la hija de su abuelito”*. En Genagra también: *“... Fui criador de blanco orejinegro y créame que estaba muy contento en este oficio”*. Tu afecto por los animales de todas las especies luchaba por defenderlos, como a las lagartijas, *“dinosuarios vivientes”* que protegías de las escobas diarias. Tanto te preocupaban que: *“Mi hobby ahora es observar los sentimientos de los animales y atenderlos cuanto sea posible. Así he logrado una gran amistad con el caballo rucio que tú recordarás. Es muy brioso y lo monto a intervalos, pero conmigo es de una nobleza conmovedora. En cambio no deja montar al mayordomo que es un gran chalán, inteligente, bondadoso en su trato con los animales”*.

También queremos darte buenas noticias porque tu obra, la inmensa obra sobre los comienzos del estudio, desarrollo e implementación de la geología en Colombia, sobre tu tiempo como director del IGN que, según muchas opiniones, fue época de oro de esa institución, está recibiendo hoy justos y merecidos reconocimientos y homenaje. Empieza a tomar forma la publicación de tus obras completas o cuanto más sea posible ya que conocemos la dificultad debida a que existen estudios esparcidos en diferentes entidades y lugares como en la compañía holandesa Shell y, Francia, en el CNRS, el Instituto Francés del Petróleo, la Casa de América Latina. Ojalá logremos rescatarlos.

En mesas extendimos tu archivo para revisarlo cuando salió de un baúl, baúl muy nombrado y de pocos conocidos, donde estuvo guardado por cincuenta años. Baúl de lata que se portó muy bien y al que le agradecemos haber resistido el tiempo y conservado tus papeles en buenas condiciones. No sucedió lo mismo con parte de tu biblioteca que destruyó el terremoto de Popayán de 1983.

El interés que ha despertado siempre conocer tu obra científica se contradecía con la dedicación necesaria para reunirla, ordenarla y editarla. Todos hemos tardado mucho en realizar este deber, especialmente nosotros, tu familia. Intentos hubo que, por diferentes circunstancias, se frustraron. Aunque lamentable la tardanza, tal vez así debía suceder y es este el momento de llevar a buen término el trabajo como bien opina el Dr. Oscar Paredes Zapata, actual director del SGC. Gracias a su dirección, decisivo interés, empeño y continuos viajes a Popayán para dirigir y supervisar los avances, se ha podido llevar a cabo el acto que hoy nos reúne para recordarte bajo los siguientes títulos:

- Cincuentenario del fallecimiento de Enrique Hubach Eggers (1894-1968)
- Índice del Fondo Enrique Hubach Eggers
- Biblioteca Enrique Hubach Eggers del Servicio Geológico Colombiano

Admiradores y conocedores a fondo de tu obra como nadie, el Dr. Armando Espinosa Baquero, director de este proyecto y el Dr. Humberto González quien seleccionó los trabajos que aparecen en la publicación conmemorativa, se encargaron de la parte científica y técnica con todo su entusiasmo y dedicación ante lo que ya conocían y lo nuevo que encontraban. La Dra. Adriana Agudelo, Coordinadora del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Popayán, participó con mucho interés. En Bogotá, igualmente agradecemos a los colaboradores del SGC que han laborado arduamente para la realización de este proyecto.

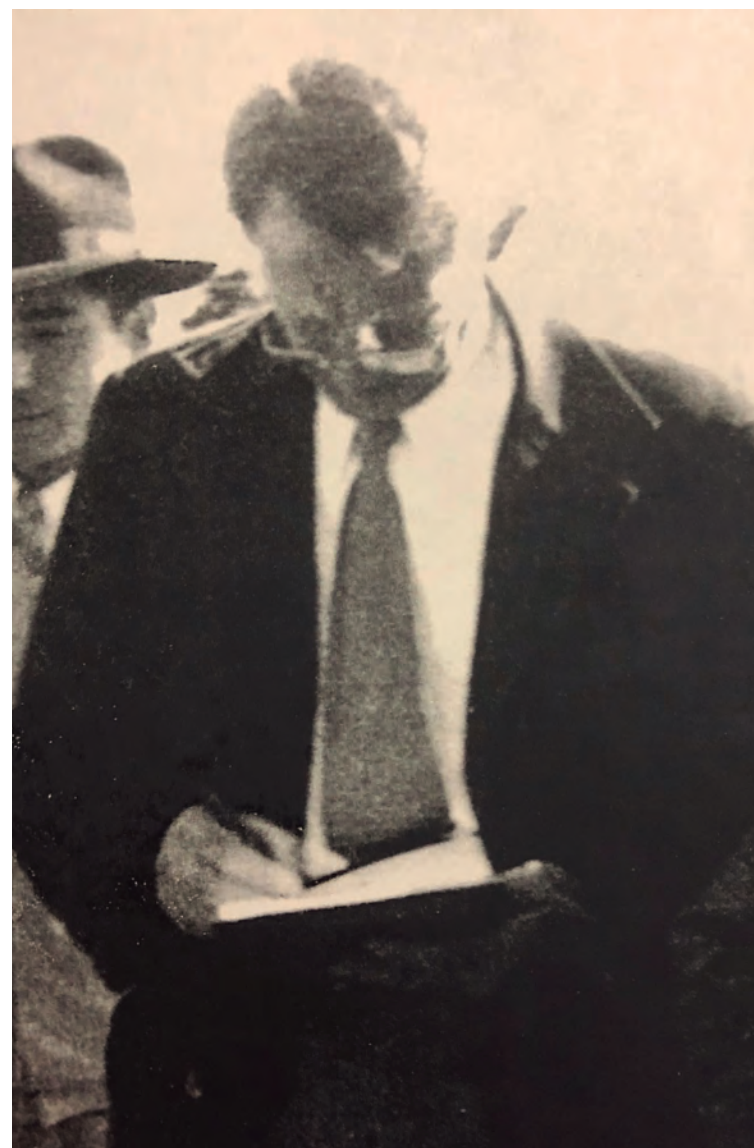
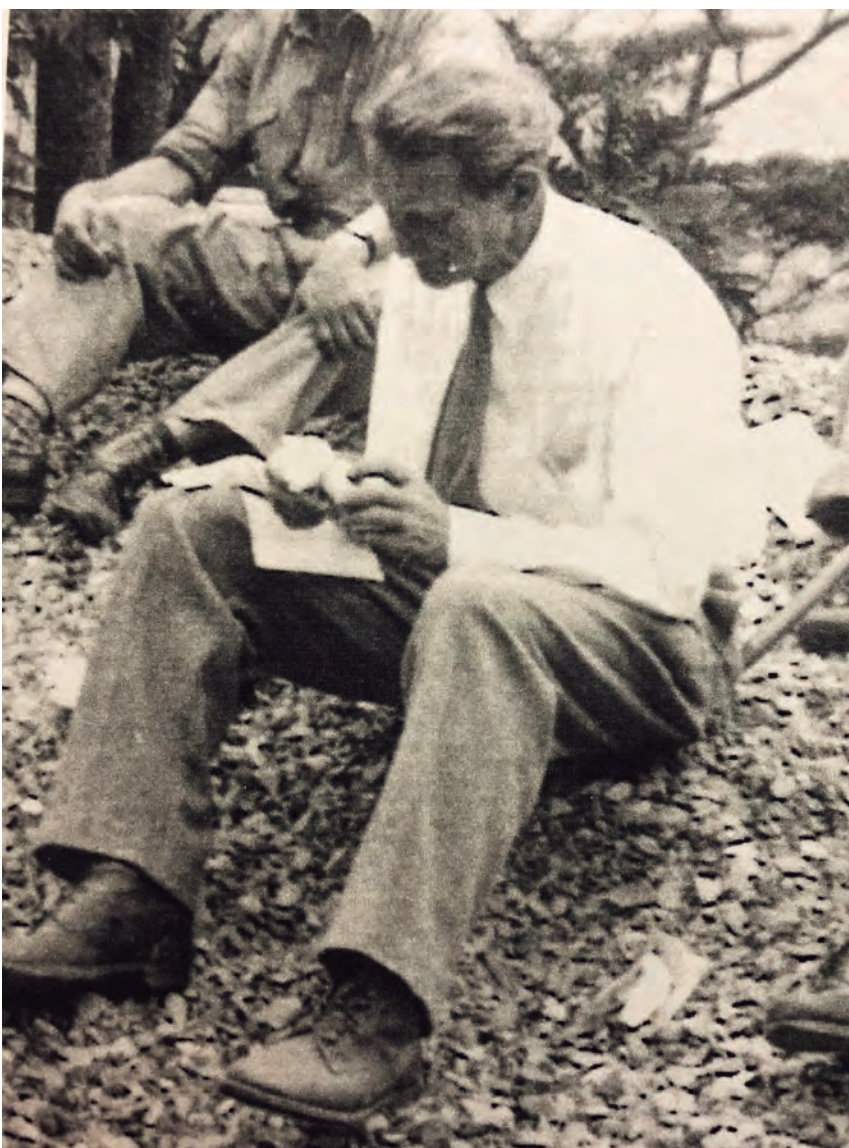
A todos ellos damos las gracias por haber permitido encontrarnos hoy recuperando la memoria de tu vida y obra siempre dirigidas en favor del conocimiento y desarrollo de Colombia, país que tanto amaste y cuya geología te inspiró hasta el último instante.

Aunque los halagos y las vanidades te fueron totalmente ajenos, el desinterés personal tu norma y nunca esperaste reconocimientos, creemos acertar al decirte que hoy estamos agradecidos por haber soñado despiertos un rato contigo, habernos proporcionado muchas enseñanzas, encontrar numerosos motivos para entender que eres un gran orgullo para la geología y para nuestro país y constatar que una vida honesta puede ser, al mismo tiempo, brillante.

Te admiramos, extrañamos y queremos,

Martha y Juan





Genazoa, Mayo 10, 64

Querida Natalia:

Hoy, día de la madre, llegó precisa tu carta para Miami y de ello se alegró muchísimo porque te ha pensado muy cerca. También llegó tu carta para mí en que confirmas el recibo de la cosa y el reclamo sobre el origen del carbon. Voy a contestar esto último antes de que se pase el tiempo.

El carbon proviene de la vegetacion. Esta apareció primero en los mares que solo produjo plantas primitivas, algas en especial. Esto comenzó antes del Paleozoico y se estima que la vegetacion de plantas unicelulares comenzó en el Proterozoico, hace 2500 millones de años. (Dado que hubo plantas, pudieron desarrollarse los animales porque sin este alimento no habrían podido existir.)

Alrededor del Siluriano, las plantas pudieron adaptarse a la vida en la Tierra Firme. Hasta entonces, la corteza de esta probablemente todavía no estaba adecuada (densidad, racción) para la vida vegetal. Una vez en la corteza de los continentes, el ambiente en su totalidad, la variedad de minerales, de temperatura, de fotosíntesis le dieron un rápido y gran impulso a tal punto que en el Carbonífero ya había grandes selvas de Sigillaria, Pecopteris, etc. que vivían en tierras más húmedas y cangrosas. Otras ya pueden haberse extendido en ese tiempo a la tierra seca.

Todos los ^{carbocitos, huellas} carboníferos, lignitas y turbas que se han conservado en los sedimentos que se exploran en las minas de carbon, provienen de vegetacion de pantanos que en parte ha sido de pajonales, en parte de selva alta, como se puede comprender bajo el microscopio segun los restos fosilicos. Para que te puedas formar un cuadro de como han sido estos paisajes, te refiero a la ciénaga de Bay - Ptrato que es un campo tipico de formacion de carbon del futuro geológico. Es una inmensidad plana por cuyo centro fluye el Ptrato, y que tiene por o más de 400 millas de largo. La mayor parte de la tierra está cubierta de juba, en los orillos de la rivera donde se forman algunas turbas por todavia sumergidos, crecen palmeras, avacachos (cacaobuena) multitud de selva baja. Hacía la tierra nuevos arboles entra a formarse selva alta y robusta.

Ahora, imaginatelo, una sucesion de otra de vegetacion muy preciosa y quedará cubierta de agua, es decir salvos de la influencia del oxígeno que produce la materia vegetal. Así comienza el proceso de incubación cuya primera etapa es la turba. Reflexionando sobre el hecho de que, para la formacion de un bloque de carbon se necesitan por lo menos unos 10 millones de turba, hay que preguntarse que es lo que se depositaria si el terreno hundido no perteneciera a la zona de la corteza que se halla en estado de hundimiento secular, es decir lento, como lo es hoy el Bajo Ptrato (E. Reclus lo describe como el Duin de Verde; véase la geografia Universal de este autor francés). Así una capa de vegetacion va creciendo encima de la anterior hasta formar estratos suficientes

mente generada de turba. Tu comprendes que si la coque no siguiera hundiéndose, entonces el proceso de encarbonización no podría seguir porque para él se necesita alta temperatura y alta presión, lo que presupone que sobre la turba sigan depositándose sedimentos los que, conforme al grado de hundimiento de la coque en esas zonas, requiere depositarse alternante de arcilla y arena o de sedimentos marinos que lleguen a tener 5000 u. m. de grueso. En decir, durante el período del Jurásico, digamos durante el Carbonífero, pero también en otros períodos, en las respectivas zonas el hundimiento de la coque (compensado por el aumento por levantamiento de la coque) alcanzaba esas cifras. Así la turba sucesivamente, es el proceso es completo, va transformándose en lignito, luego en carbón, por fin en antracita.

Naturalmente, si dichos depósitos quedaran sumidos en esas profundidades, no quedarían bien al alcance del hambre. Sucede, pues, que sobreviene tras la fase de hundimiento de decenas de millares de años, la flexión que consiste en la contracción (pizamiento, fallamiento) de toda la formación según su línea de posición, a consecuencia de levantamiento del nivel, con lo que la explotación se hace cómoda para el hombre. En parte, la erosión de la tapa los mantiene en la tierra firme, por ahí va penetrando el universo si va orientado como se dirige el carbón en la roca, es decir en las arcillas, areniscas, etc. que el proceso de pizamiento (origenismo) ha contribuido a endurecer, lo mismo que ha contribuido a acelerar el proceso de encarbonización. En unos partes del mundo, como en los cuencas carboníferas de Pirmania, Inglaterra, Bélgica, Polonia, el origenismo no ha sido fuerte, por lo contrario de modo que los mantos de carbón están casi muy trastornados como sucede en Colombia donde los hallados y antracitas son de tipo del Cretáceo, del permiano y jurásico pero sin el fuerte pizamiento por lo mismo son muy fácilmente explotables que aquí. Por a pesar de que los carbones europeos son mayormente más jóvenes, ofrecen las mismas calidades de carbón, la antracita incluida. La más rápida maduración geológica de la materia vegetal se debe a que esta era de mejor calidad.

Si te falta en formación, es carbón. X
 Guayana le doy a Miami una sencilla, un mantel
 Juan de los Rios, una maravilla. Ella me creció un
 lindo vestido para ella, hubo que hacer porque ya no
 que me compró nada para ella, te de tres mil pesos para
 que se que para un Bogotá, no hizo bien a pagar gastos.
 A propósito de tu vida a Holanda, te atrevo me
 bien aporrear los 200 botas para Nueva York. Mas tarde por
 dremos ver por la filmadora. Creo que una explicación va
 a darte una gran impresión del progreso técnico y
 científico - Las religiones de tu colegio no tendrán
 alguna influencia o relación donde perdidos quedaste en
 Nueva York?

Como pinto camino de Miami, Guayana
 de mí, te abraza tu Papi

GENAGRA, MAYO 10, 64

QUERIDA MATHI:

Hoy día de la madre, llegó precisa tu carta para Mami y de ello se alegró muchísimo porque te ha pensado sin cesar. También llegó tu carta para mí que confirma el recibo de la cosa y el reclamo sobre el origen del carbón. Voy a contestar esto último antes de que pase el tiempo.

El carbón proviene de la vegetación. Esta apareció primero en los mares que solo produjo plantas primitivas, algas en especial. Esto comenzó antes del Paleozóico y se estima que la vegetación de plantas unicelulares comenzó en el Proterozóico, hace 2.700 millones de años. (Desde que hubo plantas, pudieron desarrollarse los animales porque sin este alimento no habrían podido existir)

Alrededor del Siluriano, las plantas pudieron adaptarse a la vida en la Tierra Firme. Hasta entonces, la corteza de esta probablemente todavía no estaba adecuada (desierta y vacía) para la vida vegetal. Una vez en la corteza de los continentes, el ambiente muy variado, la variedad de minerales, de temperatura y de fotosíntesis le dieron un rápido y gran impulso, a tal punto, que en el Carbonífero ya había grandes selvas de Sigileria, Araucarias, etc. que vivían en tierras más o menos cenagosas. Otras ya pueden haberse extendido en ese tiempo a la tierra seca.

Todas las antracitas, hullas, lignitos y turbas que se han conservado en los sedimentos y que se explotan en las minas de carbón, provienen de vegetación de pantanos que en parte ha sido de pajonales, en parte de selva alta, como se puede comprobar bajo el microscopio según los restos fósiles. Para que te puedas formar un cuadro de cómo han sido estos paisajes, te refiero a la ciénaga del Bajo Atrato que es un campo típico de formación de carbón del futuro geológico. Es una inmensidad plana por cuyo centro fluye el Atrato y que tiene 1m o más de agua dulce. La mayor parte del terreno está cubierto de yerba; en las orillas de los ríos donde se forman bancos algo más altos pero todavía sumergidos, crecen palmas, arracachos (un arbusto) y multitud de selva baja. Hacia los terrenos menos anegadizos entra a formar selva alta y robusta.

Ahora, imagínatelo, una generación tras otra de vegetales van pereciendo y quedan cubiertas de agua, es decir salvadas de la influencia del oxígeno que pudre la materia vegetal. Así comienza el proceso de incarbonización cuya primera etapa es la turba.

Reflexionando sobre el hecho de que, para la formación de un banco de carbón se necesitan por lo menos unos 10 m de turba, hay que juzgar que estos 10 m no se depositarían si el terreno cenagoso no perteneciera a zonas de la corteza que se hallan en estado de hundimiento secular, es decir lento, como lo es hoy el Bajo Atrato (E. Reclus lo describe como el Desierto Verde; ve la Geografía Universal de este autor francés). Así una capa de vegetación va creciendo encima de la anterior hasta formar estratos suficientemente gruesos de turba. Tu comprendes que si la corteza no siguiera hundiéndose, entonces el proceso de incarbonización no podría seguir porque para él se necesita alta temperatura y alta presión, lo que presupone que sobre la turba sigan depositándose sedimentos, los que conforme al grado de hundimiento de la corteza en esas zonas, requiere deposición alternante de arcilla y arenas o de sedimentos marinos que llegan a tener 5000m o más de grueso. Es decir, durante esa fase geológica, digamos durante el Carbonífero, pero también en otras posteriores, en las respectivas zonas el hundimiento de la corteza (compensado lateralmente por levantamientos de la corteza) alcanza esas cifras. Así la turba sucesivamente, si el proceso es completo, va transformándose en lignito, luego en hulla y por fin en antracita.

Naturalmente, si dichos depósitos quedaran sumidos en esas profundidades, no quedarían bien al alcance del hombre. Sucede, pues, que sobreviene tras la fase de hundimiento de decenas de millones de años, la reacción que consiste en la contracción (plegamiento y fallamiento) de toda la formación sedimentaria depositada, acompañada de levantamiento del nivel con lo que la explotación se hace cómoda para el hombre. En parte, la erosión destapa los mantos en la tierra firme y por ahí va penetrando el minero y se va orientando como se dis-

tribuye el carbón en las rocas, es decir en las arcillas, areniscas, etc. que el proceso de plegamiento (orogenismo) ha contribuido a endurecer, lo mismo que ha contribuido a acelerar el proceso de encarbonización. En unas partes del mundo, como en las cuencas carboníferas de Alemania, Inglaterra, Bélgica, Polonia, el orogenismo no ha sido fuerte de modo que los mantos de carbón no han sido muy trastornados como sucede en Colombia donde las hullas y antracitas son del fin del Cretáceo y del principio del Terciario principalmente. Allá por lo mismo son más fácilmente explotables que aquí. Pero a pesar de que los carbones europeos son mayormente del Carbonífero, los mencionados de Colombia, mucho más jóvenes, ofrecen las mismas calidades de carbón, la antracita incluida. La más rápida maduración geológica de la materia vegetal se debe a que esta era de mejor calidad.

Si te falta información, escíbeme.

te abraza su

Papi



Quetzal, Febrero 9, 68

Querida Guagua:

Esta mañana, a las 10 $\frac{1}{2}$ fue el terremoto que se sintió en todo el país, aún en Caracas. Este temblor me refrescó el ánimo, me pone la pluma en la mano para escribirte, como me fue.

Como hoy es jueves, día de mercado, era obvio que estuviera en la galería comprando víveres. Instantáneamente estaba pidiendo habichuelas que no me gustan mucho, pensando que a la Mañi sí. Este pensamiento quedó paralizado como una suspensión telefónica, cuando comenzó a moverse la galería de un lado para otro, como un medio ultramarino. Instantáneamente miré hacia el techo de la galería, vi que la estructura era de madera, me quedé donde estaba porque era sitio seguro. Pero no te imagines el susto de los marchandises, de los clientes: salieron corriendo hacia los patios, pálidos como la cal, en un trance cardíaco que inspiraba temor por ellos. Dejaron abandonados mercancías, canastos, dinero, de modo que un ladrón ducho en sisunos habría podido volverse rico. La gente en los patios estaba muda, arrodillada, rezando, dando la impresión de que había llegado la hora del último juicio. En esos momentos todos, hasta los más perfidos, eran simples, incapaces de cualquier fechoría. Estos buenos propósitos fueron reafirmados cuando al rato vino

el segundo terremoto, no tan fuerte como el primero. Los patios estaban llenos, el resto de la galería vacía. La gente estaba extática creyendo que iba a sobrevinir una catástrofe, rogando a los santos con una intensidad de desesperación que se propagaba en ondas por el recinto. Jamás había vista tanta devoción, resolución de arrepentimiento. Todavía después, cuando todas habían regresado a sus puestos, las vendedoras estaban tan destoladas que no tenían ni medida ni idea del valor de las cuentas. Traté de infundirles confianza en la resistencia del edificio contra terremotos, pero eso era como predicar en el desierto. Me da la impresión que si hay un temblor violento, la gente se apaña en el sitio de un peligro, siguiendo el camino de algún carnero o de alguna vaca madrina.

Pues me quedé solo con mis castos porque el tío de Niquelito había desaparecido como por encanto. Tuve que buscarlo un rato porque en una forma bruja se transportó, para hablar en términos de Miami, al Quinto Patio de los Infiernos, hincado, ausente de ánimo, rezando cual si fuera una estatua parlante. Por fin regresó a este mundo.

No ha habido daños de consideración en Popayan. Vi que de San Agustín, a la entrada, había caído una columna, sin que nada estuviera debajo. Hay grietas, cosas menores. Entonces pensé con terror en los preciosos porcelanos del comedor de Genara, y nos fuimos para allá como una flecha. Pero nada pasó, por fortuna. Rufina y Ana Julia "goxaron" mucho con el temblor porque no cesaban de contar sus impresiones de adelante para atrás, y de atrás para adelante. El viejo Rubén tenía una cara iluminada como un apóstol. Qué purificación momentánea de tantos pecadores!

Ya ves que todo pasó sin tragedia y que fue interesante, como para contárselo a ustedes. Con todo este ánimo sí mismo les envío un caloroso abrazo su

Papi

Responso del terremoto de Llanos de Alvaro, pero no hay estatua en la casa ni en la escuela. El Papi está tranquilo.

GENAGRA, FEBRERO 9, 67

QUERIDA GUAGUA:

Esta mañana, a las 10 ½ fue el terremoto que se sintió en todo el país y aún en Caracas. Este temblor me refrescó el ánimo y me pone la pluma en mano para escribirte como fue.

Como hoy es jueves y día de mercado, era obvio que estuviera en la galería comprando víveres. Justamente estaba pidiendo habichuelas que no me gustan mucho y pensando que a la Mami sí. Este pensamiento quedó paralizado como una suspensión telefónica cuando comenzó a mecerse la galería de un lado para otro, como medio minuto. Instintivamente miré hacia el techo de la galería y vi que la estructura era de madera y me quedé donde estaba porque era sitio seguro. Pero no te imaginas el susto de las marchandistas y de los clientes: salieron corriendo hacia los patios, pálidos como la cal y en un trance cardíaco que inspiraba temor por ellos. Dejaron abandonados mercancías, canastos y dinero de modo que un ladrón ducho en sismos habría podido volverse rico. La gente en los patios estaba muda, arrodillada, rezando, dando la impresión de que había llegado la hora del último juicio. En esos momentos todos, hasta los más pérfidos, eran ángeles, incapaces de cualquier fechoría. Estos buenos propósitos fueron reafirmados cuando al rato vino el segundo remezón, no tan fuerte como el primero. Los patios estaban llenos y el resto de la galería vacía. La gente estaba estática y creía que iba a sobrevenir una catástrofe, rogando a los santos con una intensidad de la desesperación que se propagaba en ondas por el recinto. Jamás había visto tanta devoción y resolución de arrepentimiento. Todavía después, cuando todas habían regresado a sus puestos, las vendedoras estaban tan destortoladas que no tenía ni medida ni valor de las cuentas. Traté de infundirles confianza en la resistencia del edificio contra terremotos pero eso era predicar en el desierto. Me da la impresión que, si hay un temblor violento, la gente se apiña en el sitio de más peligro, siguiendo el camino de algún carnero o de alguna vaca madrina.

Pues me quedé solo con mis canastos porque el tío de Miguelito había desaparecido como por encanto. Tuve que buscarlo un rato porque en una forma bruja se pransportó, para hablar en términos de Mami, al Quinto Patio de los Infiernos, hincado, ausente de ánimo y rezando cual si fuera una estatua parlante. Por fin regresó a este mundo.

No ha habido daños de consideración en Popayán. Vi que de San Angustía, a la entrada, había caído una corniza, sin que nadie estuviera debajo. Hay grietas y cosas menores.

Entonces pensé con terror en las preciosas porcelanas del comedor de Genagra y nos fuimos para allá como una flecha. Pero nada pasó, por fortuna. Rufina y Ana Julia “gozaron” mucho con el temblor porque no cesaban de contar sus impresiones de adelante para atrás y de atrás para adelante.

El viejo Rubén tenía una cara iluminada como un apóstol. Qué purificación – momentánea – de tantos pecadores!

Ya ves que todo pasó sin tragedia y que fue interesante como para contárselo a ustedes. Con todo este ánimo sísmico les envía un caluroso abrazo su

Papi

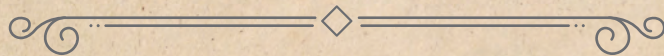
Después del terremoto llovió duro pero no hay goteras. El Puracé está tranquilo.





—◇— CAPÍTULO 1 —◇—

GEOLOGÍA REGIONAL



Apreciaciones de un viaje esencialmente aéreo

entre Bogotá y Urabá.

(Dispuesto por el Ministerio de Educacion y
realizado en los dias 13 a 23 de Marzo de 1935)Apreciaciones en un viaje aéreo entre Bogotá y Urabá
y por mar ~~en~~ y tierra en las costas de Urabá.

(13 a 23 de Marzo).

La primera etapa del viaje a que se refiere este estudio se hizo en avion, volando desde Bogotá via de la base aérea de Palanquera, del valle del Magdalena, de Cartagena y de la costa del Caribe a Turbo, poblacion situada en el golfo de Urabá. El itinerario ha sido el siguiente: 40 minutos de vuelo de Bogotá a Palanquero; 3 horas de vuelo de Palanquero a Cartagena; 1 hora de Cartagena a Turbo. La segunda etapa, entre Turbo y la costa de San Juan en ~~la~~ ^{la} costa Norte de Urabá, se hizo en 8 horas, embarcado ~~en~~ ^{en} guardabastas. En la costa de San Juan (de Urabá), se realizaron investigaciones a pié y en bestia. El regreso a Turbo se efectuó otra vez en guardacostas, gastandose 6 horas, gracias a la brisa (vientos del N y NE). ~~El~~ La misma brisa acortó en media hora el regreso aéreo a Bogotá (trayecto Cartagena-Palanquero). Todo el viaje se hizo sin contratiempos, gracias a que por el conducto del señor Ministro de Educacion pudimos ~~aprovechar~~ ^{aprovechar} la organizacion de los transportes aéreos y marítimos del Ministerio de Guerra. - Por lo visto, Urabá dista de la capital de la república de seis a 7 horas en viaje aéreo, dando la vuelta por Cartagena. El vuelo directo Bogotá-Medellin-Turbo se reduce ~~este~~ ^{este} ~~via~~ ^{via} ~~aéreo~~ ^{aéreo} a 4 horas. El viaje aéreo contrae el extenso territorio colombiano y concede fácil acceso aun a las regiones despobladas, difíciles de penetrar por la via terrestre. En otras palabras, el avion es un elemento de cohesion nacional. Los ~~problemas~~ ^{problemas} ~~cuya~~ ^{cuya} ~~solucion~~ ^{solucion} era de meses, vienen a reducirse a pocas horas de estudio ~~de~~ ^{de} ~~abogado~~ ^{abogado}. Esto demuestra la importancia de la aviacion para Colombia en el próximo futuro cuando el transporte aéreo se haya convertido en un medio de transporte comun.

El objetivo especial del viaje fué la investigacion de un aparente monumento prehistórico, situado en la costa de San Juan de Urabá. El resultado de este estudio se ha presentado al señor Ministro de Educacion, doctor Luis Lopez de Mesa, en un informe aparte.

Es natural que un viaje sobre una vasta porcion de la república hayadado lugar a hacer múltiples observaciones de la naturaleza inanimada y animada del pais y en especial con respecto a una region poco conocida, pero de una estrategia económica y política excepcional como la de Urabá. Con respecto al viaje aéreo podemos decir que nos dió oportunidad de conocer el conjunto de los detalles de varias regiones de la superficie del pais que anteriormente habíamos recorrido a pié y ademas de conocer la constitucion de conjunto de otras regiones que nos eran desconocidas. Al mismo tiempo, pudimos contemplar ~~los~~ ^{los} ~~ambientes~~ ^{ambientes} ~~petrólogicos~~ ^{petrólogicos}, sobre todo en relacion con los relieves terrestres, y el paso de los ambientes climáticos. Volando sobre el mar, el fondo alcanzaba a mostrar algunos de sus relieves importantes y sus nexos con ~~xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx~~ con las directrices constructivas del pais.

Apreciaciones del viaje Bogotá-Urabá, ordenado por el Ministerio de Educación Pública y realizado en los días 13 hasta 23 de Marzo de 1935.

Decreto por el Ministerio de Educación Pública y realizado en los días 13 hasta 23 de Marzo de 1935.

Introducción (Fin general y fines generales del viaje. Ruta del viaje y medios de transporte. Itinerario del viaje)

Parte principal.

I) GEOGRAFIA

- 1) Relieves terrestres, tomando como base de observación la subdivisión longitudinal del país de mayor a menor escala, y su modificación por razón de ondulaciones.
 - A) El valle del Magdalena.- Su desarrollo hacia el Caribe. Su subdivisión (alto y bajo Magdalena y contrastes; cuencas y dinteles).
 - B) El descenso de la Cordillera Central hacia El Banco y su prolongación hacia la sierra Nevada de Santa Marta.
 - C) La virgación de ~~las~~ ~~Sardinillas~~ Urabá-Bolívar de la Cordillera Occidental. Elementos de la virgación: a) serranía de San Andrés-Cármen; b) el plano del Sinú (Sabanas de Bolívar); c) la serranía de Abibe; d) el plano del León; e) la serranía chocoana-centroamericana.- La virgación especial de Abibe y los rasgos de su subdivisión longitudinal.
 - D) La red fluvial y su dependencia de la subdivisión longitudinal y de las ondulaciones de esta.
- 2) Relieves submarinos, y condiciones costaneras, entre Cartagena y Urabá.
 - A) El desconocimiento deficiente de la costa y del fondo marino.
 - B) Los relieves submarinos ~~en~~ obedecen a la subdivisión longitudinal del país y a sus caracteres geológicos.
 - C) Las condiciones de la costa ofrecen una dependencia análoga, combinada con las condiciones meteorológicas, posibles movimientos actuales de la corteza, aporte de sedimentos por los ríos, corrientes marinas, etc.
- 3) La meteorología en relación con los relieves. Estaciones, vientos, clima, etc.
- 4) La facies de la flora
- 5) El ambiente ~~historiográfico~~ geológico.

Apreciaciones durante un viaje realizado entre

Bogotá y Urabá (13 a 23 de Marzo de 1935)

La primera etapa del viaje a que se refiere este estudio se hizo en avion, volando desde Bogotá via de Palanquero, del valle del Magdalena, de Cartagena y de la costa al puerto de Turbo, situado en el golfo de Urabá. El itinerario ha sido el siguiente: 40 minutos de vuelo de Bogotá al Abanquecero; 3 horas de Palanquero a Cartagena; 1 hora de Cartagena a Turbo. La segunda etapa se hizo embarcado en guardacostas viajando desde Turbo por el Cabo de Águila hacia el sector del lado de la costa Norte de Urabá, situado entre las puntas de Sabanilla y de San Juan. Con 7 millas de andar por hora, el viaje se hizo en 8 horas. En la costa de San Juan, se hicieron los estudios a pié y en bestia. El regreso a Turbo, tambien en guardacostas, se hizo en 6 horas gracias a que la brisa (viento del N y NE) favoreció la marcha. El regreso de Turbo a Bogotá se realizó por la via aérea, empleándose tan solo tres horas en el trayecto de Cartagena a Palanquero, gracias a la brisa. - Por la via aérea Urabá dista por lo visto de seis a siete horas de Bogotá, dando la vuelta por Cartagena. Volando en línea recta de Bogotá via de Medellín a Turbo se gastan cuatro horas. El viaje aéreo por lo visto contrae el país y hace fácilmente accesibles las partes de que consta, sobre todo los extremos. Un viaje que se hace por tierra y agua en mas o menos un mes queda reducido a pocas horas; en un tiempo sorprendentemente corto se resuelven los trabajos que ordinariamente son muy morosos. Aun teniendo en cuenta que nuestro viaje ha sido organizado en forma excepcional por el señor Ministro de Educacion y por el Ministerio de Guerra, es sintomático para el próximo futuro en que el avion se transformará en vehiculo comun de transporte.

El objetivo principal del viaje fué la investigacion de un aparente monumento prehistórico, situado en la costa de San Juan de Urabá. El resultado de este estudio se ha presentado al señor Ministro de Educacion Nacional, Doctor Luis Lopez de Mesa, en un informe aparte.

El estudio general que ahora ofrecemos como cumplimiento de las facilidades que nos proporcionó el Gobierno Nacional, obedece a la necesidad de reunir y hacer utilizables las observaciones de diversa índole a que da un viaje a traves de una gran porcion del país. El viaje aéreo nos dió oportunidad de conocer el conjunto de ambientes regionales, algunos de los cuales conociamos en los pormenores por exploraciones terrestres. El estudio sobre el mar tiene particular importancia para el conocimiento del fondo y de la costa.

El estudio general que ahora ofrecemos como cumplimiento de las facilidades que nos proporcionó el Gobierno Nacional, obedece a la necesidad de reunir y hacer utilizables las observaciones de diversa índole a que da un viaje a traves de una gran porcion del país. El viaje aéreo nos dió oportunidad de conocer el conjunto de ambientes regionales, algunos de los cuales conociamos en los pormenores por exploraciones terrestres. El estudio sobre el mar tiene particular importancia para el conocimiento del fondo y de la costa. *La relación entre el mar y el interior de Urabá es un aspecto importante con las condiciones de la naturaleza y el pueblo que allí viven.*

Anotaciones al Mapa Geológico de La Guajira.
para el señor Contralmirante Piedrahita

Hasta ahora no se tenía ni noción geográfica ni geológica concreta de La Guajira.

Con base en las fotografías aéreas se elaboró en tres semanas de parte del jefe de la Sección de Fotogeología, Dr. H. C. Raasveldt, el mapa morfológico, geográfico y geológico de la Alta Guajira, sin conocimiento de la geología del terreno, pero con conocimiento de las características de los relieves que produce cada grupo de rocas y ~~de~~ ^{de} formaciones geológicas en otras partes del país.

En la segunda etapa de definición de La Guajira, para concretar la distribución de las rocas y eliminar errores de interpretación geológica, muy naturales en meros trabajos de oficina, se exploró durante un mes el terreno de la Alta Guajira por parte del Jefe de la Sección de Paleontología, doctor H. Buerger, quien tuvo a su favor la utilización del mapa de H. C. Raasveldt.

La trascendencia económica que resulta de este procedimiento breve y concreto, salta a la vista en el mapa mineralógico de La Guajira. De una vez se sabe qué minerales hay disponibles y donde están, es decir se puede planear su aprovechamiento de manera cierta, en favor de una región limitrofe, aislada y desconocida.

En el presente caso, el mapa mineralógico muestra la distribución de yacimientos de asbesto, de talco, de calizas cretáceas y oligocenas, y de yeso. Se sabe de una vez donde poner la palanca para levantar la economía de La Guajira en estos renglones y en combinación con recursos de las regiones adyacentes, como el carbón de Cerrejón.

Sin embargo, el mapa geológico dice más en asuntos de recursos. Ha llamado la atención de los petroleros a la zona al Suroeste del cerro de La Teta. De mayor valor nacional es que el mapa ~~sea~~ ^{es} la base para la determinación de los recursos de aguas subterráneas y de captación de aguas superficiales, en combinación con la calidad del material parental de los suelos que decide en La Guajira de la calidad agrícola de estos. Una derivación del mapa geológico lo explicará: En el lado suroccidental de La Sierra de La Jarara hay un murallón de caliza, cortado estrechamente por las quebradas que bajan de La Jarara, con hoyadas de embalse bastante amplias por detrás. Ahí se pueden hacer presas a bajo costo que rieguen los terrenos llanos ^{vecinos,} margosos y yesíferos, ~~llenos,~~ ^{que deben ser,} de extraordinaria productividad agrícola. Un solo centro agrícola, de demostración, que se establezca ahí, atraerá inmediatamente la atención de los inversionistas y el problema del desarrollo de La Guajira estará resuelto porque el ~~vuelto lo ha resuelto.~~ ^{problema es decisivo.}

El Instituto Geológico Nacional ha estado produciendo aceleradamente mapas e informes con finalidades económicas, pero no ha hallado verdadera comprensión de este servicio, es decir está arando en la arena. Sabiendo de los conocimientos geográficos y económicos que posee el señor Contralmirante Piedrahita, y de su fervor por el progreso del país, le somete esta exposición de un ~~caso~~ ^{problema} regional para que se ~~riegue,~~ ^{riegue,} se ~~siembre~~ ^{siembre} y se coseche.

Julio 27 de 1956

E. Hubach

Estas explicaciones deben agregarse al gráfico que lleva el título que abajo se cita.

ESQUEMA ADAPTADO DE LA CONSTRUCCION ANDINA DE LA
CORDILLERA ORIENTAL,

EXPLICACIONES AL ESQUEMA:

1) La Cordillera Oriental, situada en el lado oriental del terreno de transición (virgación) de la faja de los Andes desde el núcleo Ecuatoriano hacia la cuenca del Caribe, se amplía término medio desde las cabeceras del Magdalena-Caqueta, o sea desde las inmediaciones del núcleo Ecuatoriano, hacia la región de Maracaibo, ubicada en la proximidad de la cuenca Caribe. Esta particularidad demuestra la dependencia de un elemento mediano, como lo es en el presente caso la Cordillera Oriental, de un elemento mayor, como lo son los Andes. En efecto, el núcleo ecuatoriano es el terreno de mayor contracción y el más estrecho de la faja de los Andes mientras la cuenca del Caribe es el terreno menos contraído y más amplio de la faja de los Andes. De acuerdo con la disminución media de la contracción desde el núcleo ecuatoriano hacia la cuenca Caribe, la Cordillera Oriental se amplía término medio o sea que muestra siempre menor contracción a medida que se aleja desde el núcleo hacia la cuenca. La diferencia de contracción en este trayecto de la Cordillera Oriental resalta muy bien al comparar los plegamientos comprimidos y frecuentemente invertidos del interior de la cuenca de Bogotá, alta y estrecha a causa de la contracción todavía fuerte que ha recibido esta parte de la Cordillera Oriental, con los plegamientos ondulados y amplios de la cuenca de Maracaibo, baja y vasta por ~~mita~~ hallarse en la inmediación de la cuenca Caribe.

Debido a la situación próxima a la cuenca Caribe y a la lentitud de la evolución geológica, la cuenca de Maracaibo se distingue petrolíferamente de la cuenca de Bogotá por estructuras más favorables, por el hecho de que los niveles petrolíferos no se reducen al cretáceo sino se extienden al terciario y por ~~razones tectónicas~~ la detención de los efectos destructores de la erosión sobre las estructuras.

2) La Cordillera Oriental se subdivide longitudinalmente en los cordones occidental, central y oriental, entre los cuales se intercalan las hoyas oriental y occidental. Esta subdivisión es análoga a la subdivisión de lo que llamamos faja de los Andes en el compendio al final. La faja de los Andes se subdivide en la Cordilleras Occidental, Central y Oriental con intercalación de las hoyas Occidental (del Cauca) y Oriental (del Magdalena).

En principio, los cordones, como también las cordilleras, representan anticlinales complejos; las hoyas y subhoyas equivalen a sinclinales complejos. Esta subdivisión longitudinal solo resalta en los terrenos de transición entre un núcleo y una cuenca, por ejemplo en la transición del núcleo Santandereano hacia la cuenca de Maracaibo y en el terreno de transición desde el mismo núcleo hacia la cuenca de Bogotá. Lo mismo sucede en los Andes, principalmente en la transición desde el núcleo Ecuatoriano hacia la cuenca Caribe. La subdivisión resalta mejor en la Cordillera Oriental que en la Cordillera Occidental, simétricas entre sí al tomar como eje de simetría la Cordillera Central, porque la Cordillera Oriental se ha formado en el terreno opistotectónico (de evolución tectónica tranquila) de los Andes, situado al ~~Oriente~~ de la Cordillera Central, mientras la Cordillera Occidental ha nacido en un terreno de evolución tectónica intranquila, caracterizado como eutectónico, situado al Oeste de la Cordillera Central. En general se hace la observación de que los plegamientos longitudinales de tamaño menor y mediano se confunden proporcionalmente al aumento de la intensidad tectónica. Es decir, en la Cordillera Occidental, de carácter eutectónico o sea de contracción intensa, los cordones y hoyas se han confundido en la Cordillera misma, circunstancia a la cual ha venido a contribuir también el eumagmatismo que acompaña el eutectonismo. En la Cordillera Oriental, la contracción ha sido de mediana fuerza y por lo mismo los elementos longitudinales, o sean los submales, se distinguen bien. Conviene advertir que tal como la subdivisión longitudinal de la Cordillera Oriental solo resalta en los terrenos de transición así también la subdivisión longitudinal de la Cordillera Occidental comienza a manifestarse en la transición desde el núcleo de Frontón hacia

2

Bolívar-Urabá. Ahí, ella muestra la misma cantidad y la misma calidad de subelementos como la Cordillera Oriental en sus terrenos de transición. Esto demuestra que los problemas complejos que se ofrecen en la transición de Bolívar-Urabá se pueden resolver en gran parte aplicándoles los resultados obtenidos en las dos transiciones de la Cordillera Oriental (hacia la cuenca de Bogotá y hacia la cuenca de Maracaibo) que muestran una simetría admirable, que se extiende hasta los pormenores.

Los caracteres geológicos que revelan los subramales de la Cordillera Oriental en los citados terrenos de transición son los siguientes:

a) La hoya Oriental se distingue por la conservación de sedimentos terciarios que se hallan a niveles bajos en comparación con las rocas del cretáceo y de fundamento que constituyen los cordones central y oriental. También los sedimentos ~~cretáceos~~ que se conservan en la hoya Oriental se hallan a niveles más bajos que los sedimentos correspondientes de los cordones flanqueadores.

b) La hoya occidental, por los solos niveles estratigráficos es más alta que la hoya oriental. El terciario no se conserva en el terreno de transición, salvo en la inmediación del traspaso de la hoya hacia las cuencas de Bogotá y de Maracaibo. En la transición hacia la cuenca de Bogotá (La Hoya del río Suárez), la hoya occidental se halla compuesta de sedimentos cretáceos que, según puntos de vista de la estructura, son más bajos que los de los cordones laterales. En la transición nortesantandereana, la hoya muestra residuos (mesas) cretáceas, a las cuales se agerzan restos del terciario en dirección al curso bajo del río de Oro. En gran parte el terreno se halla compuesto de rocas del fundamento. A pesar de su posición geológica alta, la hoya occidental en la sección nortesantandereana es considerablemente más baja que el cordón occidental (serranía de Ocaña-Terijá) y algo más baja ~~que~~ en término medio que el cordón del Catatumbo, subramal occidental del cordón central.

c) El cordón occidental está constituido en ~~los~~ terrenos de transición hacia la cuenca de Bogotá por sedimentos cretáceos que se elevan término medio sobre el cretáceo del trayecto correspondiente de la hoya occidental. En la transición nortesantandereana, el cordón oriental, constituido de rocas de fundamento se levanta tanto más sobre la hoya oriental cuanto más se avanza hacia el borde occidental de la cuenca de Maracaibo. Esto sucede, a pesar de que el cordón occidental desciende geográficamente en la dirección indicada, pero el descenso de la hoya occidental en el mismo sentido es más fuerte.

d) El cordón central, en la transición hacia la cuenca de Bogotá, muestra un descenso hacia la citada cuenca, caracterizado por el afloramiento de rocas de fundamento en la región de Guantiva, de sedimentos del piso de Giron desde Guantiva hasta la región de Leiva, del piso de Villeta desde ahí hasta la región de Miquens y del piso de Guadalupe de ahí hasta la región de Zipaquirá. Los niveles geográficos en este trayecto (menos en la región de Ubaté-Zipaquirá, donde el cordón central tiene una ondulación alta que se carga hacia la hoya occidental) por sí son más altos que los de las hoyas adyacentes y por consiguiente los niveles geológicos lo son más. En ~~la~~ transición nortesantandereana, el descenso del cordón (hacia la Cuenca de Maracaibo) es más brusco que hacia la cuenca de Maracaibo y a esta circunstancia hay que atribuir el que su lado oriental desciende con relativa rapidez, máxime que se halla al lado del sinclinal del Zulia que es la ~~frja~~ depresión longitudinal más fuerte en este trayecto.

e) El cordón oriental, ~~sobre~~ muestra sedimentos del cretáceo y también sedimentos del terciario a grandes alturas, en el trayecto que queda al E de Sogamoso y el Nevado de Chita. Más al SW asoman las rocas del fundamento (piso de Gachalá y piso de Quetame) en su eje, cargado hacia el lado Llanero. En toda esta extensión, los niveles geológicos del cordón oriental, en partes fuertemente erodado, son considerablemente más altos que los de la hoya oriental y desde luego que los de los Llanos. En el descenso nortesantandereano, el cordón oriental, debido a que describe el codo de San Cristóbal, está deprimido en gran parte. Las observaciones en ~~estas~~ ~~demuestran~~ que la depresión de San Cristóbal (Sievers, Liddle), relacionadas con la construcción andina demuestran que el propio cordón oriental ocupa el terreno que se halla al Oriente de Quinimarí-Torbes constituido en parte de rocas de fundamento, en lo demás de sedimentos cretáceos. La elevación geológica del cordón oriental en este trayecto sobre la hoya oriental y sobre la faja de los Llanos, es relativamente

3

mediana. Mas al Sur, en el terreno colombiano que queda al Oriente de Labateca y Chitagá, el cordón oriental es geológicamente mas alto y está constituido principalmente de rocas del fundamento que se levantan a 2000 metros y mas de altura. En vista de que ya se trata de un trayecto del cordón oriental, ubicado en la seccion del núcleo Santandereano (sub-núcleo de Vetas), no puede sorprender que su nivel sea próximamente el mismo y aun menor que el de la hoya oriental.

Aparte de estas particularidades estratigráficas que muestran los subramales de la Cordillera Oriental, ellos tambien se distinguen entre sí a raíz del caracter tectónico. Esto se comprende mejor, al comparar el tipo de las estructuras de la hoya occidental con el de las estructuras de la hoya oriental. Dondequiera que hagamos la comparacion entre la tectónica de la hoya occidental y la ~~oriental~~ tectónica de la hoya oriental, vemos que la oriental muestra ~~sub~~plegamientos intensos con multiples ondulaciones, distinguiéndose ademas, en el ~~traspaso~~ hacia las cuencas por algunas cúpulas bien acentuadas y en veces muy regulares. La hoya occidental en cambio se caracteriza por ~~zonas~~ plegamientos muy vastos y pandos con algunas flexuras, observacion que se puede hacer tanto en la seccion del rio Suarez (Hettner) como en la zona del ~~Terra~~-Algodonal. Al Norte de esta última zona, la hoya occidental muestra subplegamientos ~~algo~~ mas intensos, pero esta particularidad es pasajera, segun se desprende del hecho de que en la region del rio de Oro vuelve a presentarse el tipo de las estructuras pandas de la hoya occidental. De esta manera la hoya occidental, poco destacada de los cordones central y occidental segun los niveles estratigráficos, se distingue fuertemente de los demas ~~ramales~~ de la Cordillera Oriental por su individualidad tectónica. Para dar una impresion general al lector de las particularidades tectónicas de ~~los~~ subramales de la Cordillera Oriental, servirá el siguiente esquema:

El esquema muestra la disminucion general de la intensidad de la tectónica desde el cordón oriental hacia la hoya occidental; desde esta hoya hacia el pié de la Cordillera Central, la intensidad tectónica vuelve a aumentar en término medio. Para poder hacer la representacion en forma comprensiva, hemos omitido los plegamientos menores. 3) Para poder hacer la apreciacion del caracter de los subramales de la Cordillera Oriental en los demas trayectos ~~(en el núcleo Santandereano)~~ ~~en el núcleo de Vetas~~, necesitamos conocer las particularidades de los grandes elementos transversales que caracterizan la Cordillera Oriental entre Bogotá y Maracaibo. Estos elementos son:

- 1) la cuenca de Bogotá
- 2) el núcleo Santandereano
- 3) la cuenca de Maracaibo.

~~RESUMEN~~

Queda entendido que las cuencas (basin) son artesas de grandes dimensiones, en general complejas que van bordeadas por estructuras altas. Los núcleos son cúpulas mayores, complejas. ~~que se encuentran en el interior~~

Los citados elementos transversales tienen la particularidad de estar centrados en el interior de la Cordillera Oriental, mas precisamente sobre el cordón central. Es importante tener en cuenta esta particularidad - la cual se repite en los Andes, donde ~~existe~~ es la Cordillera Oriental en que van centrado los elementos transversales - porque en el extremo meridional y en el extremo venezolano (Falcon-Lara), los núcleos están centrados en el cordón oriental (núcleo del ~~Mérida~~ Sumapaz y seccion Trujillo del núcleo de Mérida).

Las cuencas de Bogotá y de Maracaibo están constituidas en el interior de sedimentos terciarios recubiertos de sedimentos pleistocenos. Hacia los bordes asoma el cretáceo y en las crestas altas, principalmente en la cuenca de ~~Maracaibo~~ Maracaibo, asoma vastamente el terreno de las rocas del fundamento. La cuenca de Maracaibo, aparte de ser mas vasta y baja, es en general mas profunda con respecto a los contornos que la cuenca

4

de Bogotá. En ambas cuencas, el borde oriental (núcleos de Mérida y de Quetame) es más alto que el occidental.

El núcleo Santandereano, debido al codo que describe la cordillera Oriental en la línea NW del bajo Chicamocha, se divide en dos parcialidades, separadas por la depresión del bajo Chicamocha. La parcialidad septentrional se llamará subnúcleo de Vetas, según el lugar de Vetas que se halla en la zona culminante, y la parcialidad meridional se llamará subnúcleo boyacense. Para la determinación de los efectos isostáticos es notable que el subnúcleo de Vetas, situado ~~frente a los~~ hacia la cuenca de Maracaibo, sea la culminación principal del núcleo Santandereano, mientras el subnúcleo Boyacense, situado hacia la cuenca menos acentuada de Bogotá, representa una culminación secundaria. El subnúcleo de Vetas, según se desprende de la carta geológica de Hettner, consta esencialmente de rocas del fundamento y secundariamente de residuos cretáceos. Estos según las observaciones desde la región de Chitagá-Cárcota hasta la región de Santiago-Las Mercedes, se distinguen por escasa magnitud, de acuerdo con la evolución especial del núcleo en el cretáceo. El subnúcleo boyacense solo muestra una faja relativamente estrecha de rocas del fundamento que se dirige desde el páramo de Guantiva hacia los páramos de Gonzaga y que luego se enlazan, en dirección a Piedecuesta y a nivel relativamente bajo, con las rocas del fundamento del subnúcleo de Vetas.

La depresión del bajo Chicamocha que separa los subnúcleos, tiene rumbo general NW y se halla centrada (tiene su punto más bajo) en el bajo Servitá, donde se forma la cuenca terciaria del bajo Servitá, muy profunda y bordeada en gran parte por rocas del fundamento y por sedimentos del piso de Giron. Hacia el SE, ella se compensa evidentemente con el núcleo "moderno" del Nevado del Cocuy; hacia el NW, ella se levanta a las rocas del fundamento que atraviesan el bajo Chicamocha al Sur de Piedecuesta. Según puntos de vista de la construcción andina, la artesa del bajo Servitá se halla centrada sobre la misma línea tectónica que, en el terreno de transición hacia las cuencas de Bogotá y de Maracaibo, representa el sinclinal más profunda, es decir el sinclinal de Nemocon y el sinclinal del Zulia, respectivamente. Al Sur y al Norte de esta artesa, el cordón central invade terreno que propiamente pertenece a la hoya oriental, circunstancia que es muy notable en el subnúcleo boyacense cuya cresta geológica se halla en realidad sobre un parte de la hoya oriental.

4) Las modificaciones de los subramales en los elementos transversales.

En el ascenso desde la parte septentrional del Norte de Santander hacia el Sur, el cordón central se levanta con más fuerza que los demás elementos y conduce las rocas del fundamento a alturas que pasan de 3000 metros. La hoya oriental también se levanta, pero con menos fuerza, de tal manera que, en la región de Cárcota-Chitagá, está constituida de rocas del fundamento a alturas de 2000 metros y menos, habiendo partes, donde se conserva el cretáceo a niveles bajos (al W de Los Escalones) y aun el terciario (Labateca). Se puede decir pues que la hoya oriental se vuelve en flanco del cordón central en la sección del subnúcleo de Vetas. Esta transformación es más o menos imperfecta, debido a que la hoya oriental se caracteriza por una intensidad tectónica relativamente fuerte, la cual alcanza a preservar los ~~caracteres~~ caracteres longitudinales. El cordón oriental, en este trayecto, muestra en partes niveles algo más altos que la hoya oriental, como en E de Chitagá y en el cerro de Tamá, en los demás los niveles del cordón oriental son más bajos hasta iguales a los de la hoya oriental. Teniendo en cuenta que en los demás trayectos el cordón oriental es extraordinariamente más alto que la hoya oriental, se desprende en este trayecto su tendencia de transformarse en elemento más bajo que la hoya oriental. Con respecto al cordón central, el cordón oriental, en el trayecto del subnúcleo de Vetas es bastante más bajo y así resalta claramente su debilitamiento en el flanco del subnúcleo de Vetas. En cuanto a la hoya occidental y al cordón occidental en la sección del núcleo de Vetas, vemos que estos se transforman más perfectamente en flanco del subnúcleo de Vetas que la hoya oriental y el cordón oriental. Esto se debe a que la intensidad tectónica en la hoya occidental es mínima y por lo tanto ella es más susceptible de asimilarse a las condiciones del esquema que ~~se asimilará~~ la hoya oriental.

5

Como el subnúcleo boyacense representa una culminación secundaria del núcleo Santandereano, es natural que los subramales de la Cordillera Oriental no sufrieran una transformación tan perfecta como en el ~~núcleo~~ subnúcleo de Vetas. En efecto, tanto los cordones como las hoyas se alcanzan a distinguir bien. Sin embargo, la tendencia de la formación de un núcleo centrado en el cordón central se destaca por el nivel dominante que tiene este cordón entre Guantiva y Onzaga con respecto a los niveles geológicos de los cordones occidental y Oriental. El cordón oriental por cierto muestra ~~alturas~~ alturas hasta de 5000 metros en el Nevado del Cocuy (debidas a la compensación de la artesa del bajo Servitá), pero estos niveles están compuestos de sedimentos del cretáceo superior, según las observaciones de H. Goblot, y las rocas del fundamento que, en Guantiva-Onzaga alcanzan niveles de 4000 metros, se hallan a niveles más bajos en el Cocuy, probablemente a menos de 2000 m. - El cordón occidental en este trayecto, se halla compuesto de sedimentos cretáceos, según Hettner, y en estas condiciones muestra un nivel mucho más bajo que el cordón central. - Con respecto a la hoya oriental, observamos que ella se levanta en el trayecto de Soatá-Boayita y esto mismo nos indica que ella tiende a transformarse en flanco del ~~núcleo~~ subnúcleo boyacense. En cuanto a la hoya occidental, no disponemos de datos suficientemente seguros para poder decir si ella también se levanta en el paso por el subnúcleo boyacense, siendo probable que sea así.

Mucho más perfecta es la transformación isostática que sufren los subramales de la Cordillera Oriental a su paso por las cuencas de Bogotá y de Maracaibo. En la cuenca de Bogotá, el cordón oriental constituye el núcleo alto de Quetame (véase perfil Honda-Willavicencio). El cordón occidental, debido a que la compensación se concentra ante todo sobre el cordón oriental, es menos alto, pero se eleva a niveles geológicos ~~tan considerables~~ tan considerables que viene a ser la cresta de un tendido que decae onduladamente hacia el interior de la cuenca de Bogotá. El cordón central comienza a descender rápidamente en la región de Zipaquirá y se divide en dos anticlinales laterales y un sinclinal interior. - Estos descienden bajo la superficie del altiplano y vuelven a ascender en la parte meridional de la cuenca donde siguen ascendiendo hacia el "núcleo" de Sumapaz. El fuerte descenso que sufre el cordón central en el interior de la Sabana de Bogotá se desprende del hecho de que ahí las rocas del fundamento se hallan a un nivel que queda más o menos 2500m bajo el nivel del mar, mientras que en su zona culminante, es decir en la región de Guantiva-Onzaga y en la región de Vetas, el nivel de las rocas de fundamento quedan ~~entre~~ frecuentemente a 4000 sobre el nivel del mar. Es decir, el monto del descenso es de ~~entre~~ más de 6000 metros. Conviene recordar al lector, que de acuerdo con la exposición en la parte estratigráfica del trabajo, estas diferencias no vinieron a formarse a raíz de la ~~última~~ fase geoclininal (terciario superior-pleistoceno) sino en gran parte ya ~~han~~ se han preformado en el cretáceo mismo. - Entendiendo en cuenta el descenso ~~intenso~~ intenso del cordón central en la travesía por la cuenca de Bogotá, no puede sorprender que las hoyas occidental y oriental se vuelvan más altas ~~relativamente~~ relativamente y que formen un tendido ondulado que asciende desde el "cordón" central hacia el cordón oriental y hacia el cordón occidental.

Las mismas particularidades como en la cuenca de Bogotá las observamos en la cuenca de Maracaibo. El cordón oriental culmina en el núcleo de Mérida que raya los 5000 metros y que está constituido en la mayor extensión por rocas del fundamento. El cordón occidental es más débil pero también está constituido de rocas del fundamento en la parte meridional, donde sus alturas son de 2000-1000m. Hacia la ~~parte~~ gran parte de la cuenca de Maracaibo, el cordón occidental desciende geográficamente, pero los afloramientos intermitentes de rocas del fundamento que se observan por ejemplo en la isla de Toas, evidencian que su nivel queda ~~por encima~~ por encima del nivel geológico del interior de la cuenca de Maracaibo. Advertimos que el carácter bajo del cordón occidental en esta parte se debe en parte a que el cordón oriental se levanta con fuerza inusitada, en parte a que viene a formar el tendido bajo del núcleo de Santa Marta y en parte a que describe ~~los~~ codos fuertes. - El cordón central se hunde en el Norte de Santander en la misma forma como en el descenso desde Zipaquirá hacia la cuenca de Bogotá. Se divide en dos anticlinales laterales y

6

un sinclinal interior que desaparecen bajo la superficie al avanzar hacia el interior de la cuenca de Maracaibo, siendo probable que, en el propio centro de la cuenca, al nivel de las rocas del fundamento quede a mayor profundidad aun que en la cuenca de Bogotá (en vista de la potencia del terciario). Hacia la banda oriental del lago de Maracaibo, el cordón central vuelve a levantarse suavemente, circunstancia que implica la conservación favorable de los yacimientos petrolíferos del terciario. Debido a ~~una~~ la influencia del cordón que hemos llamado de Trujillo, normal al núcleo de Mérida, la subdivisión del cordón central no resalta al parecer tan bien como en el ascenso nortesantandereano, pero se manifiesta, al menos orográficamente y de manera mas o menos imperfecta, en el terreno de Falcon-Lara. La formación de un núcleo análogo al Santandereano, es decir centrado en el cordón central, no llega a consumarse en esta parte, debido a que el cordón oriental adquiere la supremacía sobre los demás subramales de la Cordillera Oriental, circunstancia que se relaciona con el hecho de que, en este trayecto, el cordón oriental viene a representar la cresta del borde de la cuenca Caribe. Como sucede en la cuenca de Bogotá, también en la de Maracaibo las hoyas occidental y oriental se vuelven irreconocibles y se transforman en parte de los tendidos ~~ax~~ ondulados que bajan desde la serranía de ~~Cerro Perija~~ y desde el núcleo de Mérida hacia el interior de la cuenca, constituido por la depresión máxima del cordón central.

Hemos de advertir, que, al hacer estas observaciones nos hemos apartado enteramente de los detalles tectónicos de la Cordillera Oriental que se extienden como un velo sobre los rasgos fundamentales, pero que no son tan densos que vedan la ~~fa~~ propia fisionomía de la Cordillera.

5) El desplazamiento de las crestas del cordón central y su influencia.

En cuanto a la cresta del cordón central vemos que esta se desplaza, de tal manera que en la región de Ipaquirá-Ubaté se halla próxima a la hoya occidental. Esto implica una desfiguración fuerte de la hoya occidental, en sí débil, que se transforma, al parecer en un tendido que se desliza via del cordón occidental hacia la hoya del Magdalena. En cambio, la hoya oriental tiene mayor cupo y se amplía en consecuencia. En la región de Guantiva-Gonzaga, la cresta del cordón central se carga hacia la hoya oriental y en efecto vemos como la reducción que por este motivo sufre la hoya oriental se compensa con una ampliación considerable de la hoya occidental (deducida del mapa de Hettner). Mas al Norte, la cresta del cordón central se desplaza otra vez hacia la hoya occidental, en las cabeceras del Barro Algodonal y en consecuencia el trayecto correspondiente de la hoya se transforma en planada que liga el cordón central (mas alto) con el cordón occidental (mas bajo). En cambio la oriental tiene ocasión de ampliar y de profundizarse, desde la región de Pamplona hacia Cúcuta.

En la hoya oriental observamos también un desplazamiento del eje. A medida que el cordón central se estrecha y desciende hacia las cuencas de Bogotá y de Maracaibo, el eje de mayor depresión de la hoya oriental se carga hacia el límite con ~~la~~ el cordón central sinclinal de Nemocon y sinclinal del Zulia). Lo mismo se observa en el codo del Chicamocha, donde la cordillera Oriental hace el codo mencionado y donde tiende a formarse una cuenca general. En los trayectos intermedios en cambio, el eje de mayor depresión de la hoya se carga hacia el cordón oriental, según se desrende de las artesas profundas del terciario que se hallan en Hamiriquí-Tibaná y en Labateca.

Como estas observaciones que se relacionan con la isostasia, conceden orientaciones importantes con respecto a la geología de la Cordillera Oriental, hemos hecho referencia general a ellas y consideramos que un estudio mas detenido, combinado con los caracteres de la ~~simetría~~ ~~sub~~ ~~división~~ ~~simétrica~~ ~~de~~ ~~la~~ ~~Cordillera~~ ~~Oriental~~, tomando como eje de simetría la línea del bajo Chicamocha, ha de ~~ser~~ ~~provechoso~~.

6) Los codos de la Cordillera Oriental.

En el trayecto de referencia, la Cordillera Oriental describe tres codos principales, uno en la Sabana de Bogotá, otro en el bajo Chicamocha y el tercero en la región del lago de Maracaibo. En estos codos, se forman las cuencas de Bogotá y de Maracaibo y la semicuenca del Bajo Chicamocha, que se compensan lateralmente con núcleos. Así tenemos pues que, en los codos se forman cuencas en primer lugar y como compensación se forman núcleos en los cordones occidental y oriental. La misma observación se

7

hace en los Andes, donde p.e. las cuencas del Caribe y de Bolivia se hallan sobre codos. La compensación de estas cuencas mediante los núcleos laterales se observa especialmente bien en Bolivia donde la Cordillera Oriental se levanta a las alturas máximas y donde una parte de la faja de los llanos ha sido arrugada e incluida en el flanco del núcleo "oliviano" de la Cordillera Oriental. El hecho de que en principio los codos originan ~~depressiones~~ ~~que distinguen~~ cuencas o depresiones se distingue en muchas partes donde existen los codos, especialmente bien en el trayecto venezolano del cordón oriental de la Cordillera Oriental. El primer codo y la primera depresión fuerte se forma en San Cristóbal, donde la orientación del cordón oriental cambia de S-N a ENE. El segundo codo y la segunda depresión se hallan en la región de Barquisimeto. El codo es más suave y la depresión es de menor cuantía (cretáceo inferior). Otro codo y depresión leves se forman en la región de Unare. Este mismo ejemplo nos demuestra que los núcleos, como el de Mérida, y el de Caracas y el de Sucre-Trinidad se forman en las rectas ~~que quedan~~ del cordón oriental que quedan entre los codos. De igual manera vemos que el núcleo Santandereano, o mejor dicho, sus subnúcleos se forman sobre rectas. También hay casos en que los núcleos se forman sobre codos, como por ejemplo la cima de la cúpula de Sopó, situada en el lado oriental de la cuenca de Bogotá. Sin embargo se alcanza a observar que, por toda la cima, de manera semejante a la depresión del bajo Chicamocha que subdivide el núcleo Santandereano, pasa una depresión (o sinclinal secundario) de orientación NW que separa la cúpula en dos partes. Se observa que las depresiones de los codos se debilitan tanto más en la parte oriental de la cuenca de Bogotá, cuanto más se aproxima al núcleo de Quetame (influencia de los elementos mayores sobre los menores).

Conviene poner de presente que no todos los codos muestran depresiones ~~o~~ o constituyen cuencas o artesas y que tampoco las cúpulas se forman siempre sobre rectas. Por ejemplo la artesa profunda de Ramiriquí-Tibaná no se halla propiamente sobre un codo, sino en un lugar donde los elementos de rumbo NE de este trayecto de la Cordillera Oriental interfieren con plegamientos fuertes de orientación N. En la explicación que acompañamos al plano geológico de Cundinamarca, hemos puesto de presente que la cuenca de Bogotá también puede conceptuarse como efecto de la interferencia de plegamientos de distinta orientación.

~~Caracteres~~

7) Caracteres de la subdivisión simétrica de la Cordillera Oriental.

El trayecto a que nos referimos, en este anexo, se halla comprendido entre la cuenca de Bogotá y la cuenca de Maracaibo. Para la apreciación de la subdivisión simétrica podemos referirnos a la depresión del Bajo Servitá como línea de simetría. Se comprende que, como cada estructura tiene su individualidad y como el descenso del núcleo Santandereano es más fuerte hacia la cuenca de Maracaibo que hacia la cuenca de Bogotá, las estructuras entre sí simétricas no son análogas sino solo semejantes.

Al Norte de la depresión del bajo Chicamocha se halla el ~~mito~~ subnúcleo de Vetas y al Sur, el elemento simétrico es el subnúcleo Boyacense. Al descender estos elementos a las respectivas cuencas se ve que, tras la formación de una cúpula compleja (cúpulas de Zipaquirá y de Santiago), ~~se divide~~ ~~en dos~~ ~~partes~~ ~~que~~ ~~se~~ ~~dividen~~ el cordón central que los carga se subdivide en dos anticlinales y un sinclinal interno. En el Norte de Santander se trata de los anticlinales de La Petrolea (oriental, más bajo) y del Catatumbo (occidental, más alto) entre los cuales se desarrolla el plano sinclinal del Sardinata. Los elementos correspondientes y simétricos en la Sabana de Bogotá son: el anticlinal de Cota (oriental, más bajo), el anticlinal de Tabío (occidental, más alto) y el plano sinclinal de Tabío (véase el esquema en los gráficos del final). En la hoya oriental, vemos que en la región de Lebateca se forma una cuenca terciaria próxima al cordón central. La estructura simétrica que se halla al Sur del bajo Chicamocha es la artesa de Ramiriquí-Tibaná, también aproximada al cordón oriental. En el descenso hacia la cuenca de Maracaibo, solo la parte occidental de la hoya oriental se ~~desarrolla~~ desarrolla independientemente, mostrando la subdivisión en dos sinclinales y un anticlinal intermedio. La parte oriental se transforma en tendido ~~independiente~~ intensamente subplegado de ~~San Cristóbal~~ la depresión de San Cristóbal, o sea del cordón oriental. Lo mismo sucede simétricamente en el traspaso de la hoya oriental hacia la cuenca de Bogotá. Solo la parte occidental (sinclinales de Nemocon y de Suesca) de la hoya sigue independientemente, el

resto se transforma en tendido del cordón oriental, mostrando suplegamiento tan intensos como los del lado occidental de la depresión de San Cristóbal siendo significativo que en estas partes simétricas se hallen cúpulas tan ~~cóncavas~~ como la de Guatavita (cuenca de Bogotá) y la de Ureña (en la depresión de San Cristóbal). En cuanto al cordón oriental, se vé que el núcleo de Mérida, compensación principal del hundimiento del cordón central en la cuenca de Maracaibo, es simétrico al núcleo de Quetame, compensación principal del hundimiento del cordón central en la cuenca de Bogotá. Como el lector lo puede perseguir en el esquema de la Cordillera Oriental, los rasgos de simetría se pueden multiplicar a gusto. Nos restringimos a decir que la simetría entre la parte meridional de la cuenca de Bogotá y la parte oriental de la cuenca de Maracaibo, tomando siempre como línea de simetría la del bajo Chicamocha, se expresa por el traslado del eje de la Cordillera Oriental hacia el cordón oriental desde el cual hay un descenso ~~que~~ ondulado que baja hasta el cordón occidental. Tanto en el terreno de Falcon Lara como en el que se extiende de la Sabana hacia el Sur, la construcción andina no se presenta rudimentariamente. Se comprende que las condiciones de simetría entre la parte venezolana y ~~en~~ la zona que queda al Sur de la cuenca de Bogotá, poco explorada, es de alto valor para reconocer los rasgos fundamentales de la región que queda al Sur de la cuenca de Bogotá. Se repite que hay que tener ~~los~~ en cuenta los rasgos de la individualidad, ~~que~~ ~~existen~~ originados por la mayor contracción de la zona de la Cordillera Oriental situada en la región de la cuenca de Bogotá.

8) Al esquema de la Cordillera Oriental se han agregado, en la región de Girardot, los espolones anticlinales y las estribaciones sinclinales que aparecen en este trayecto de contacto de la Cordillera Oriental con la hoya del Magdalena, orientado andinamente de Sur a Norte, como pseudoprolongaciones de los espolones anticlinales y de las estribaciones sinclinales que se hallan en la parte nororiental de la cuenca de Bogotá, donde la orientación fundamental es NE. ~~teóricamente~~ se puede suponer que, si los plegamientos de orientación NE que caracterizan la Cordillera Oriental entre la Sabana de Bogotá y el bajo Chicamocha aparecen claramente a continuación en la región de Girardot, o sea en un terreno de orientación fundamental N-S, los plegamientos N-S que determinan las estructuras de la Cordillera Oriental al Sur de la cuenca de Bogotá deben presentarse también, a prolongación N, en la zona contigua de la cuenca del Carare (hoya del Magdalena) a la Cordillera Oriental. Los rasgos geográficos que muestra el mapa ~~de~~ ~~la~~ ~~zona~~ ~~de~~ ~~Santander~~ ~~del~~ ~~Sur~~ (de la Oficina de Longitudes) indican que ~~existen~~ dichas estructuras también deben estar ~~geográficamente~~ ~~presente~~ geológicamente presente. De esta manera, lo que hemos llamado pseudoprolongaciones andinas puede ser de alto valor para la determinación teórica de regiones difíciles de explorar como la cuenca del Carare. Se comprende que las pseudoprolongaciones en el Carare no se presentarían probablemente de manera sencilla sino que se hallarían desfiguradas por plegamientos de orientación distinta, pero ~~en~~ ~~principio~~ ellas deben existir y dar una de las orientaciones fundamentales para la apreciación.

Las pseudoprolongaciones, o sea la prolongación de estructuras fundamentales de un trayecto de determinada orientación hacia un trayecto de otra orientación, son demostraciones palpables de la existencia de sistemas de plegamientos continuos que interfieren unos con otros, pero que no podemos controlar en vista de los efectos por lo general imprevisibles que resultan de la interferencia.

9) La evolución de la Cordillera Oriental.

En el trayecto de referencia, la Cordillera Oriental ha sido área sedimentaria, extendida al Occidente de la masa terrestre de la Cordillera Central, desde el cretáceo hasta el terciario medio inclusive. ~~Además de las~~ Este área rodea los núcleos antiguos que han sido masas terrestres secundarias o islas del área sedimentaria y que aparecen ante todo en la parte septentrional (núcleo Santandereano, núcleo de Ocaña-Perijá-núcleo de Mérida, etc.). En el Sur, el núcleo de Quetame, constituido también de rocas del fundamento, puede haber sido una masa terrestre antigua, pero, como carecemos de estudios detenidos en el lado oriental de este núcleo, no podemos emitir opinión precisa al respecto. ~~En~~ en el tiempo de Giron encontramos indicios de los actuales

9

subramales de la Cordillera Oriental en el núcleo Santandereano (véase perfil paleogeográfico correspondiente).

A los leves indicios de solevantamiento del terciario inferior y medio, sigue la fase de erección y contracción de la Cordillera Oriental que ha tenido lugar desde el mioceno superior (según los actuales conocimientos) hasta el pleistoceno, y si se quiere hasta la actualidad.

La sedimentación andina en la Cordillera Oriental no comienza propiamente en el cretáceo, sino evidentemente en el jurásico superior. Los sedimentos de este tiempo se han constatado en el límite de la hoya oriental con el cordón oriental en el trayecto que abarca de Quetame hasta probablemente más al NE de la región de Guateque. En Venezuela, a juzgar por la descripción y por las fotografías de Liddle, el jurásico superior puede hallarse también en la región que queda al Occidente de Barquisimeto, es decir también sobre el límite de la hoya oriental con el cordón oriental. En la región del núcleo Santandereano, la sedimentación ha comenzado más tarde, evidencia de su preferencia. En las demás regiones, el piso de Giron o no aflora o no se ha alcanzado a estudiar. En lo demás, el tiempo de Giron equivale a la transformación del área arrugada que se extendía al Oriente de la Cordillera en una área sedimentaria pareja que luego, en el tiempo de Villeta, vino a encubrir totalmente en la mayor parte, los núcleos antiguos. Estos sin embargo se hundieron más lentamente que el terreno interior de las áreas sedimentarias y por lo mismo los sedimentos ahí son de poco espesor. El hundimiento más lento de estos núcleos además implica que las diferencias de nivel geológico se hayan acentuado por ejemplo entre el núcleo Santandereano y la cuenca de Bogotá. En el tiempo de Villeta además tenemos signos de la preformación de la hoya del Magdalena, más amplia en aquel entonces y que abarca ~~en~~ en Cundinamarca el flanco occidental de la Cordillera Oriental. En ~~esta~~ cambio no se nota preformación de la cuenca de Bogotá que parece haber sido parte del flanco oriental del mar relativamente profundo que se hallaba en ~~el~~ la hoya del Magdalena y que probablemente se extendía desde el Sur hasta la región del dintel-angostura de Bimití. ~~En el tiempo de Guadalupe, en~~ ~~esta~~ ~~la~~ ~~cuenca~~ ~~de~~ ~~Maracaibo~~ ~~en~~ ~~cambio~~ ~~debe~~ ~~haber~~ ~~ido~~ ~~preformando~~ desde el tiempo de Giron y durante el tiempo de Villeta, según consta de su rodeo en tres lados por núcleos antiguos y de los sedimentos que reposan en estos bordes. ~~En el tiempo de Bogotá, ella debe haber sido~~ en esos tiempos más amplia hacia el Oriente, pudiendo juzgarse que su término se hallaba en esta dirección hacia la isla Margarita, hacia donde confluyen las islas de rocas del fundamento y las rocas del fundamento del cordón oriental. En la isla de Margarita la sedimentación no parece iniciarse sino alrededor del aptiano. Las condiciones como subsistían en el tiempo de Villeta parecen haber proseguido durante el tiempo de Guadalupe, con la diferencia de que en el senoniano el hundimiento en la cuenca de Maracaibo viene a ser de igual fuerza como en la región de la cuenca de Bogotá, mientras con anterioridad, el ~~este~~ hundimiento más fuerte se halla hacia la región de Bogotá. Esta igualación de la fuerza de hundimiento inicia el traslado del centro de hundimiento del cretáceo desde la cuenca de Bogotá hacia la cuenca del Caribe, provocado evidentemente por el leve solevantamiento de la masa terrestre en la sección Boliviana a favor del hundimiento del interior de la actual cuenca Caribe.

Leves y lentos como los movimientos orogénicos han sido en el cretáceo, ~~en~~ ~~también~~ ~~siguen~~ ~~en~~ ~~el~~ ~~terciario~~ ~~inferior~~ ~~y~~ ~~durante~~ el intervalo que separa el cretáceo del terciario inferior tampoco ha sido de fuerza notable. Solo hacia los bordes de los núcleos antiguos que rodean la cuenca de Maracaibo, parecen existir discordancias correspondientes. Ellas son difíciles de determinar porque el terciario inferior debe haberse alimentado de los despojos de la facies arcillosa venezolana del senoniano.

En el terciario inferior y en el terciario medio, la sedimentación prosigue, salvo en los núcleos antiguos que han resurgido según la facies costanera que distingue los sedimentos de sus bordes. En este tiempo, el mar ha sido desalojado del interior y hacia la parte venezolana alterna la facies límica con la marina. Mientras en el área límica que queda al Sur del núcleo Santandereano se formaban yacimientos de carbón importantes, en ~~la~~ el área la facies carbonífera es secundaria y en cambio es de sumo valor la facies petrolífera. Como lo dijimos, esta

10

particularidad se debe al traslado del centro del hundimiento desde la cuenca de Bogotá hacia la de Maracaibo y se relaciona con el sollevamiento de la masa terrestre que se extiende de Bolivia hacia el Sur a favor del hundimiento de la cuenca Caribe. Durante el terciario inferior se notan leves y pasajeros indicios de la preformación de la hoya del Magdalena en la sección cundinamarquesa, de manera que se puede suponer que la cuenca de Bogotá, más amplia que hoy día también muestre signos de preformación. La cuenca de Maracaibo por su parte, según lo causa la facies y según las determinaciones de Liddle sobre preformación del terreno de Falcon en el mioceno, debe haberse reducido aproximadamente a su actual extensión.

10. Las áreas petrolíferas de la Cordillera Oriental.

Las expectativas petrolíferas de la Cordillera Oriental se extienden sobre el cretáceo, el terciario inferior y el terciario medio. De acuerdo con las condiciones de evolución, las expectativas petrolíferas se extienden más o menos parejamente por la Cordillera Oriental, menos en lo que respecta a los núcleos antiguos donde las condiciones de génesis de petróleo y de su conservación son desfavorables. Las expectativas petrolíferas del terciario, de acuerdo con el retroceso del mar hacia el Caribe, se restringen a los bajos de la cuenca de Maracaibo y en lo demás a los bajos extendidos alrededor de los núcleos antiguos.

Las expectativas de la génesis del petróleo cretáceo se pueden atribuir al tiempo de Giron, al albiano y al cenomaniano turoniano y en parte también al senoniano. En estos tiempos se observa regionalmente o sobre vastos áreas, la alternación de sedimentos limínicos con sedimentos marinos. ~~La falta de experimentación mediante perforaciones en mayor escala, impide emitir un juicio definitivo con respecto a las condiciones comerciales del petróleo cretáceo. Pero en la región de La Petrolea del Norte de Santander, los indicios del petróleo cretáceo son muy favorables y es de suponer que en esta parte se obtengan datos guías para la apreciación más concreta de las expectativas comerciales del petróleo cretáceo.~~ La falta de experimentación mediante perforaciones en mayor escala, impide emitir un juicio definitivo con respecto a las condiciones comerciales del petróleo cretáceo. Pero en la región de La Petrolea del Norte de Santander, los indicios del petróleo cretáceo son muy favorables y es de suponer que en esta parte se obtengan datos guías para la apreciación más concreta de las expectativas comerciales del petróleo cretáceo.

Los propios centros petrolíferos, según puntos de vista tectónicos son las cuencas, las cuales se hallan sobre codos de la Cordillera Oriental. La cuenca de Bogotá solo guarda expectativas de petróleo cretáceo, las cuales se extienden ante todo vía de la hoya oriental (profunda) hasta más al Norte de Sogamoso. Secundariamente, las expectativas se extienden por la hoya occidental y se han constatado hasta la región de Coper. Se advierte que tal como en el Norte de Santander y en el lado oriental del lago de Maracaibo, las mejores expectativas petrolíferas se hallan en el cordón central, así también puede suceder en el descenso del cordón central hacia la cuenca de Bogotá, visto el hecho de que las manifestaciones mejores, las de Languazaque y Guachetá, se hallan sobre el cordón central, en su límite con la hoya oriental. De ~~esta~~ interés petrolífero sin duda también es el anticlinal de la Chorrera que limita la artesa de Tunja-Faipa (hoya oriental) hacia el Oriente).

Las expectativas petrolíferas ~~del terciario~~ de la cuenca de Maracaibo, ~~más~~ extendidas al cretáceo y al terciario, se extienden principalmente por los bordes de la cuenca, desde donde corre un vector vía de la hoya occidental hacia la región de Coro. El que en este caso, la hoya occidental y no la oriental sea el principal vector petrolífero se debe a que el núcleo de Mérida ha levantado la hoya oriental y en cambio ha contribuido a dar un nivel ~~prof~~ bajo, protegido a la hoya occidental. Las perforaciones han demostrado que, ~~al Oriente de la~~ las mejores condiciones comerciales de petróleo se hallan sobre el ascenso del ~~cordón central~~ cordón central en el lado oriental del lago de Maracaibo. Condiciones semejantes parecen existir en el ascenso del cordón central hacia el Norte de Santander. Las perforaciones hechas en la parte venezolana han demostrado la productividad de los niveles terciarios, pero la apreciación cuantitativa no se puede definir aun porque los campos aun no se han conectado por oleoductos con el lago, o sea porque todavía no se ha iniciado la explotación comercial. Las condiciones petrolíferas como reinan en el Norte de Santander evidencian que las expectativas petrolíferas se concentran ahí ~~en~~ los subelementos del cordón central (anticlinal de La Petrolea y cordón de Las Mesas). Así ~~tenemos~~ que la apreciación petrolífera depende en parte de la aprecia-

11

cion de la equivalencia tectónica. Debido a que la alternación de facies marina y limnica es mas intensa en el ascenso del cordón central desde el borde oriental del lago de Maracaibo hacia el Oriente, no puede sorprender que los niveles petrolíferos ahí sean mas numerosos y mas ricos que en el ascenso hacia el Norte de Santander, pero como las estructuras del lado oriental del lago rinden una producción excepcional, se puede considerar que las del ascenso nortesantandereano ~~també~~ aun pueden considerarse ricas, superiores probablemente a las zonas petrolíferas ~~del~~ ~~trayecto~~ de la hoya occidental y evidentemente a las de la hoya oriental, atendiendo a su extensión por la cuenca de Maracaibo.

LAS UNIDADES GEOLOGICAS DE COLOMBIA
Y LA POSICION DEL DEPTO. DEL CAUCA EN ELLAS.

EL territorio del Departamento del Cauca se extiende sobre los seis ramales principales que en Colombia constituyen la Montaña de Los Andes, a saber, de Occidente a Oriente: sobre el Valle Interandino del Pacífico, la Cordillera Occidental, el Valle Interandino del Cauca, la Cordillera Central, el Valle Interandino del Magdalena, y sobre la Cordillera Oriental en su buzada hacia el río Caquetá. Cada uno de estos ramales morfológicos refleja de cerca y guía con respecto a la ~~concepción~~ ^{conceptuación} de las unidades geológicas. A cada una de estas corresponden particularidades de roca y de estructuras de rocas de las cuales dependen las particularidades de los recursos minerales del subsuelo y los parentales del suelo, además, en combinación con las condiciones meteorológicas del pasado y del presente, los tipos de relieves y de ambientes. Esto implica que cada unidad geológica sea genéricamente una unidad económica y del medio vital que decide sobre la especificación física, ^{psíquica} ~~mental~~ y procedimental del Hombre. Para darse cuenta de ello, basta ~~comparar~~ ^{comparar} en el Cauca el contraste existente entre ~~el sector de la Cordillera Central, de clima frío y húmedo, vitalizador, de topografía arrugada y accidentada, la brada en rocas cristalinas y depósitos volcánicos, exenta de combustibles minerales, bastante abundante en minerales metálicos, azufre y fuentes termales, dotada en promedio de suelos pobres de ladera, y su sector del Valle Interandino del Cauca, de clima templado y espiritualmente estimulante, y ardiente económicamente sobresaliente, abundante en carbon mineral, bien dotado de placeres de oro, con suelos planos tractorables, de regular hasta muy buena calidad. Estas diferencias de recursos y ambientes, necesariamente tienen su repercusión en el desarrollo y en el modo de actuar y de pensar de los pobladores de la cordillera y del valle interandino aludidos. Otras tantas diferencias existen entre las subunidades del Valle Interandino del Cauca que se hallan en el Departamento y que son de Norte a Sur: 1) la planicie fértil y llana del Norte del Cauca, agrícola sobre todo y ^{abastecida} ~~abastecida~~ con carbon en el borde poniente, 2) la Meseta de Popayan, medianamente entrecortada y ~~relaxada~~ ^{relaxada} favorecida con suelos y carbon, pero ~~capital~~ ^{capital} por su posición céntrica, su clima y la meliorabilidad de los suelos, y 3) la profunda cuenca del Patia, de clima ardiente, muy fértil en las vegas del río y muy arrugada en los contornos. El contraste de idiosincracia entre los habitantes de una y otra unidad es por demas conocida.~~

Otra particularidad del Departamento consiste en que hace contacto en el Occidente con el Océano Pacífico, y en el Oriente toca a las puertas de los Llanos Amzónicos que son una vasta unidad geológica ~~plana~~ ^{plana} de aspectos uniformes, muy diferente de la variada unidad general de Los Andes.

Provisto de este modo con los recursos y ambientes complementarios de los ramales andinos y actuando como puente entre el mar, y los centros de consumo del valle del Cauca, de Caldas y del Cauca y la Amazonia, el Departamento disfruta de un privilegio entre las demas divisiones políticas del país que le prescribe lo primordial del planeamiento de su progreso, cual es el enlace vial de todas las unidades. El valor de este bien oculto ha sido justipreciado por la Gobernadora del Cauca quien propuso e inició la arteria vital entre el mar, Popayan, el Páramo de Las Papas y la confluencia del río Fragua con el Caquetá.

2

La comprensión de las unidades geológicas del Cauca está ligada al conocimiento de las de Colombia porque son partes integrantes de estas, de su desenvolvimiento y de sus funciones. Las de Colombia revelan una construcción por varios aspectos notablemente ordenada y coordinada que permite concebir las sistemáticamente desde su origen, a través de los períodos mesozóica y cenozóica, o sea de un espacio de tiempo de unos 200 millones de años. Obviamente, se trata de un caso particular en la corteza terrestre.

Las Unidades Geológicas de Colombia.

Las unidades geológicas del país, representadas en el croquis adjunto, han sido deducidas del aspecto morfo-geológico actual y del más regular que ofrecían hasta mediados y fin del Terciario Inferior. La interpretación solo se refiere a las unidades de mayor y mediano tamaño; siendo más susceptibles a las intersecciones tectónicas y a la erosión, las de menor tamaño son, por lo común, variadas y discrepantes del orden general. Por este motivo, las unidades mayores y medianas hay que verlas despejadas de los detalles, y de los accidentes, es decir reducidas a su expresión regular.

Según se desprende del croquis se trata de unidades longitudinales, intervenidas en su desarrollo normal por unidades circunscritas o zonares, cuya influencia puede variar fuerte hasta diametralmente la forma y el estado de los sectores, de los Andes mismos que son montañas de Colombia al Sur y una cuenca vasta y compleja en el fondo del mar Caribe. Por lo tanto, las unidades geológicas deben conceptuarse como cadenas que muestran a corta o larga distancia una alternancia de elementos de montañas, cordilleras, serranías y bajos, sierras, etc. En este momento, el país puede dividirse en tres unidades continentales que son de Este a Oeste:

- 1) La Saliente del Vaupés que es morfológica y geológicamente parte del escudo o núcleo de La Guayana, elemento zonal.
- 2) La Llanura Oriental, parte de la Orla (Orland, stable land) Oriental de Los Andes

Con respecto a esta división longitudinal en Colombia, donde se trata de una montaña madura, debe tenerse en cuenta la Cordillera Central esteje de simetría de las unidades geológicas de la Montaña de los Andes y de su evolución, pudiendo

Conforme a estos preceptos generales, Colombia se divide en escala continental de Este a Oeste en:

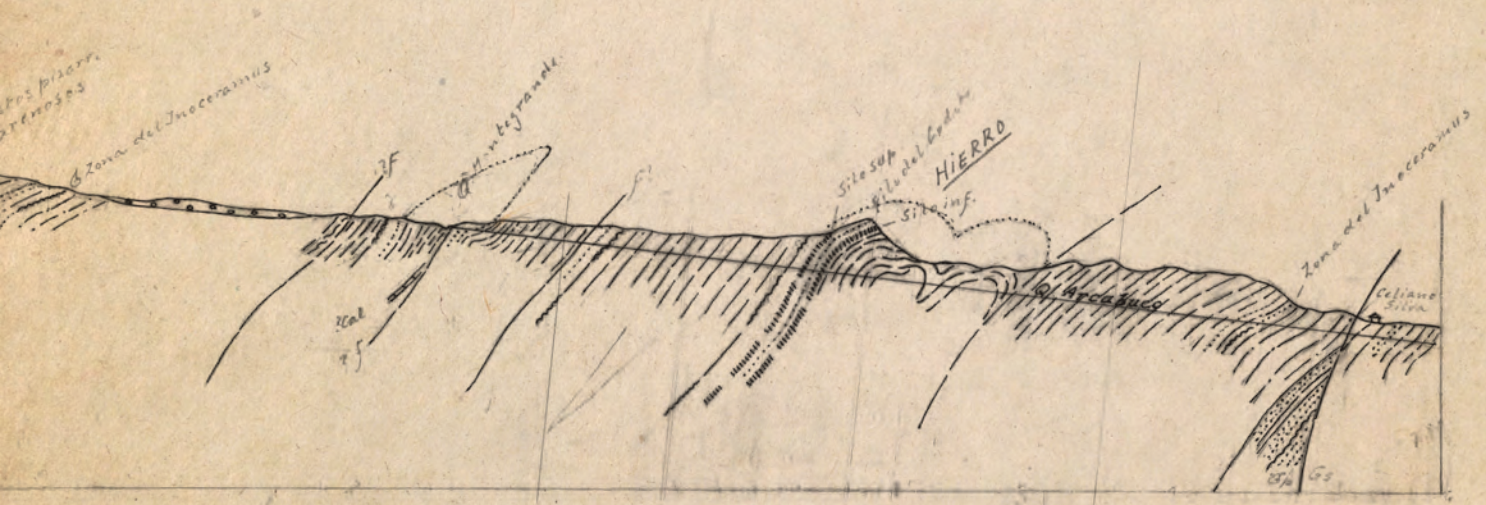
- 1) Saliente del Vaupés, parte morfológica y geológicamente integrante del escudo o núcleo de La Guayana, elemento zonal,
- 2) la Llanura Oriental, parte de la Orla Oriental suramericana de carácter linear, formada a consecuencia de la erección terciaria de Los Andes
- 3) la Montaña de Los Andes.

Como elemento zonal, el escudo de La Guayana no tiene subdivisión linear;

* 3

Llanura Oriental cuyo fondo rígido precambriano no ha sido inundado de sedimentos gruesos sino en el Terciario, solo el aspecto general es longitudinal, mientras que en ~~las estructuras medianas y menores~~ lo demás es típicamente zonar; se trata de una unidad opistotectónica. En la Cordillera Oriental que es de evolución tectónica de media intensidad, o sea hemitectónica, ~~las estructuras~~ y que posee un espesor más o menos grande de sedimentos meoso-cenozoicos (y paleozoicos) hay un desarrollo típicamente linear-zonar, es decir de anticlinorios y sinclinorios fuertemente afectados por ondulaciones de toda clase. La Cordillera Occidental, donde los depósitos ~~meoso-cenozoicos~~ ^{mesozoicos} adquieren espesores ^{de} más de 15 km, predomina fuertemente ~~ix~~ el eutectonismo y la estructuración linear; solo en donde ella se abre a la digitación de Bolívar, las ondulaciones se agregan a los pliegues lineares.

- 6) La Cordillera Central, ~~es el eje evolutivo~~ como ramal antiguo y metamórfico, es el eje evolutivo en la zona andina y es el eje de simetría de las unidades longitudinales del país. Al Oeste de ella, el desenvolvimiento ~~es eutectónico~~ del Occidente Andino es ~~subgeosinclinal~~ ^{geosinclinal} y eutectónico, mientras que en el Oriente Andino es miogeosinclinal y hemitectónico. Del interior del geosinclinal occidental surge en el Terciario la Cordillera Occidental y del oriental la Cordillera Oriental.
- 6) La Cordillera Central es el ramal más antiguo (cristalino) de los Andes y viene a ser en ~~su~~ ^{este} aspecto original (de extensión hacia la Sierra de Santa Marta), el eje de simetría de las unidades del país. Dentro del área andina se corresponden el Occidente Andino, en general eutectónico, y el Oriente andino, hemitectónico; dentro del Occidente y Oriente Andinos se corresponden los Valles Interandinos del Magdalena y del Cauca, y las Cordilleras Occidental y Oriental. El desarrollo del Valle Interandino del Pacífico y de la Serranía de la Costa en el Occidente Andino ~~pueden ser efecto~~ que no tienen correspondencia en el Oriente Andino, pueden ser efecto del eutectonismo que da al Occidente Andino un progreso evolutivo más rápido que al Oriente Andino. - Al E de la zona andina siguen la Llanura Oriental y el Escudo Guayanense (con su saliente del Vaupés); simétricos a ellos pueden ser en el lado occidental de los Andes, las cuencas ~~de~~ ^{de} marinas del Chocó y Panamá y el cratono del fondo del Pacífico.
- 7) Además de ser el eje de simetría, la cima de la Cordillera Central ha sido el eje evolutivo desde el Mesozoico. Durante ~~este período, el Occidente y Oriente Andino eran los~~ ^{este período, el Occidente y Oriente Andino eran los} el geosinclinal ~~occidental~~ ^{occidental} (con depósitos ~~parcillosos~~ ^{parcillosos} hoy metamórficos del grupo del Dagua primero, y luego con potentes derrames basálticos y sedimentos silíceos, que perduran hasta el Paleoceno) y el Oriente Andino ~~era~~ ^{era} el geosinclinal oriental (excepto el Juratriásico eruptivo-sedimentario marino y continental, el resto consta de sedimentos marinos que ~~se distribuyen~~ ^{se distribuyen} según el espesor en cuencas y zonas domales al parecer longitudinalmente encadenadas y que prolongan la subsidencia en forma continental al ~~Terciario~~ ^{Terciario} Paleoceno. - En el ~~Terciario~~ ^{Terciario} resto del Terciario surge con intermitencias del interior



84

interior del geosinclinal occidental la Cordillera Occidental que solo sigue ~~subsidente~~ ^{subsidente} marina con sedimentación ~~irregular~~ ^{irregular}, preferentemente marina en el área de la digitación de Bolívar. En su lado oriental, el Valle Interandino del Cauca que puede haber sido flanco ~~oriental~~ ^{oriental} del geosinclinal occidental, ofrece sedimentación intermitente y mayormente continental, volcánica en el Mioceno que solo se vuelve marina en el Norte, o sea en la mitad septentrional de la cuenca del San Jorge. Esta cuenca se produjo ^{alrededor del flanco del sector} por derrumbamiento del sector de la Cordillera Central que media entre su actual término Norte y la Sierra de Santa Marta y contiene gruesos sedimentos oligo-miocenos que reposan sobre las rocas cristalinas del tipo de la Cordillera Central. El Cretáceo y el Terciario Inferior no se presentan sino en la margen occidental de la cuenca del San Jorge, o sea en la Serranía de San Jacinto que es el ala oriental de la digitación de Bolívar de la Cordillera Occidental y aproximadamente el borde oriental en esa zona del geosinclinal oriental. En el Valle Interandino del Pacífico hubo ^{subsidente} ~~subsidente~~ ^{subsidente} marina durante el Terciario, con posible interrupción ^{alrededor del flanco del sector} alrededor del Eoceno Medio, cargada en el Oligoceno y Mioceno hacia el lado de la Serranía de La Costa. Esta Serranía tuvo evidentemente movimientos oscilatorios fuertes durante el Terciario y un eruptivismo mayormente básico, lo cual, junto con el intenso fallamiento, hace todavía difícil la interpretación. - Tal como en el Occidente Andino la sedimentación prosigue en los valles interandinos y en la Digitación de Bolívar, en el Oriente Andino al erguirse ~~esta~~ ^{esta} paulatinamente, la sedimentación continúa en el Valle Interandino del Magdalena y en las cuencas del interior de la Cordillera Oriental y se extiende por primera vez desde el Precambriano ~~sobre la Llanura Oriental~~ ^{sobre la Llanura Oriental} y una intermitencia relativamente leve ~~del tiempo del Vaupés~~ ^{del tiempo del Vaupés} ? juratriásico (Areniscas del Vaupés) sobre la Llanura Oriental y la Saliente del Vaupés (estuario del delta del Orinoco hasta el Oriente del Perú). Se observa un desenvolvimiento ondulado de la corteza en el Terciario, como también en el Mesozoico, en contraste con el carácter más lineal en el Occidente Andino. - El trayecto del Alto Magdalena, desde el río Chipalo (entre Ibagué y Guataquí) al Sur, es de interés porque se trata de una sección del Valle Interandino del Magdalena que ha sido agregada al resto que sigue al Norte (cuencas del Carare y del Cesar) a raíz de un orogenismo del Mioceno, cuyos sedimentos transgreden ahí sobre formaciones del Oligoceno hasta el Juratriásico. Los alineamientos miocenos y post-miocenos ^{de rumbo y orientación NW} ~~vinciden~~ ^{vinciden} ahí diagonalmente ^{de rumbo y orientación NW} sobre los del Cretáceo y del Terciario Inferior que prolongan la dirección general de la facies desde la propia Cordillera Oriental hacia el borde y el flanco oriental de la Cordillera Central, lo cual evidencia que el área geosinclinal de la Cordillera Oriental avanzaba desde el NE hacia el Alto Magdalena y la parte Sur de la Cordillera Central. Durante el Juratriásico (Formación de Payandé y de Giron), ~~se juzga que la facies y el alineamiento fue igual~~ ^{se juzga que la facies y el alineamiento fue igual} ~~separado~~ ^{separado}

65

entrar

separado del Cretáceo por una discordancia acentuada, el alineamiento de la facies indica aproximadamente el mismo rumbo evolutivo como en el tiempo mioceno hasta actual. Es decir hay dos movimientos de desenvolvimiento convergente, separados por el divergente del Cretáceo. ^{Otra particularidad es que el Cretáceo superior de Colombia muestra un desarrollo de la actividad magmática que se desprende que la ~~simax~~ ^{simax} de la Cordillera Central division evolutiva a lo largo de la cima de la Cordillera Central data desde el Triásico, ~~porque~~ ^{porque} según lo confirma el contraste litológico entre formaciones correlativas y el contraste tectónico ~~actual~~ ^{actual} y morfológico ~~actual~~ ^{actual} entre el Occidente Andino, mas contraído por el eutectonismo, y el Oriente Andino, menos afectado por el hemitectonismo. Conforme ^{a la evolución tectónica} a la calidad de las rocas, el Occidente andino está ~~medianamente~~ ^{medianamente} regularmente abastecido de carbon de mediana calidad, hasta el presente la exploracion petrolífera no ha dado resultados prácticos, salvo en la mitad septentrional de la cuenca del San Jorge, no se han encontrado yacimientos de hierro y los de otros minerales metálicos acusan una distribucion irregular; los placeres de oro y los típicos del platino son abundantes; la topografía es accidentada y por estar fuertemente contraída y ~~fragmentada~~ ^{fragmentada} por la erosion, la Cordillera Occidental es la base de la poblacion y de cultivos, como su ~~simil~~ ^{simil}, la Cordillera Oriental; ~~los suelos en termino~~ ^{los suelos en termino} medio son pobres hasta regulares y la poblacion se concentra principalmente al valle Interandino del Cauca y a la parte central y oriental de la Digitacion de Bolivar; sin embargo, conforme al caracter eutectónico de esta naturaleza, la poblacion es ~~agrupada~~ ^{agrupada} progresista y va económicamente adelantada al Oriente Andino. - Dada su evolucion ~~pausada~~ ^{pausada} hemitectónica, el Oriente Andino es rico en combustibles (carbon de buena calidad y petróleo); dispone de yacimientos de hierro aunque tampoco de perspectivas de otros minerales metálicos; en cambio los suelos son en termino medio buenos; la topografía es ~~tran~~ ^{tran} relativamente tranquila y admite su aprovechamiento en vasta escala de parte de la poblacion; esta se concentra en ~~la Cordillera~~ ^{la Cordillera} de los climas ~~frio y templado~~ ^{frio y templado} de la Cordillera Oriental, habitable y cultivable en la mayor extension; debido a su caracter hemitectónico, la humanidad y sus actividades avanzan mas pausada y sólidamente, lo cual explica en relacion ^{de la Sabana,} la superficie plana y el clima el establecimiento de la capital administrativa y política en Bogotá de la República en Bogotá. - La Llanura Oriental y la Saliente del Vaupés, conforme ^{al mayor grado de desenvolvimiento tectónico} a su caracter ~~opuesto~~ ^{opuesto} tectónico, y ~~debido~~ ^{debido} a su aislamiento ofrece perspectivas petrolíferas y carboníferas vastas; una topografía llana mas o menos uniforme ^{y suelos} en promedio pobres; la poblacion es rala; el progreso es lento como su progenitor geológico y con sintomas de estabilidad como este. ^{mayor cenozoico} ^{cierta}}

Valley, los

8) La actuacion del magmatismo ~~no guarda~~ ^{no guarda} relacion directa con el grado de intensidad tectónica, ni en el tiempo

16

ni en el espacio, ^{excepto en la Llanura Oriental y la Saliente del Vaupés a cuyo aspecto tectónico corresponde un magmatismo perfecto} Durante el Juratriásico, la mayor actividad intrusiva de carácter monzonítico-granodiorítico probablemente tuvo lugar en el flanco oriental de la Cordillera Central, especialmente en Antioquia. Al contacto ~~de la~~ ^{de la} Cordillera con el Valle Interandino del Magdalena (en la cuenca del Cesar hasta el borde de la Cordillera Oriental) ~~alternaron~~ ^{alternaron} la actividad intrusiva ácida hasta intermedia y la ~~ácida~~ ^{ácida} hasta extrusiva, ácida hasta básica. Durante el Cretáceo hubo una intensa actividad volcánica básica hasta ligeramente intermediaria en el Occidente Andino que se vuelve ultrabásica en el Terciario Inferior. En la Serranía de la Costa (inclusiva isla Gorgona), la actividad magmática es ^{de las facies de Torrá y} intrusiva y extrusiva, básica y ultrabásica, excepto hacia Panamá donde ~~es~~ ^{es} ~~una~~ ^{una} diorítica y andesítica. -Mientras en el Occidente, el volcanismo del Cretáceo es abundante, sostenido y básico, en el Oriente Andino es escaso y se restringe propiamente al Cretáceo Superior del Alto Magdalena, hallándose también esporádicamente en el lado oriental de la Cordillera Oriental que ~~está~~ ^{está} en la faja de facies del Alto Magdalena. La actividad ~~tonalítica~~ ^{tonalítica} se puede interpretar en el Valle Interandino del Cauca como oligocena o del fin del Oligoceno, y tiene carácter hipoabisal; en ~~las~~ ^{las} ~~sierras~~ ^{sierras} la Cordillera Occidental y en la Central donde la erosión ha actuado con fuerza, el aspecto es abisal y se obtiene la impresión de que se tratase de intrusiones neocretáceas. Ocasionalmente se observa este tipo de rocas en el flanco oriental de la Cordillera Oriental, por ejemplo en Quetame (dacitas), donde su edad es evidentemente post-cretácea; mas jóvenes (pliocenos o pleistocenos) son los extinguidos y únicos volcanes ~~de la~~ ^{de la} Cordillera orientales de Paipa y de Iza, entre Tunja y Sogamoso. -A partir del Mioceno Medio aproximadamente, surge un volcanismo andesítico intenso en la cumbre de la Cordillera Central que aporta sus materiales a los Valles Interandinos del Cauca y del Magdalena y que suele extenderse ~~al~~ ^{al} Valle Interandino del Cauca (Meseta de ^{Popayán} Popayán, sector de Antioquia) y a la Cordillera Occidental (cerro Torrá y otros). Como se dijo, el volcanismo moderno de la Cordillera Oriental (Paipa e Iza) es dacítico, y viene así desde el Terciario (Quetame).

Se tiene así que la Cordillera Central es en el Mesozoico el foco del intrusivismo ~~ácido~~ ^{ácido}. En la Cordillera Occidental ~~en~~ ^{en} el Terciario los focos del tonalismo. La Cordillera Oriental ~~no~~ ^{no} ~~tiene~~ ^{tiene} en cambio es poco menos que amagmática, tanto en el sentido intrusivo como en extrusivo. Durante el Cretáceo el ~~volcanismo~~ ^{volcanismo} andino volcánico del Occidente Andino es básico, ~~para~~ ^{para} ~~siguiente~~ ^{siguiente} ~~ultrabásico~~ ^{ultrabásico} siguiéndole intrusivismo ultrabásico en el Terciario Inferior, tonalítico en el Oligoceno y volcanismo andesítico a partir del Mioceno. -

Hasta donde se sepa, la Llanura Oriental y la Saliente del Vaupés

PV 2

cialmente la naturaleza colombiana favorece este empeño. Se entiende que no lo hemos podido llevar todavía al fin que es de desear, pero lo que se ha podido decifrar ya da un criterio bastante satisfactorio y los nexos genéticos de los aspectos sobre el desarrollo ~~natural~~ de la naturaleza, en especial de las rocas y de sus yacimientos y sobre sus características.

En efecto, el estudio geológico del país demuestra que la causa primordial y principal que motiva la formación y la transformación de las rocas y de sus yacimientos y que les imprime sus características, reside en los movimientos tectónicos y en el grado de intensidad regional y temporal con que ellos se manifiestan. Con ellos actúan simultáneamente los movimientos meteorológicos y los de la hidrosfera, pero estos ~~no~~ no influyen tanto sobre la formación sino más bien sobre la transformación de los aspectos naturales. En cuanto a la fase genética de las rocas y de los yacimientos, los movimientos tectónicos provocan la formación, determinan la extensión y en general la calidad, influyen de manera decisiva sobre la cantidad y sucesión e inician de manera importante su construcción y transformación. En la fase postgenética, los mismos movimientos prosiguen la construcción y la transformación dinámica y térmica y determinan las condiciones de descomposición y destrucción con que actúan los agentes meteorológicos y los de la hidrosfera.

La importancia que tienen los movimientos tectónicos como causa principal de la evolución geológica, en especial como determinantes de las condiciones que muestran los yacimientos, se destaca por ejemplo ~~al comparar~~ las particularidades que tienen los campos carboníferos, formados los unos en terrenos de evolución tectónica tranquila y los otros

PV 2

~~El estudio geológico de Colombia~~
 Los estudios realizados en el país y sobre todo el presente, primordial y principal demuestran que la causa, que motiva la formación de las rocas y de sus yacimientos y que les imprime las características que tienen y que luego determina sus condiciones postgenéticas reside en los movimientos tectónicos. ^{simultáneamente} Con ~~ellos~~ ^{ellos} los cuales actúan los movimientos meteorológicos y los de la hidrosfera ^{pero no} ~~que~~ ^{no} influyen tanto sobre la formación sino ^{sobre} mas bien ~~de~~ la transformación de los aspectos de la naturaleza. En cuanto a la fase genética de las rocas y de sus yacimientos, las movimientos tectónicos provocan la formación, determinan la extensión y la calidad, influyen de manera decisiva sobre la cantidad y sucesión e inician de manera importante su construcción y transformación. En la fase post-genética, ~~estos~~ ^{estos} movimientos prosiguen la construcción y ~~la~~ transformación dinámica ^{en} ~~de~~ determinan las condiciones de descomposición, y destrucción bajo las cuales pueden actuar los factores meteorológicos y los movimientos de la hidrosfera.

La importancia decisiva que tienen los movimientos tectónicos como causa de la ~~evolución~~ ^{evolución} de los yacimientos, se destaca por ejemplo ~~de~~ ^{de} las particularidades que tienen los yacimientos de carbón, formados unos en terrenos de evolución tectónica mas o menos tranquila y otros en terrenos de evolución tectónica mas o menos agitada. ~~Los~~ ^{Los} Aprovechamos para la demostración ~~de~~ ^{de} los yacimientos de carbón porque vienen al caso y nos permiten caracterizar y clasificar convenientemente los yacimientos del Valle y del Cauca. La comparación se hará fraccionadamente de mayor a menor escala, de manera que primero se expondran las diferencias que existen entre los yacimientos de los Mesóidos y los del campo continental cratógeno de la tierra. Luego se tomaran los ejemplos de la ~~evolución~~ ^{evolución} división andina de Colombia, ^{comparando} ~~comparando~~ terrenos de evolución tectónica ^{con} ~~con~~ terrenos de ~~evolución~~ ^{evolución} tectónica ~~de~~ ^{de} menor intensidad.

A grandes rasgos los Mesóidos, ~~o sea~~ ^{o sea} la faja orogénica que comprende la montaña circunpacificica y su desarrollo por el Himalaya hacia los Alpes y el Atlas, ~~son~~ ^{son} el típico representante de la evolución tectónica agitada e intranquila, mientras las grandes planadas y lomajes del campo cratógeno ^{revelan} ~~revelan~~ una evolución tranquila, apenas movida en ~~esas~~ ^{esas} ondulaciones. Conforme a la intranquilidad del gran orogéneo, los yacimientos de carbón ahí son escasos, de relativamente poca extensión y se hallan mas o menos parcelados.

Puntos de vista para la apreciación.

Debido a que en los pormenores la geología del Valle y del Cauca es complicada, se halla relativamente mal expuesta y no muestran correspondencia entre los rasgos morfológicos y los tectónicos, hubo necesidad de intensificar los levantamientos geológicos del terreno hasta donde lo permitían las circunstancias para de esta manera conseguir bases que permitieran apreciar más concretamente los yacim. de carb. obj. pr. est. de apreciación.

Si bien de esta manera se allanaron en muchas de las dificultades, según lo demostró el desarrollo de los planos y de los perfiles, las bases resultaron insuficientes.

El resultado aun era deficiente, no sobre otro camino a averiguar lo más fonduposible las causas que han dado origen, desarrollo y caracter al ambiente geológico del carbonífero en la zona. En geología,

la averiguación de las causas generalmente se omite porque tropieza con muchas dificultades y por lo tanto no se emplea como base para

la apreciación económica, a pesar de que todo proceso de investigación debe fundarse o pretender de fundarse en las causas para obtener

un criterio natural y ajustado en el menor tiempo. En el caso de los

estudios geológicos de Colombia, la naturaleza facilita la determinación de las causas y aun cuando no ~~xxx~~ hemos podido ahondar/este estudio definitivamente

~~xxxxxxx~~ los rudimentos que hemos podido de frar son una guía

útil para la apreciación natural de los valores económicos.

La geología del Valle y del Cauca es bastante compleja y no se puede apreciar su importancia económica sin tener en cuenta la complejidad de su estructura y la falta de bases geológicas que permitan apreciar los valores económicos. Debido a que los detalles se hallan mal expuestos y la falta de información en correspondencia con la estructura, no se puede apreciar los valores económicos de la zona. En geología, la averiguación de las causas generalmente se omite porque tropieza con muchas dificultades y por lo tanto no se emplea como base para la apreciación económica, a pesar de que todo proceso de investigación debe fundarse o pretender de fundarse en las causas para obtener un criterio natural y ajustado en el menor tiempo. En el caso de los estudios geológicos de Colombia, la naturaleza facilita la determinación de las causas y aun cuando no hemos podido ahondar este estudio definitivamente los rudimentos que hemos podido de frar son una guía útil para la apreciación natural de los valores económicos.

En otros puntos de vista, la complejidad de la estructura geológica del Valle y del Cauca no permite apreciar los valores económicos de la zona. Debido a que los detalles se hallan mal expuestos y la falta de información en correspondencia con la estructura, no se puede apreciar los valores económicos de la zona. En geología, la averiguación de las causas generalmente se omite porque tropieza con muchas dificultades y por lo tanto no se emplea como base para la apreciación económica, a pesar de que todo proceso de investigación debe fundarse o pretender de fundarse en las causas para obtener un criterio natural y ajustado en el menor tiempo. En el caso de los estudios geológicos de Colombia, la naturaleza facilita la determinación de las causas y aun cuando no hemos podido ahondar este estudio definitivamente los rudimentos que hemos podido de frar son una guía útil para la apreciación natural de los valores económicos.

PV 2

por el cual los efectos se manifiestan con intensidad mas variada que los efectos en los demas medios.-Como las causas y en principio/de dichos movimientos son los mismos, es d suponer que el conocimiento en una de las materias ~~(p.e. de la geología o de la astronomía)~~ sirva para facilitar la averiguacion de ~~los fenómenos en~~ ~~otras~~ la otra (analogia por ejemplo entre los movimientos de oleaje y de marea de la hidrosfera y los movimientos orogénicos y epirogénicos ~~los movimientos primordiales~~ de la litosfera). ~~demás como~~ ~~siempre~~ ~~de la naturaleza~~ ~~extraordinarias~~ ~~y~~ ~~de~~ ~~estas~~ ~~se~~ ~~verifica~~ ~~en~~ ~~un~~ ~~ritmo~~ ~~de~~ ~~ciclos~~ ~~generales~~ ~~y~~ ~~estos~~ ~~ciclos~~ ~~deben~~ ~~ser~~ ~~la~~ ~~expresion~~ ~~de~~ ~~ciclos~~ ~~de~~ ~~las~~ ~~fuerzas~~ ~~generadoras~~ ~~cosmicas~~ como hemos dicho, ~~los~~ ~~astrónomos~~ la astronomia quizá pueda proporcionar los medios para precisar los tiempos geológicos.

y con respecto a los fines de este trabajo
En relacion con los movimientos tectónicos, ~~la~~ ~~naturaleza~~ ~~de~~ ~~Colombia~~ demuestra que de dichos movimientos y de su ~~intensidad~~ fuerza regional y temporal en primer lugar depende /el caracter de las rocas y de sus yacimientos desde su origen hasta la actualidad, ~~véase~~ ~~cuadro~~ ~~esquemático~~ de relaciones tectónicas). En cuanto al punto de vista genético, ~~estas~~ y conforme a la intensidad de los movimientos, ellos ~~motivan~~ ~~la~~ ~~formacion~~ ~~determinan~~ ~~la~~ ~~calidad~~, cantidad y sucesion y la construccion y transformacion iniciales, de las rocas y de sus yacimientos, mientras que los movimientos postgenéticos ~~deciden~~ prosiguen la construccion y la transformacion y deciden la conservacion. En esta forma, la evolucion tectónica viene a ser la base de la apreciacion geológica.

La importancia que tiene esta manera de apreciar los valores se destaca al comparar ~~por~~, en bien de la orientacion sobre ~~la~~ ~~clase~~ de los yacimientos del Valle y del Cauca, los yacimientos carboníferos formados unos en terrenos de evolucion tectónica mas o menos tranquilo y otros en terrenos formados a raiz de su actuacion mas o menos agitada. Para este fin se hará la comparacion fraccionada ~~de~~ ~~mayor~~ ~~extensión~~ ~~entre~~ ~~terceros~~ mediante ejemplos de mayor a menor escala. Primero se compararan yacimientos de la faja orogénica mesoidea de la tierra con los de los campos cratógenos, luego dentro de la seccion andina de la faja orogénica ~~se~~ ~~compara~~ los del Oriente cordillerano de Colombia con los de la Cordillera Occidental y de la hoya andina del Cauca y con los del ~~Forá~~, en seguida los del campo de la hoya del Cauca entre sí.

Puntos de vista para la apreciacion

geológica y económica.

El explicar los diferentes aspectos de la vida y de la causa de su manifestación una serie de problemas que no se pueden resolver totalmente en la determinación que se haga de la apreciación económica a fin de obtener un mayor beneficio a expensas de la vida y de la naturaleza. En un país como Colombia que está verificando la mutación de

su vida económica extensiva a la intensiva, donde por lo tanto hay la necesidad de conocer los recursos existentes dentro de un espacio de tiempo reducido y a ciencias lo mas ciertas posibles, es preciso seleccionar y desarrollar los medios que sean eficaces ~~no solo~~ para el estudio rutinario de la idiosincrasia del ambiente, sino tambien y sobre todo aquellos que conducen al reconocimiento de las causas creadoras de los valores y que permiten hacer la apreciación por la via de su desarrollo natural porque son principalmente los que facilitan y afirman los conceptos, sean estos científicos o prácticos.

El estudio geológico de Colombia enseña que la causa primordial que ha originado el rodaje de la naturaleza en todos sus aspectos, es decir la causa a la cual se dejan referir las demas causas que han contribuido a la formación y transformación de la naturaleza inanimada y animada, reside en los movimientos de la litosfera (tectónica), de la hidrosfera ("hidrología") y de la atmosfera, provocados por fuerzas cósmicas (exógenas) independientes o combinadamente, comunes porque los principios según los cuales actúan, son los mismos (ondas); ellos solo se diferencian por el grado de fuerza y tiempo que necesitan para mover aquellos medios de diferente plasticidad. Los movimientos de la corteza terrestre (litosfera) son tan lentos que apenas levemente se pueden perseguir dentro de una generación (desnivelamientos en forma de un amplio sinclinal entre Francia e Inglaterra) o ocasionalmente cuando la rigidez no permite la traducción de la fuerza en ondas (movimientos sísmicos en California y en las del Japon). En cambio a través de los tiempos geológicos se contempla la máxima potencia que alcanzan (p.e. transformación de los geosinclinales en geanticlinales). Los movimientos de la hidrosfera y de la atmosfera actúan en medios líquido y gaseoso, de máxima plasticidad y se pueden considerar como la tectónica del momento, aun cuando debe advertirse que hay movimientos al menos son lentos y persisten a través de meteorológicos que se extienden sobre períodos geológicos (glaciación en el cuaternario, aridez del triásico y permiano). Debido a que son altamente plásticos, es de suponer que la fuerza solo se traduzca en ondas y no lleguen a confeccionarse rupturas, como las que se presentan en la corteza terrestre que ademas no es uniformemente plástica, motivo

De la vida económica extensiva a la intensiva

Puntos de vista para la apreciación. 6 300

De la apreciación de la geología del Valle del Cauca, para conseguir el objeto principal del estudio geológico de los departamentos del Valle del Cauca, territorio de geología compleja en los permianes, ha sido la determinación del valor económico que tienen sus yacimientos de carbon. Para conseguir dicho objeto en forma aproximada dentro del tiempo y con el personal disponibles, hubo necesidad de intensificar el levantamiento del terreno hasta donde lo permitían las circunstancias, y proceder luego a averiguar las causas que han dado origen, desarrollo e individualidad al objeto de estudio, teniendo presente que todo proceso de investigación debe partir o pretender de partir de las causas a fin de obtener un criterio natural en el menor tiempo. En geología, la averiguación de las causas tropieza con dificultades y de esto adolecen la ciencia y las deducciones económicas que de ella se hacen. Nuestro empeño ha sido vencer dichas dificultades en bien del criterio natural. La finalidad no la hemos logrado sino en parte, pero aun así presta utilidad y por este motivo exponemos los rudimentos.

~~El objeto principal del estudio geológico de los departamentos del Valle del Cauca, territorio de geología compleja en los permianes, ha sido la determinación del valor económico que tienen sus yacimientos de carbon. Para conseguir dicho objeto en forma aproximada dentro del tiempo y con el personal disponibles, hubo necesidad de intensificar el levantamiento del terreno hasta donde lo permitían las circunstancias, y proceder luego a averiguar las causas que han dado origen, desarrollo e individualidad al objeto de estudio, teniendo presente que todo proceso de investigación debe partir o pretender de partir de las causas a fin de obtener un criterio natural en el menor tiempo. En geología, la averiguación de las causas tropieza con dificultades y de esto adolecen la ciencia y las deducciones económicas que de ella se hacen. Nuestro empeño ha sido vencer dichas dificultades en bien del criterio natural. La finalidad no la hemos logrado sino en parte, pero aun así presta utilidad y por este motivo exponemos los rudimentos.~~

El estudio geológico de Colombia enseña que la causa primordial que produce el rodaje de la naturaleza en todas sus aspectos, es decir la causa a la cual se dejan referir las demás causas que han contribuido a la formación y transformación de la naturaleza inanimada y animada reside en el desequilibrio constante que producen los movimientos de la litosfera (tectonismo comun, el de la corteza terrestre), de la hidrosfera ("hidrotectonismo") y de la atmosfera ("atmotectonismo"), movimientos que actúan independiente e ^{en alta frecuencia} combinadamente sobre el ambiente y sus miembros. En principio, ellos son provocados por fuerzas exógenas (cósmicas) comunes que actúan según el principio de ondas y que, en sus efectos solo se diferencian por el medio de distinta plasticidad (plasticidad) sobre el cual cada uno actúa y por la ^{combinación} diferencia de intensidad y de tiempo que necesitan para moverlos. Los movimientos de la corteza terrestre ^{que se refieren a un medio de mínima plasticidad, variable dentro de este mínimo y muchas veces tan rígido que el movimiento en vez de traducirse en ondas, producen fracturas.} ~~en este informe conoceremos mas detenidamente, se refieren a un medio de mínima plasticidad, variable dentro de este mínimo y muchas veces tan rígido que el movimiento en vez de traducirse en ondas, producen fracturas.~~ Ellos son tan lentos que apenas levemente se pueden perseguir dentro de una o mas generaciones humanas, como por ejemplo el desnivelamiento en forma de sinclinal amplio que se realiza entre Francia e Ingla-

Puntos de vista para la apreciación.

El objeto principal del estudio geológico de los departamentos del Valle y del Cauca, territorio de geología compleja ~~se ha~~ ^{se ha} en los pormenores, ha sido la determinación del valor económico que tienen sus yacimientos de ~~carbon~~. Para conseguir dicho objeto en forma aproximada dentro del tiempo y con el personal disponibles, hubo necesidad de intensificar el levantamiento del terreno hasta donde lo permitían las circunstancias, y ~~proceder~~ luego a averiguar las causas ~~que han dado origen~~ ^{que han dado origen} , desarrollo e individualidad ~~al~~ ^{al} ~~aquel~~ ^{de la} ambiente, ~~porque~~ ^{siendo} ~~siendo~~ ^{entendido} que ~~el~~ ^{todo} proceso de investigación debe partir o pretender de partir de las causas a fin de obtener un criterio natural en el menor tiempo posible. En geología, la averiguación de las causas tropieza con dificultades y de esto adolece la ciencia y las deducciones ~~económicas~~ ^{económicas} que de ella se hacen. Nuestro empeño ha sido vencer dichas dificultades en bien del criterio natural. La finalidad ~~sin embargo~~ ^{sin embargo} no la hemos logrado sino en parte, ~~y aun así~~ ^{y aun así} ~~presta~~ ^{presta} ~~utilidad~~ ^{utilidad}, y por este motivo ~~la~~ ^{la} ~~exponemos~~ ^{exponemos} ~~los~~ ^{los} ~~inducidos~~ ^{inducidos}.

El estudio geológico de Colombia enseña que la causa primordial que produce el rodaje de la naturaleza en todos sus aspectos, es decir la causa a la cual se dejan referir las demás causas que han contribuido a la formación y transformación de la naturaleza ~~inanimada y~~ ^{inanimada y} ~~animada, reside~~ ^{animada, reside} en los movimientos de la litosfera (~~tectonismo común~~ ^{tectonismo común}), de la hidrosfera ("hidrotectonismo") y de la atmósfera ("atmotectonismo"). los cuales actúan independiente o combinadamente sobre el ambiente. ~~Estos en principio son provocados~~ ^{Estos en principio son provocados} ~~si no exclusivamente~~ ^{si no exclusivamente} al menos muy esencialmente por fuerzas exógenas (cósmicas) comunes que actúan según el principio de ondas y que se diferencian en sus efectos entre sí tan solo por ~~el~~ ^{el} grado de intensidad y de tiempo que necesitan para mover aquellos medios de distinta plasticidad (plastoelasticidad.....). Los movimientos de la costra terrestre que ~~luego~~ ^{luego} conoceremos más detenidamente en cuanto a sus efectos sobre la naturaleza, relativos a un medio ~~de mínima plasticidad,~~ ^{de mínima plasticidad,} ~~muchas veces insuficiente~~ ^{y dentro de este mínimo de plasticidad variada} para dar margen a ondas, ~~en que las fuerzas~~ ^{por consiguiente} ~~se traducen~~ ^{se traducen} en fracturas, son tan lentos que apenas levemente se pueden perseguir dentro de una o más generaciones (p.e. desnivelamiento en forma de un amplio sinclinal entre Francia e Ingla-

PV 2

terra, aunque también los hay ^{de fuerza acumulada} a lo largo de fracturas que se ^{desatan} producen en un momento (terremotos de California y del Japon). En cambio a través de los tiempos geológicos se manifiesta su máxima potencia, como por ejemplo en el ciclo de los geosinclinales a los geanticlinales. Lentos y poderosos, ellos ^{de hecho no parecen variar en nada} varían mucho más fuertemente los efectos ^{que} que sobre la naturaleza / producen los movimientos de la hidrosfera y de la atmósfera de lo que estos modifican los productos del propio tectonismo. Esto se desprende por ejemplo del hecho de ^{la morfología terrestre producto de la tectónica de la corteza} que las lluvias y los vientos, como el clima, en general ^{los} fenómenos meteorológicos ^{y fenómenos} (delta tectonismo) ^{de los que se fijan, por ejemplo} varían considerablemente a causa de la morfología terrestre que es producto primordial del tectonismo y que ~~los movimientos atmosféricos y hidrosféricos solo modifican en las permanencias~~ ^{son capaces de destruir la estabilidad de los cambios a través de los siglos, para dar origen a los cambios a través de los siglos}

Puntos de vista para la apreciación.

El objeto principal del estudio geológico del Valle y del Cauca ha sido la determinación del valor económico que tienen los yacimientos difíciles de apreciar porque su geología es complicada. Para conseguir este objeto en forma aproximada dentro del tiempo disponible y con el personal que suscribe, se ha procedido a hacer el levantamiento del terreno en la forma más detenida posible y sobre esta base ~~han sido precisados los caracteres~~ ^{se han averiguado} las causas ~~de los caracteres~~ que le dan individualidad en medio del ambiente geológico general del país

El objeto principal del estudio geológico del Valle y del Cauca, territorio de geología complicada, ha sido la determinación de los yacimientos de carbón que tienen ahí en forma aproximada dentro del tiempo disponible y con el personal que suscribe, se ha procedido a hacer el levantamiento del terreno en la forma más detenida posible, para averiguar las causas que dan origen a la individualidad de los yacimientos y a su geología, para averiguar las causas que dan origen a la individualidad de los yacimientos. En geología, la averiguación de las causas, que dan origen a la individualidad de los yacimientos, es una tarea difícil y compleja. Sin embargo la estructura del terreno en el Valle y del Cauca es tan compleja que se ha procedido a hacer el levantamiento del terreno en la forma más detenida posible sobre esta base.

Faja (Cordillera) de la
Sudoeste del país
Volcan de Guadalupe Volcan de C.
Cordillera de los Andes

Puntos de vista para la apreciacion económica.

El estudio de la geología de Colombia demuestra que la causa primordial⁽¹⁾ que determina el caracter de las rocas y de sus yacimientos desde su origen hasta la actualidad consiste en los movimientos tectónicos, prácticamente continuos a través de los tiempos, pero de intensidad regional y temporalmente variable. En cuanto al origen de las rocas/ellos, ~~conforme~~ y al grado de intensidad con que actúan, ~~si~~ motivan la producción, determinan la calidad, cantidad y sucesión

Al explicar la geología de los depósitos del Valle y del Cauca y en particular en comparación con los depósitos del Oriente del país, se debe tener en cuenta la diferencia regional que se observa en los depósitos del país, por los efectos tectónicos distintos. Al explicar la causa de la pérdida de carbón a fondo de la diferencia de aspectos que se observan en los depósitos del Oriente del país, se debe tener en cuenta la diferencia regional que se observa en los depósitos del país, por los efectos tectónicos distintos.

Al explicar el geol. de los depósitos del Valle y del Cauca y en particular en la geología de la zona del Valle del Cauca y del Oriente del país, se debe tener en cuenta la diferencia regional que se observa en los depósitos del país, por los efectos tectónicos distintos.

Al explicar la geología del Valle y del Cauca y en particular en la geología de la zona del Valle del Cauca y del Oriente del país, se debe tener en cuenta la diferencia regional que se observa en los depósitos del país, por los efectos tectónicos distintos.

1) La causa primordial que ha originado los aspectos de la naturaleza y su rodaje a través de los tiempos consiste en los movimientos, no solo de la litosfera (tectónica) sino también en los de la atmósfera y de la hidrosfera (meteorología), es decir en movimientos provocados por fuerzas cósmicas que se diferencian tan solo por el grado de plastoelasticidad del medio sobre el cual actúan y por la diferencia de intensidad. Las fuerzas que actúan sobre la litosfera es decir sobre un medio que es plastoelástico tan solo logran moverlo en largos espacios de tiempo. Los movimientos que provocan los cambios meteorológicos actúan

La Laguna.

Al explorar la geología del Valle y del Cauca que forman parte del Occidente andino del país, nos hemos dado cuenta de las complicaciones y también de la fuerte variabilidad regional (inestabilidad de los aspectos) de los caracteres individuales que ella ofrece en comparación con la de los terrenos de la Cordillera Oriental y de la hoya del Magdalena que forman parte del Oriente del país. Esto sucede a pesar de que ambos territorios son ~~parte~~ producto de un mismo ciclo de evolución y coinciden también en cuanto a las fases de esta evolución.

Al explorar la geología del Valle y del Cauca que forman parte del Occidente andino del país, nos hemos dado cuenta de las complicaciones y también de la fuerte variabilidad regional (inestabilidad de los aspectos) de los caracteres individuales que ella ofrece en comparación con la de los terrenos de la Cordillera Oriental y de la hoya del Magdalena que forman parte del Oriente del país. Esto sucede a pesar de que ambos territorios son producto de un mismo ciclo de evolución y coinciden también en cuanto a las fases de esta evolución.

De acuerdo con la disposición de la Comisión de Geología principal del país, se ha determinado la necesidad de un estudio geológico en el Valle y del Cauca no solo es necesario adentrarse y adaptar los métodos propios de la geología regional, sino es necesario tener en cuenta todos los aspectos de los caracteres que le dan individualidad a cada zona. Se debe tener en cuenta que ofrece la gran variedad de tipos de fajas de fajas de fajas de fajas que se encuentran en el Valle y del Cauca, y que se debe tener en cuenta la gran variedad de tipos de fajas de fajas de fajas de fajas que se encuentran en el Valle y del Cauca, y que se debe tener en cuenta la gran variedad de tipos de fajas de fajas de fajas de fajas que se encuentran en el Valle y del Cauca.

Respecto a la necesidad de un estudio geológico en el Valle y del Cauca, se debe tener en cuenta que ofrece la gran variedad de tipos de fajas de fajas de fajas de fajas que se encuentran en el Valle y del Cauca, y que se debe tener en cuenta la gran variedad de tipos de fajas de fajas de fajas de fajas que se encuentran en el Valle y del Cauca.

Puntos de vista para la apreciación.

(Fundamental en las apreciaciones de la tectónica, en la zona del valle)

~~La geología~~ ^{región de occidente} en la zona del Valle y del Cauca que se halla entre las Cordilleras Central y Occidental, ofrece esta singularidad: es sencilla a rasgos mayores y aun en los medianos, ^{la tectónica} hasta donde se deja decifrar satisfactoriamente y aprovechar para los fines económicos, pero a medida que se avanza a los pormenores se presentan dos factores, ^{que sobre el terreno mismo saltan a la vista} que sobre el terreno mismo saltan a la vista, que son decisivos para la apreciación geológica y económica y que es imposible controlar y representar mediante un estudio rápido como el que hemos realizado. ^{¡Aparte!} ~~Uno de estos factores~~ ^{consiste en la intensa ondulación} ~~que afecta los plegamientos y aun las terrenos que se hallan todavía en el grado de las ondulaciones tectónicas.~~ ^(de ondulaciones) El tipo de ~~deformación~~ ^{deformación} que se halla representada por la faja neoterciaria del borde de la Cordillera Central que se extiende al Oriente de la línea Rio Sonso-uga-Cartago, representado en los levantamientos de Cartago, Zarzal, ^{corriente} Sevilla-Bugalgrande, Buga y Presidente-San Pedro. Un grado mas avanzado de intensidad tectónica ^{relativo al terciario infer. y medio} alcanza a manifestarse ~~en la faja carbonífera~~ ^{al pie de la faja carbonífera} del borde caucano de la Cordillera Occidental, de Yumbo-Cali al Sur. Se trata ahí de plegamientos de mediana hasta suave intensidad, variados a cortos trayectos por ondulaciones menores de la misma índole que se manifiestan especialmente bien en el plano de Quilichao-La Chapa. El grado de mayor intensidad tectónica se presenta en la faja del Semiplano del Carbon donde ha sido reconocido desde (Vijes-) Yumbo-Cali hasta Tambo. Se trata ahí de plegamientos estrechos, casi todos/invertidos que se desarrollan con gran regularidad linear ^{se puede decir que en la zona del valle} sobre grandes distancias, ^{que los afectan a gran número y en forma mas variada} en que las ondulaciones generalmente estan tan comprimidas que en la gran mayoría de los casos no se dejan determinar sino mediante levantamientos muy detallados, ^{parece} máxime que es seguro que en muchos casos la intensidad tectónica los ha imbricado. Solo en algunos casos, cuando la intensidad local de la tectónica decae, ellos se manifiestan ^{a la vista} con todos sus embrollos (véase p. e. zona del cerro Tres Cruces en el croquis de la region de Cali).

Un grado intermedio entre este grado alto de intensidad tectónica y el anterior se presenta en ^{el cordón de} Santa Bárbara, al Este de Cartagó-Zarzal (borde occidental del altiplano del ~~unido~~). Un grado

~~general, que la...~~
general, ~~de...~~
1) Los grados de intensidad tectónica, de menor a mayor intensidad, expresados por el principio de ondas, son los siguientes: a) mesetas tectónicas, b) ondulaciones, c) plegamientos ondulados, d) plegamientos ondulados comprimidos. A este respecto conviene tener en cuenta que, genéticamente, hay que diferenciar en el grado b, entre terrenos de ondulacion de gran amplitud hasta de poca amplitud cuyas particularidades de amplitud se mantienen en los siguientes grados de intensidad. En Colombia, un terreno de ondulaciones cortas desde el estado b) es el del Valle y del Cauca, en cambio los de la Cordillera Oriental son de mediana amplitud, mientras los de los Llanos orientales son de mayor amplitud. - El libro es un buen trabajo de...
~~de...~~

FV 3.

tener la oportunidad de revisar las dudas que continuamente se van presentando. De esta manera se obtiene la familiarización con la idiosincracia geológica, indispensable para apreciar sus valores económicos, y se facilita el estudio de las regiones subsiguientes. En nuestro concepto sería mejor aun, comenzar el estudio del piso carbonífero del Valle y del Cauca, mediante la exploración de una región de menor intensidad tectónica que la de Cali y bien expuesta como la de plegamientos ondulosa de mediana hasta suave intensidad que se halla entre Villachao y La Chapa para tener un ejemplo relativamente más sencillo ~~de las~~ particularidades que afectan los pormenores geológicos de todo el distrito carbonífero.

Como el estudio del terreno revela las dificultades que hay para obtener un criterio geológico estable en el cual se puede fundar la apreciación económica a fondo, (mediante el estudio del terreno no se obtiene) y como no existían bases geográficas adecuadas, hemos procurado subsanar ~~esta carencia~~ este inconveniente, intensificando los levantamientos geográfico-geológicos hasta donde las circunstancias del personal y del tiempo lo admitían. Se comprende que no hemos podido abarcar en esta forma toda la zona donde se halla expuesto el piso carbonífero, ni tampoco hemos logrado extender una red ~~de levantamientos~~ suficientemente densa en las regiones que hemos levantado. Además ha influido desfavorablemente en la interpretación la imperfección de las columnas estratigráficas que ~~se obtiene~~ de los afloramientos deficientes de los sedimentos en el terreno y que en parte también proviene de la escala demasiado pequeña (1:10 000) en que hubo que dibujar los levantamientos y que no da lugar a ~~dibujar~~ representar la sucesión en forma proporcional. Por esta razón solo hemos podido abarcar un mínimo de los detalles geológicos, que en el presente caso son de esencial importancia para la apreciación económica, y el estudio en consecuencia resulta rudimentario.

Dada la base insuficiente que concede el trabajo rutinario de la exploración geológica, nos hemos visto precisados a intensificar el estudio por el lado de la evolución del ambiente geológico del Valle y del Cauca y de las relaciones que guarda con la del país en general. En este intento no hemos podido prescindir de la averiguación de las causas de la evolución geológica y de sus particularidades regionales

Anotaciones al Mapa Geológico de La Guajira.
para el señor Contralmirante Piedrahita

Hasta ahora no se tenía ni noción geográfica ni geológica concreta de La Guajira.

Con base en las fotografías aéreas se elaboró en tres semanas de parte del jefe de la Sección de Fotogeología, Dr. H. C. Raasveldt, el mapa morfológico, geográfico y geológico de la Alta Guajira, sin conocimiento de la geología del terreno, pero con conocimiento de las características de los relieves que produce cada grupo de rocas y ~~de las~~ formaciones geológicas en otras partes del país.

En la segunda etapa de definición de La Guajira, para concretar la distribución de las rocas y eliminar errores de interpretación geológica, muy naturales en meros trabajos de oficina, se exploró durante un mes el terreno de la Alta Guajira por parte del Jefe de la Sección de Paleontología, doctor H. Buergl, quien tuvo a su favor la utilización del mapa de H. C. Raasveldt.

La trascendencia económica que resulta de este procedimiento breve y concreto, salta a la vista en el mapa mineralógico de La Guajira. ~~De una vez~~ se sabe qué minerales hay disponibles y donde están, es decir se puede planear su aprovechamiento de manera cierta, en favor de una región limítrofe, aislada y desconocida.

En el presente caso, el mapa mineralógico muestra la distribución de yacimientos de asbesto, de talco, de calizas cretáceas y oligocenas, y de yeso. Se sabe de una vez donde poner la palanca para levantar la economía de La Guajira en estos renglones y en combinación con recursos de las regiones adyacentes, como el carbón de Cerrejón.

Sin embargo, el mapa geológico dice más en asuntos de recursos. Ha llamado la atención de los petroleros a la zona al Suroeste del cerro de La Teta. De mayor valor nacional es que el mapa ~~sea~~ la base para la determinación de los recursos de aguas subterráneas y de captación de aguas superficiales, en combinación con la calidad del material parental de los suelos ~~que decide~~ en La Guajira de la calidad agrícola de estos. Una derivación del mapa geológico lo explicará: En el lado suroccidental de La Sierra de La Jarara hay un murallón de caliza, cortado estrechamente por las quebradas que bajan de La Jarara, con hoyadas de embalse bastante amplias por detrás. Ahí se pueden hacer presas a bajo costo que rieguen los terrenos llanos ~~vecinos,~~ margosos y yesíferos, ~~llanos,~~ que deben ser, ~~de extraordinaria~~ ^{por la fertilidad de sus} productividad agrícola. Un solo centro agrícola, de demostración, que se establezca ahí, atraerá inmediatamente la atención de los inversionistas y el problema del desarrollo de La Guajira estará resuelto porque el ~~viucto~~ ^{buta} ~~no ha resuelto.~~ ^{es decisivo.}

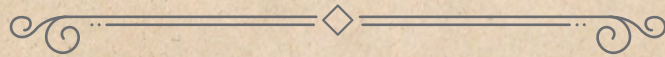
El Instituto Geológico Nacional ha estado produciendo aceleradamente mapas e informes con finalidades económicas, pero no ha hallado verdadera comprensión de este servicio, es decir está arando en la arena. Sabiendo de los conocimientos geográficos y económicos que posee el señor Contralmirante Piedrahita, y de su fervor por el progreso del país, le somete esta exposición de un ~~caso~~ ^{interés} regional para que se ^{le} riegue, se ^{le} siembre y se coseche.

Julio 27 de 1956

E. Hubach

—◇— CAPÍTULO 2 —◇—

ESTRATIGRAFÍA



El Valangiano como seccion del piso de Giron en El Tablon (entre Cáqueza y Quetame) y la probabilidad del inicio de la transgresion andina en Colombia durante el Portlandiano. (12 de Julio de 1931)

En una exploracion hacia El Tablon, region que se atraviesa al ir por la carretera de Oriente desde Cáqueza a Quetame, he tenido ocasion de estudiar mas detenidamente la seccion de pizarras que caracteriza la parte media baja del piso de Giron y que he tenido ocasion de estudiar en otro caso con el geólogo, señor Henri Goblot. En este viaje me acompañó el geólogo doctor Hermann Koeck y el señor Rubin, caballero suizo quien facilitó la movilización en automóvil.

Segun se desprende de los trabajos anteriores, hechos tambien durante los dias feriados y por propia cuenta, el piso de Giron que asoma al Oriente de Bogotá en la region de Cáqueza-Alto Giron-Quetame-Saname-Alto de La Cruz-Fosca, se divide en cuatro conjuntos, siendo la magnitud total del piso de 2500m o probablemente mas. El conjunto inferior se caracteriza por un conglomerado cuarcítico en la base que consta de guijarros angulares de cuarcita, duramente cementados. Este conglomerado asoma abajo del puente de Quetame sobre el rio Negro, en la confluencia del rio Contador con el rio Negro. Luego sigue una sucesion potente de esquistos negros piríticos, endurecidos y bastante sericiticos que van separados en trayectos cortos por banquitos de cuarcita de grano fino hasta regular cuyo espesor comunmente es de 10 a 20 cms, pero que suele llegar hasta 1 m y mas. Estos bancos se distinguen porque son planos y paralelos. En su superficie se observan figuras de fluidos que en parte tambien pueden ser rastros de origen organico. Los empeños hechos para encontrar fósiles dentro del conjunto inferior del piso de Giron resultaron inútiles y por lo tanto solo teóricamente se podría suponer de que se tratase del jurásico superior (a juzgar por los 3000 metros de sedimentos que reposan concordantemente debajo del aptiano). Ahora, despues de haber encontrado fósiles valangianos que tambien se encuentran en el Perú, y que, en el Tablon, se encuentran en un conjunto de pizarras, subsiguiente al conjunto inferior del piso de Giron, no puede haber duda que el conjunto inferior corresponde al jurásico superior, o lo que vale lo mismo que la transgresion andina se inicia en Colombia en un tiempo cuando a traves de los Andes Suramericanos desde Patagonia al Norte y hasta Méjico y Tejas, se observa una transgresion tan general como la del Portlandiano. Esta simultaneidad de un movimiento epirgénico sobre una region tan vasta por lo demas no es una excepcion sino una característica que se repite en otras oscilaciones verticales que se observan en el cretáceo y terciario de América.

El subsiguiente conjunto de pizarras del piso de Giron se halla muy bien expuesto en el sector de la carretera que atraviesa el trayecto de la orilla derecha del rio Negro conocido con el nombre de Tablon, motivo por el cual adoptaremos en adelante de Conjunto del Tablon para el conjunto de pizarras. Este conjunto consta principalmente de pizarras negras hasta grises, en general piríticas y todavia bastante sericiticas, hasta tal punto que se podría suponer que se tratase de una formacion paleozóica. En medio de las pizarras ocurren algunos bancos de cuarcita, en parte transformadas en cuarzo, y uno o dos banquitos de caliza bituminosa. Hacia la parte alta del conjunto se observan esquistos (arcillosos) y las pizarras en parte mantienen su caracter típico, en parte se vuelven cuarcíticas hasta lidíticas, debiendo advertirse que tambien en las liditas y pizarras de Hild, de edad albiana y características para el flanco occidental de la Cordillera Oriental, se observa una transicion entre liditas puras y liditas pizarrosas y pizarras puras. Segun estas observaciones, debe haber algun parentesco genético entre las pizarras y las liditas, como tambien entre estos sedimentos y las cuarcitas lidíticas o silíceas. Hacia la parte alta, ademas, el caracter ~~lidítico~~ pizarroso se restringe a favor del esquistoso.

A primera vista este conjunto cuya magnitud probablemente es de mas de 500 m, mientras la del inferior se estima en unos 800 m, no parece contener fósiles. Pero al hacer investigaciones al respecto se vé que ciertos niveles abundan en restos organicos que en parte pertenecen al reino vegetal, en parte al reino animal-marino. Los vestigios del reino vegetal se hallan en forma de detrito y esto mismo indica que seguramente

El hecho de que la sedimentación cretácea se haya extendido sobre un tiempo considerable y sobre casi todo el país, implica que se hayan depositado sedimentos cargados de materia orgánica, no solo ~~del ambiente marino~~ del ambiente marino, sino también del ambiente parálitico y limnítico (intermitencias regresivas durante el cretáceo que aun ocasionaron la formación local de carbón). Para citar el caso más palpable de formación de sedimentos petrolíferos matrices, se hace referencia al cenomaniano y especialmente al turoniano que ~~son~~ representan un tiempo en que el mar ha tenido frecuentes retrocesos y avances, basados en movimientos ~~epirogénicos~~ epirogénicos que se distinguen hasta la Patagonia en el Sur y hasta el Canadá en el Norte. Sobre toda la Cordillera Oriental, estos sedimentos son bituminosos, tan pronto en un nivel más alto o más bajo, tan pronto en una región u otra. Los seres de que proviene el bitumen, en parte de origen orgánico y en parte seguramente también de origen vegetal, por lo común ya no se reconocen, probablemente porque son diminutos y carecen de esqueleto. Pero sobre regiones ~~intermitentes~~ considerables que se han reconocido en Colombia, en Venezuela, en Tejas y en las Praderas que se aproximan al Canadá, hay una abundancia de restos de peces que es verdaderamente asombrosa y que se concentra especialmente al turoniano inferior. Los estratos que contienen estos restos son en alto grado bituminosos y aun exudan gotas de petróleo (asfáltico). El caso evidencia que los períodos de intranquilidad epirogénica, como también sucede en el terciario, son de especial interés para la génesis del petróleo. -Al mismo tiempo la determinación de la orogénesis a través de períodos sedimentarios, observación que también se ha hecho en Europa y en los demás continentes, demuestra que la separación de los líquidos y gases de los yacimientos petrolíferos y la migración de estos no ha venido a efectuarse durante la propia erección andina en el terciario superior sino ha ido paralela a la génesis de los sedimentos. Como las estructuras que se iban formando, aunque en general semejantes a las actuales, en veces han sufrido alteraciones parciales o totales ~~durante~~ en el transcurso del tiempo andino, no es de dudar que los líquidos hayan encontrado a veces obstáculos que impedian su avance hacia las actuales estructuras petrolíferas y que de ello resulten yacimientos vedados. -Simismos de importancia para la apreciación de las áreas petrolíferas la determinación de las zonas costaneras y de las zonas de alta mar, la cual se puede hacer rápidamente según los núcleos antiguos de la actual configuración que también han resultado en el pasado. El siguiente ejemplo servirá para respaldar el concepto. Según hemos visto, la hoya del Magdalena, ha sido ~~costa~~ de la Cordillera Central desde el tiempo jurásico superior hasta el barremiano. En esta zona costanera, donde el oleaje fuerte está documentado por conglomerados, cascajos, ripios y conchas de valva gruesa (trigonias, cuculeas en la parte más baja del aptiano, límite con el barremiano), la conservación de materia orgánica ~~es probable~~ y su transformación en petróleo es poco probable, como es segura en el lado oriental de la Cordillera Oriental (Cundinamarca y Boyacá), donde gran parte de los esquistos y de las pizarras son bituminosas. Pero dado el hecho de que ~~la~~ el tamaño de grano es más grueso en ~~la~~ la zona del Magdalena, las condiciones de almacenamiento de petróleo ~~eran~~ que podía migrar inmigrar desde otras partes (orientales) eran buenas, ~~de~~ la porosidad de los sedimentos. En efecto parece que las perforaciones verificadas en el Alto Magdalena, solo obtuvieron producción inicial en sedimentos de esta índole, según se puede juzgar por las condiciones estratigráficas en la cúpula de Fanta al Sur de Guataquí, donde se halla la perforación productiva. -A partir del aptiano, las condiciones cambian enteramente y la hoya del Magdalena, al Norte de Girardot, se transforma ~~en~~ faja de mar relativamente profundo que se intercala entre el mar bajo que reina en el lado oriental de la Cordillera Oriental y ~~la~~ de la Cordillera Central. Las condiciones de conservación ~~de~~ la materia orgánica y de transformación en petróleo son excelentes, como lo demuestra el grado bituminoso de los estratos, pero las condiciones de almacenamiento (salvo quizá las liditas que no se han podido determinar todavía como niveles de almacenamiento) son del todo deficientes. Estas mejoran hacia el lado oriental, donde además ha habido períodos intermedios de mar tranquilo en que se podían formar sedimentos bituminosos. En realidad se hallan varias manifestaciones de petróleo muy liviano y de gas gasolina en el recinto oriental de la Sabana de Bogotá que deben provenir de las areniscas y de las calizas (agrietadas) del cenomaniano hasta el aptiano. El terreno no ha sido ensayado a taladro.

4.

~~Intervalo de tiempo~~ Entre el ~~era~~ senoniano y el eoceno se observa regionalmente un intervalo que inicia el período ~~limnico-lacustre~~ del interior de Colombia, marino hasta entonces. El movimiento orgénico que se observa en este intervalo implica el resurgimiento de los antiguos núcleos, incluso la Cordillera Central. Hacia sus flancos bajos es que se destacan las discordancias terciarias y que se debilita la magnitud de los sedimentos del mismo tiempo. En las cuencas andinas, como en la de Bogotá y en la de Maracaibo, la sedimentación sigue (al parecer) sin interrupción y sin discordancia notable hasta el mioceno medio. Hacia los flancos de los núcleos se observa pues un relativo eutectonismo mientras que en las grandes cuencas andinas que también se intercalan en las hoyas andinas, los movimientos tectónicos se ocultan bajo la sedimentación, lo mismo que en el cretáceo. La facies limnica y lacustre del terciario todavía envía sus ramales hacia las actuales zonas costaneras y las entrantes que estas tienen hacia el interior (zona de Bolívar-Urabá con las entrantes del bajo Cauca y del Magdalena en la región de El Banco), pero solo pasajeramente. El carácter principal de estos sedimentos costaneros es marino o salobre. En contraposición a lo que sucede en el cretáceo, el hundimiento más fuerte se verifica en estos tiempos hacia las zonas costaneras donde los sedimentos del eo y mesoterciario adquieren una magnitud de varios miles de metros. En los bajos geológicos del interior los sedimentos ~~de este tiempo~~ de este tiempo son más débiles y no pasan de 2000 metros. Se evidencia de esta manera el solentamiento de la parte meridional de Colombia y se destacan los rasgos generales de la actual configuración, pero de manera muy suave y lenta. Conviene agregar todavía que, como en el cretáceo, también en el terciario el ~~flanco occidental~~ lado occidental colombiano se manifiesta tectónicamente más activo que el lado oriental. Así se puede demostrar que la sedimentación ~~del terciario~~ terciaria de la hoya del Cauca no comienza en el eoterciario sino en el mesoterciario, colocándose estos sedimentos sobre varias rocas del cretáceo y del precretáceo. Igualmente condiciones parecen reinar en la Cordillera de la Costa, al Norte de Cabo Corrientes, donde se distinguen varias discordancias en el terciario, pero que no se han podido determinar cronológicamente. Sobre decir que también en el Occidente del Perú el eutectonismo se manifiesta bien, mientras en el Oriente sigue el opistotectonismo que aparenta más bien una indiferencia tectónica. (véase el estudio de Steinmann sobre el Perú, indicado en la introducción. Este savio también se deben las observaciones sobre eutectonismo y opistotectonismo y su correlación con la intensidad magnética).

El área de sedimentación del terciario evidentemente abarcaba una superficie semejante a la que ocupaba el área de sedimentación cretácea en la transición del barremiano al aptiano. En el eoceno se depositan sedimentos arcillosos en su mayor parte y entre estos se colocan los mantos de carbón. El estudio del carbón de la Cordillera Oriental (eoceno) y del carbón de la hoya del Cauca (mioceno, probable equivalente del carbón chileno de Arauco y de Magallanes), hecho por Reichenbach (.....

.....) evidencia con pruebas muy claras una semejanza muy estrecha entre ~~el ambiente geográfico~~ el ambiente geográfico de aquellos tiempos y ~~del que reina hoy día~~ del que reina hoy día en los estuarios de los grandes ríos, en especial del bajo Atrato. Hacia Venezuela y más hacia Bolívar, Urabá y hacia la hoya del Pacífico, se intercalan estratos y conjuntos marinos que permiten la orientación cronológica. Hacia estas zonas que ocurren los niveles petrolíferos del terciario. En el interior, hasta donde alcanzan las ~~investigaciones~~ investigaciones estudios del suscrito, no los hay, excepción hecha quizá de los Llanos. La aseveración de Anderson, relativas al carácter petrolífero del terciario en el interior (alto Magdalena, Cordillera Oriental) no se pueden mantener en pie. Parece claro, según lo dicho que las formaciones limnicas no reúnen condiciones ventajosas para la genesis del petróleo aunque sí en alto grado para la genesis del carbón, que se presenta en mantos gruesos y numerosos en el interior y se debilita hacia los bajos del Caribe y del Pacífico. En el Caribe, la facies del carbón solo se vuelve favorable en las inmediaciones de los núcleos antiguos, como hacia la parte baja de la serranía de Perijá. En el interior desde luego también la facies del carbón varía mucho, evidentemente a consecuencia de la actuación simultánea de la orgénesis y así vemos por ejemplo como en la Cordillera Oriental tanto el número como la magnitud de los mantos de carbón disminuyen desde Boyacá hacia la cuenca de Bogotá. Lo mismo sucede en el alto Magdalena desde la región de La dorca hacia Girardot y Teiva.

2

se trata de material transportado de zonas limáticas hacia el área marina. La zona limática seguramente se halla hacia la parte occidental de la Cordillera Oriental, la cual, junto con la actual hoya del Magdalena, fué zona mas o menos litoral de la Cordillera Central segun lo indica la observacion de que el área transgresiva avanzaba lentamente contra los núcleos antiguos del país, entre los cuales la Cordillera Central era el mas importante. El detrito vegetal que fácilmente se puede confundir con restos de peces por su aspecto de conservacion sedosa, generalmente es menudo, y solo raras veces se conservan hojas y partes de plantas. Entre estas, las que mas abundan son las de la familia Otozamites que ocurren en el Perú dentro del neocomiano. También encontramos un ganchito que puede pertenecer a la familia de Onychiopsis que ocurre igualmente en el neocomiano inferior del Perú. Estas plantas por sí indican una edad antigua del cretáceo y reflejan el carácter del Wealden que se puede considerar como una facies mundial del bajo cretáceo. Pero la edad del conjunto de pizarras se deja precisar mejor en vista de los fósiles marinos que hemos recogido. Estos pertenecen a las clases de las amonitas y de los lamelibranquios. El principal fósil de guía que se ha encontrado es una amonita de la familia neocomites por cierto aplastada como los demás fósiles de este nivel geológico, pero fácilmente identificable por sus ornamentos, en especial por la oreja. La especie se acerca mucho al Neocomites limensis Liassón y solo se distingue de él por las estrias mas abundantes. El citado neocomites ocurre en el Perú en el Valangiano. Junto con este ejemplar se encuentra frecuentemente la especie de Ancyloceras que muestra una variabilidad demasiado grande para paralelizarlo con el A. Sabaudi Pict. que se ha encontrado en el Perú, junto con el neocomites mencionado. Un tercer fósil del valangiano del Perú que se encuentra en El Tablon es una especie de Aucella que es menos abundante y que generalmente se encuentra en ejemplares pequeños, pero que coleccionamos también en ejemplares grandes del puente que cruza el rio Negro en la region del Tablon. Además hemos encontrado otras especies de amonitas aplastadas que por el momento no hemos podido clasificar pero que juzgamos pertenezcan en parte a la familia de Acanthodiscus. Según estos datos que he podido controlar en el libro de Steinmann y teniendo en cuenta la estrecha relacion litológica y en general de facies entre el valangiano del Perú y de Colombia, la presencia del valangiano en Colombia no deja lugar a duda. Para la posicion estratigráfica he creído conveniente acompañar la hoja con los perfiles estratigráficos del lado oriental y del lado occidental de la Cordillera oriental.

Con el fin de obtener una determinacion mas precisa de los fósiles, he resuelto enviar la coleccion que consta de mas de 50 piezas, a Francia, donde ocurre la misma fauna como en Colombia y donde por lo tanto la determinacion será sencilla y rápida.

Bogotá, 13 de Julio de 1931

Geólogo del Departamento de Minas
y Petróleo

10)

NOCIONES ESTRATIGRAFICAS GENERALES.

A. Nomenclatura del Oriente y del Occidente Andinos
de Colombia.Línea divisoria: la cumbre de la Cordillera Central.
(Edades fijadas por fósiles, niveles petrográficos y evolución tectónica)

		EDAD, Aproximada	OCCIDENTE	ORIENTE
FASE		Reciente Cuaternario	No se usan nombres regionales	
GEOANTI-CLINAL	TERCIARIO SUPERIOR	(Eocuat. a) Eoceno	Piso de POPAYAN	Piso de MIBAS
		Discordancia fuerte.....		
		Mioceno Sup. (y parte del Piso de COMBIA Mioc. medio)		Piso de HONDA (Hettner, non Stutzer)
		Disc. fuerte en cordilleras; suave-concord. en hoyas		
FASE DE TRANSICION	TERCIARIO MEDIO	Mioceno Medio a Mioceno Inferior	Piso de ANTIOQUIA	Piso de BOGOTÁ (Gualanday)
		Disc. regional, fuerte a suave hacia masas terrestres		
		Oligoceno hasta Eoceno	Piso del CAUCA	PISO de GUADUAS (Hettner)
		Disc. suave (regular hacia "auca") hacia masas terrestres		
FASE	CRETÁCEO SUPERIOR	Benoniano hasta Cenomaniano Medio, aprox.	Piso de PALERQUERA (rudimentario)	Piso de GUADALUPE
GEOSIN-CLINAL	CRETÁCEO MEDIO	Cenomaniano Inf. hasta Barremiano Sup. o Medio	Piso del BESAR (rudimentario)	Piso de VILLETÁ
		Barremiano Medio e Inf.	Piso e serie del DAGUA	Piso de GIRON
		JURÁSICO SUPERIOR	(abarca una parte mayor del mesozóico)	Probablemente no ocurre
		JURÁSICO MEDIO-TERMINAL		
		PALEO-ZOICO (determinación rudimentaria)	Fermo-Carboniano, aproximadam. Debido a metamorfismo avanzado en Cord. Central, y encubrimiento por mesozóico de ahí al Oeste, el paleozóico no se pudo identificar.	Piso de GACHALÁ (Stutzer). Piso de Soápara.
			Devoniano	Probablemente en región Bucaramanga al Oeste
			Siluriano	Hallado por Boeckh al Oeste Pto. Berbio.
			?Cambriano	Piso de JUSTAME (al E de Bogotá)
		PREPALEO-ZOICO	Parece dudoso que aflore, excepto SE de Colombia	

COLUMNA ESTRATIGRAFICA EN LA CORDILLERA ORIENTAL.

(Fajas interior y oriental de dicha cordillera en

GUNDINAMARCA Y BOYACÁ, en general: Facies
segunda de las costas; excepto en las sup. cuab.)

SUPTERCIARIO RAJES, CORDILLERA				Algunos HORIZONTES TÍPICOS
	Reciente, Cuaternario y Plioceno	Piso de la SABANA (0-300m)	Sección de las lavas - lavas en la Sabana, etc. Conglomerados, Hacia los bordes. Esp. de los glaciares arrriba de 3500	
TERCIARIO SUPERIOR	Mioceno Superior, aproxim.	Piso de TILATÁ (0-50 m y mas)	Conglomerados y escajas, arcillas.	
	Mioceno Medio hasta Mioceno Inferior	Piso de BOGOTÁ (1)	Areniscas y arcillas. ----- Arcillas y aren. arc. ----- Conjunto inferior; areniscas y arcillas	Horiz. de Cacho
	Oligoceno hasta Eoceno	Piso de GUADUAS (500-800 m)	Conjunto Superior, arcillas verdes y grises (de descomp. abigarrada). Carbon al NE Sabana. ----- Conjunto Medio; carbonífero principal. Carbon, arcillas y areniscas ----- Conjunto inferior, de arcillas esquistosas franjeadas. L.c.	
CRETACEO SUPERIOR	Senoniano, Turoniano hasta aprox. Cenomaniano Medio	Piso de GUADALUPE 700-1200m	Conjunto Superior, de arenis- cas y plaeners. Senoniano. (Roudairia). ----- Conjunto inferior, arcillas esquistosas (y areniscas e.p. calosas). Restos de peces.	Areniscas Tienas Plaeners Aren. duras. ----- Nivel de carbon de Cerezo
CRETACEO MEDIO	Cenomaniano Inferior, aprox. Albiano, Aptiano, hasta Barremiano Me- dio, aprox.	Piso de VILLETA 1000-1200m	Conjunto de Chipaque, o sea Conjunto Superior de CAL, con arcilla esq., areniscas y aren. margosa. - Exogyra Mer- meti. ----- Conjunto de Uña de sepias Conjunto Medio de areniscas con antracita y arcillas esquistosas, duras. Albiano ----- Conjunto de Rómeque, o sea Conjunto inferior de Cal, con margas, arcillas esq., areniscas y areniscas ripiosas. Pul- chelliae Apt. - Barrem.	
	Barremiano Inferior, aprox. Mastrichtiano, Valangiano y	Piso de	Conjunto Superior; areniscas, arcillas esq. compactas, con matices rojizos. ----- Conjunto Medio-superior. Are- niscas, arc. esq.; con plantas y amonitas aplastadas. ----- Conjunto Medio-inferior; pi- zarras con..... Mas o menos Valangiano	Horiz. de aren. Caqueza.

Portlandiano, probablemente	GIRON 3000 m, aprox.	Conjunto inferior, de Sáfame; Esquistos duros, pizarras, cuar- citas en lajas paralelas, poca cal. Conglomerado basal	Congl. basal
--------------------------------	----------------------------	--	--------------

Parece bien seguro que los sedimentos de este tiempo
no se hallen desarrollados

?Permiano	Piso de SOAPAGA, ¹⁹³³	Esquistos rojos, mas o menos filíticos; conglomerado rojo. (Soapaga y Quantiva; Boyacá)
Carboniano Superior	Piso X de Gachalá	Calizas, areniscas grises y rojas, arcillas esquistos- de Gachalá. Fósiles marinos y restos de plantas.
Devoniano Siluriano	No se han determinado, pero es posible que existan	
?Cambriano	Serie (o piso) de Quetame	Esquistos cloríticos, silíceos, verdes o manchados, cuarcitas y conglomerados finos. En Pipral: esquistos bermejor- suaves y areniscas rojizas

?Prepaleozóico. - Parece que no afloran rocas de esta edad; algunos consi-
deran el piso de Quetame como prepaleozóico, pero este
tiene bastante semejanza con el cambriano de Tennessee

1) La separación entre el terciario inferior (piso de Guaduas) y el terciario medio (piso de Bogotá) debería hacerse probablemente en la transición del oligoceno ~~mediano~~ inferior al oligoceno medio, porque la gran transgresión mesoterciaria comienza propiamente con el oligoceno medio. Sin embargo, ella no se manifiesta litológicamente y por esta razón hemos tomado como base del terciario medio el horizonte del Cacho del piso de Bogotá que muy probablemente corresponde al mioceno inferior, según correlaciones con Venezuela y el Perú. Este nivel de areniscas, en veces ripiosas, se manifiesta regularmente en Cundinamarca y Boyacá y equivale en el Magdalena, entre Honda y Natagaima, al horizonte de Chicoral del piso de Gualanday (equivalente del piso de Bogotá).

Hay que dejar constancia que el terciario de la hoya del Tunjuelo, al Sur de Bogotá, muestra un desarrollo muy singular que prosigue hacia el páramo de Sumapaz, en parte también hacia la cuenca de Fusagasugá y de ahí hacia Cunday, Dolores y Alpujarra (SE del depto. Tolima).

Marzo 1933. - Hubach

conclusiones

1) Muestras longitudinales de la cordillera occ. destacadas en la transición (Virgacini) de V. de la - Bol. vas. (del Nudo de Francisco al Golfo del Darien)

I - Serranía Oriental (a de Cincelajo)

II - Valandina Oriental (a del Sima)

III - Serranía Central (a de Abibe)

IV - Valandina Occ. (a del León)

V - Serranía Occidental (a Chorrana)
de prolongación de la Serranía de Panamá

Las serranías son anticlinales complejas y las valandinas son sinclinales complejas.

2) Índice de origen del desarrollo de la roca platinífera al este de la cual se hallan los principales aluviones de platino. En las partes altas se dispone de riqueza platinífera en las líneas de pendientes por lo tanto platinífera.

LAS UNIDADES GEOLOGICAS DE COLOMBIA.(LABORES DE DIVULGACION DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL)

Si la corteza de la tierra fuese rígida e inmóvil, o en los dos mil millones de años de su consolidación se hubiese -
vuelto así, ella nos presentaría hoy en día el aspecto de una esfe
ra lisa cubierta del mar, sin continentes y vida terrestre y una -
vida marina primitiva o acaso nula.

La corteza terrestre o litosfera que forma la parte-
exterior del globo terráqueo, vista en espacios de tiempo históri-
cos humanos, solo aparenta ser una masa estática. Mensuras exactas
hechas demuestran que unas partes se hunden, otras en compensación
se levantan a razón de milímetros o partes de milímetros por año.
Si tales movimientos son continuos, en mil años puede formarse una
diferencia de nivel de un metro (a una rata de 1 mm por año), y en
diez mil años de 10 m, lo cual importaría por ejemplo un aumento -
de tierra firme considerable en el caso de una faja costera llana
que se levanta, o una reducción fuerte en el caso de un movimien-
to inmersivo. En los períodos geológicos que se extienden sobre mi
llones de años, el monto de hundimiento y levantamientos puede lle-
gar a ser de miles de metros, según se deduce del espesor de los -
sedimentos que han llenado los espacios en hundimiento. Así como
estos movimientos levantan montañas del fondo del mar, pueden su -
mirlas en su totalidad, o en partes, a profundidades hasta abisales
de los océanos, caso que se ha repetido en los Andes y en las de -
más montañas en forma de ciclos. Estas montañas son las zonas -

- 2 -

plásticas de la tierra, sus fajas móviles. En contraposición a ellas están los zócalos continentales o cratonos que en un tiempo temprano de la tierra se convirtieron en una masa de rocas rígidas y que por lo mismo apenas participan en los movimientos de la corteza; son en la "política" de la tierra los núcleos conservadores, como las montañas son su complemento evolucionista. Entre las montañas y los zócalos se extienden las orlas que desempeñan un papel intermedio entre los movimientos intensos de la montaña y el lento de los cratonos. En el mapa adjunto de Suramérica se muestra la subdivisión del continente en dichas unidades, reflejos de la diferencia de intensidad regional de los movimientos de la corteza terrestre. Este mapa ha sido deducido del Mapa Geológico de Suramérica, de W. Stose, escala 1:5.000.000; Geological Society of America, 1950.

Supuesto que no hubiere las fajas plásticas en la corteza terrestre, el lento actuar de los cratonos habría implicado un gran retraso en el desenvolvimiento de la vida orgánica que en las montañas recibe su estímulo de los aspectos siempre variables que la obligan a adaptarse. La influencia de un cratón temporalmente aislado de su montaña, sobre el grado de progreso de las especies terrestres, lo demuestra el cratón de Australia con su flora, fauna y humanidad primitivas. Al construir la muralla y formar un aislamiento artificial, el progreso de la China se estancó, como también el progreso de la vegetación en los cerros del Vaupés que quedaron aislados por el estuario del Terciario Superior que se extendía desde los Llanos Orientales hacia el Alto Amazonas.

Cuando una faja o una zona de la corteza terrestre se halla en estado de hundimiento, recibe el aporte de sedimentos anorgánicos desde las regiones altas vecinas (lodo, arenas, cascajos, cenizas)

- 3 -

sas volcánicas), a los cuales se agregan en veces grandes masas de lavas submarinas, los productos de precipitación del agua del mar y de lagos (sal gema, potasa, yeso, algunas calizas) y los que resultan de la acumulación de restos orgánicos, como valvas de invertebrados (calizas), esqueletos y despojos de vertebrados (fosfatos), materias grasas (petróleo) y vegetales (carbón). Según el grado de hundimiento y el monto de aporte de sedimentos, un área puede ser por largo tiempo geológico alternativamente marina, lacustre, pantanosa o bajo aluvial. El espesor que llegan a tener dichos sedimentos, en veces muy variados en su sucesión vertical y en el desarrollo horizontal, puede sobrepasar los diez mil metros y como esta masa de sedimentos tiene alternativas periódicas que son causadas por la aceleración o retardo del hundimiento, por la suspensión temporal de la sedimentación, la intervención de movimientos ondulatorios de la corteza, los cambios en la configuración de las zonas proveedoras de sedimentos, etc., resultan divisiones en la masa que llamamos grupos y formaciones geológicas. El largo tiempo que implica la deposición de cada grupo sedimentario y los diferentes ambientes a que ha estado sometido, determina una variedad de fauna y flora y sobre todo un cambio de clases, géneros y especies que son determinantes para establecer la edad relativa de los grupos y formaciones. Se puede decir que cada estrato (capa o banco) es una hoja de la historia de la tierra y que las formaciones y grupos son capítulos de ella.

Bajo el peso de las capas superpuestas, bajo la temperatura alta de la profundidad a que llegaron, por la intrusión de rocas ígneas y por los plegamientos y falladuras que sufren, los sedimentos se consolidan y se vuelven roca, es decir sufren un proceso de petrificación o fosilización que afecta también los restos -

- 4 -

orgánicos. En casos extremos, los sedimentos pueden sufrir una alternación tan fuerte que se vuelven cristalinos y se convierten en rocas metamórficas.- Por su parte, el basamento en que se depositaron los sedimentos, en un principio duro, se vuelve plástico a la medida que se hunde (aumento de temperatura) y así susceptible de arrugarse. Este caso se está contemplando en la cuenca de Arauca, donde un sector rígido de la plataforma de la llanura comenzó a hundirse profundamente y a volverse plástica en el Terciario Superior.

Quando un terreno saturado de sedimentos comienza a levantarse intermitente o definitivamente, queda sometido a la erosión que rebaja su nivel y a la larga puede convertir una montaña en una planicie troncal.

Lo interesante en el desenvolvimiento de una montaña consiste en que su estado actual es la culminación de un ciclo de desenvolvimiento a que ha estado sometida, extendido sobre tiempos geológicos largos y caracterizado por fases semejantes a las de la vida orgánica, desde el estado embrionario a través del juvenil, del de la madurez hasta el senil y el fenecimiento. Estos ciclos o generaciones se han repetido y en Colombia hay indicios muy sugestivos de que actúan en general sobre el mismo terreno, pero solo estamos en condiciones de apreciar el último ciclo que se desarrolla desde el Mesozóico o edad media de la vida de la tierra hasta el Cenozóico o edad nueva de la vida de la tierra, inclusive, o sea sobre un espacio de tiempo de 200 millones de años. Las etapas de este ciclo se pueden determinar mejor en el terreno de evolución acompañada del Oriente Andino de Colombia que en el impulsivo del Occidente. Al iniciarse el hundimiento y la sedimentación sobre el terreno de la probable montaña fenecida al final del Paleozóico (edad antigua de la vida de la tierra), el Oriente Andino era una zona terrestre de bajos relieves (troncal). El hundimiento expresado por deposición de sedimentos y actividad volcánica que comprenden el tiempo y el grupo de Girón, no se extendió sobre todo el Oriente Andino, sino solo sobre los valles del Cesar y del Magdalena y sobre los flancos

- 5 -

cos oriental y occidental de la Cordillera Oriental en Boyacá y en los Santanderes y sobre las partes venezolanas de la Serranía de Perijá y la Sierra de Mérida, dejando un lomo interior que se percibe bien desde el Páramo de Mortiño entre Bucaramanga y Pamplona hacia el Catatumbo (Notestein et al.: *Geology of the Barco Concessión*, Bulletin Geol. Soc. of América, Vol. 55, pgs. 1165-1216) y de ahí por el lado occidental de la cuenca de Maracaibo hacia Maracaibo. Desde Cundinamarca hacia el Sur y al parecer en el valle del Magdalena desde Neiva al Sur había evidentemente tierra firme. Mientras en el valle del Cesar y Magdalena penetraba el mar (Triásico de Payandé-Chaparral, Liásico de Morrocoyal al SW del Banco) y la sedimentación alternaba con una intensa actividad ígnea, intrusiva y extrusiva, hacia la actual Cordillera Oriental se depositaban sedimentos de 3000 m de espesor en áreas lacustres y fluviales, en parte desérticas. La configuración por lo visto era enteramente distinta a la actual. Al final del Jurásico (lapso medio del Mesozóico), un movimiento pasajero de contracción (orogenismo) vuelve a cambiar la faz del Oriente Andino, de tal manera que en la tercera y última fase del Mesozóico, o sea en el Cretáceo, el hundimiento se desplaza y se concreta inicialmente (Valanginiense y Hauteriviense) al área de la actual Cordillera Oriental, menos al Macizo de Garzón, y facilita la invasión marina que recibe el aporte de plantas desde la Llanura Oriental. El fuerte del hundimiento, reflejado por 3000 a 5000 m de sedimentos (grupo de Cáqueza) se concentra en cuencas del flanco oriental de la Cordillera Oriental (Cáqueza-Valle de Tenza, Salina de Chita, Barquisimeto). Más tarde, en la subdivisión del Barremiano del Cretáceo, el mar de la Cordillera Oriental, fecundísimo en vida, se extiende hacia el valle del Magdalena-Cesar y al flanco oriental de la Cordillera Central, pero no a la Llanura Oriental y al macizo de Garzón. Perdura así el mar y la sedimentación con leves oscilaciones regionales, hasta poco antes de finali

- 6 -

zar el Cretáceo (Campaniano) y tiene su máximo de sedimentación (5000 m y más) desde el Barremiano hasta el Cenomaniano) (grupo de Villeta) en la zona de Vélez-Muzo-Villeta, es decir en un sector del flanco occidental de la Cordillera Oriental y un mínimo sobre la faja de Guantiva-Macizo de Santander - Catatumbo - Maracaibo. Desde el Turoniano hasta el Campaniano (grupo de Guadalupe) no parecen existir tan fuertes diferencias de hundimiento y de espesor de sedimentos como en el tiempo de Villeta y es posible que el área de sedimentación se haya expandido a la cuenca de Arauca de la Llanura Oriental. En este tiempo de Guadalupe, o sea el tiempo que corresponde a la deposición de los sedimentos del grupo, se manifiesta un volcanismo intermediario notable en el alto Magdalena, de Neiva hacia Mocoa (continuación geológica del valle del Magdalena) que es apenas un leve reflejo del intenso volcanismo básico y de la sedimentación silícea del Cretáceo que se producía al W de la Cordillera Central, en el Occidente Andino. En la transición del tiempo campaniano al Maestrichtiano (con el cual finaliza el Cretáceo), sobreviene una ligera suspensión de la sedimentación con leve contracción (orogénismo) y erosión regional de los sedimentos recién creados y al continuar el hundimiento en el Maestrichtiano se depositan alternativamente sedimentos marinos (estos sobretodo en el valle del Magdalena y Cesar), lacustres y de ciénagas (origen del carbón de la Cordillera Oriental) que traspasan sin interrupción al Terciario más antiguo (Paleoceno) y que constituyen hoy día el grupo de Guaduas. Significando los preludios de la erección de la Cordillera Oriental, el hundimiento y la sedimentación se concentran dentro de ella a las cuencas de Bogotá y de Maracaibo, enlazadas entre sí por una serie de cuencas menores entre Tunja y Cúcuta y extendidas desde Bogotá, vía de Fusagasugá y Cunday hacia el Alto Magdalena. Al lado de la vieja masa terrestre del macizo de Garzón, probablemente también el macizo de Santander y sus vectores emergen del área de sedimentación. En el valle del Cesar-Magdalena, la sedimentación del tiempo de Guaduas es notablemente marina y este ambiente se acentúa en el Valle del Cesar. El adelgazamiento de los sedimentos del Guaduas en el

- 7 -

bordé llanero de la Cordillera Oriental indica que el área de sedimentación no se extendía notablemente hacia la Llanura Oriental. En el Terciario Inferior (Eoceno hasta al parecer Oligoceno Inferior), correspondientes a la deposición de las formaciones lacustres y fluviales de Bogotá en la Cordillera Oriental y de Gualanday-Chorro en el Valle del Magdalena, la modelación del Oriente Andino se acentúa y se manifiesta en el valle del Magdalena por conglomerados y areniscas de grano grueso que significan el surgimiento fuerte de la Cordillera Central y posiblemente también el del flanco occidental de la Cordillera Oriental. En el interior de la Cordillera Oriental, los sedimentos no son de grano tan grueso, pero típicamente arenosos, lo cual se interpreta en el sentido de que los relieves de que provinieron los sedimentos fueron suaves. Como ya se manifiesta en el tiempo de Guaduas, el mar se retira hacia el Caribe y se conserva en forma oscilante en el Valle del Cesar y en la cuenca de Maracaibo. La diferencia relativa de niveles entre la Cordillera Oriental por una parte y el valle del Magdalena-Cesar y la Llanura Oriental por otra se acrecienta en el resto del Oligoceno y en el Mioceno, cuando por primera vez se nota un hundimiento acentuado con sedimentación estuarina de 4000 a 5000 m de espesor en la Llanura Oriental desde La Macarena y Villavicencio hacia Arauca y los Llanos Venezolanos, o sea en la actual cuenca de Arauca, movimiento que se extendió leve pero vastamente a toda la Llanura Oriental y que encubrió de sedimentos de poco espesor esta parte de la Orla Andina y el Alto y Medio Amazonas. Los sedimentos de este tiempo (formaciones de San Fernando, Caja, Farallones) van volviéndose conglomeráceos hacia el final del período a lo largo del pié andino como expresión del solevantamiento de la Cordillera Oriental. En el interior de la Cordillera Oriental, el hundimiento de las cuencas anteriores prosiguió en forma amenguada en el Oligoceno (formación de Usme), pero no parece haber proseguido en el Mioceno, excepto en la cuenca de Maracaibo que recibió un aporte de sedimentos comparable al de la cuenca de Arauca. También en el

- 8 -

valle del Magdalena, la sedimentación fué copiosa, especialmente en la cuenca del Carare, y se volvió conglomerácea en el Mioceno, con gran afluencia acuática y eólica de material volcánico intermediario (andesítico) desde la Cordillera Central. Ya finalizando el Terciario, - en el Plioceno, no hay sedimentación notable en el Oriente Andino y esto se debe al solevantamiento de esa comarca que coincidió en un período relativamente corto, con una fase de plegamiento y fallamiento intensos que dió origen a la actual configuración del Oriente Andino y en general de la Montaña de Los Andes. Ha sido ésta una transformación súbita, comparable a una mutación en el imperio orgánico, - que se caracteriza al final por un período de glaciación en que los glaciares de las montañas de Colombia descendían hasta 3000 m de al titud. Esta fase grandiosa que inició la erosión fuerte y general, co rresponde al paroxismo andino al cual debemos los aspectos actuales - o geográficos del país.

Producción de Rocas Eruptivas

Los movimientos de la corteza terrestre que crearon la - actual conformación andina implican entre otros efectos la formación de grietas profundas que se convierten en fallas por desplazamiento de los bloques y que pueden llegar hasta la zona ígnea que yace bajo - la corteza. Entonces aliviada de presión la masa ígnea, o magma que - en los albores de la tierra formó su primera capa sólida y dió lugar a la derivación de los primeros sedimentos, tiene ocasión de penetrar a la corteza y quedarse ahí en forma de roca intrusiva o ascender - hasta la superficie en forma de roca extrusiva con expresión de volcanismo. Estas rocas macizas sin la estratificación de los sedimen - tos llamadas rocas eruptivas se diferencian en rocas ácidas y livianas del tipo de granitos y pórfidos, en rocas intermediarias del tipo

- 9 -

de dioritas y andesitas (porfiritas), en rocas básicas del tipo de gabbros y basaltos y en rocas ultrabásicas, ricas en hierro y las más pesadas.

El volcanismo ha tenido su más fuerte expresión en el Occidente Andino, durante el Cretáceo, e intermitentemente durante el Terciario. La actividad intrusiva fué intensa también, pero dispersa y se manifiesta con el mayor rigor en la Cordillera Central. En el Oriente Andino tanto la actividad volcánica como la intrusiva fué mínima, excepto en el Jura-Triásico del Valle del Cesar-Magdalena y en el Cretáceo del Alto Magdalena. En la Llanura Oriental y en la Saliente del Vaupés, la actividad ígnea fué nula.

Mientras estas rocas eruptivas producen la mayoría de los yacimientos de minerales metálicos, las rocas sedimentarias contienen los yacimientos sedimentarios, como el carbón, el petróleo, la caliza, el yeso y en veces también yacimientos de hierro, como el de Paz de Río.

Tectonismo

Los movimientos de la corteza son verticales, horizontales y tangenciales que producen plegamientos (ondas y ondulaciones del tipo del mar), fallas, sobrecurrimientos, cobijaduras, etc. Su actuación conjunta o aislada determina el tectonismo de la tierra y éste, en combinación con la erosión define los relieves que contemplamos. Desde que las fajas caracterizadas actualmente por montañas son zonas móviles, es comprensible que ofrezcan una gran variedad de relieves, de rocas, de minerales, de condiciones climatéricas, hidrográficas, de suelos, de ambientes de vida, en contraste con la sencillez y amplitud de los aspectos de las orlas y cratonos. Lo mismo implica una diferencia sustancial de actividades humanas, como lo demuestran por ejemplo los contrastes entre los transportes y la posibilidad de mecanización entre la Montaña y la Orla o Los Cratonos. Se vé que el

- 10 -

grado de intensidad de movimientos de la corteza también es responsable del género de vida de la humanidad y para caracterizarlo en un caso especial dentro de la Montaña, se llama la atención hacia el carácter impulsador que manifiesta el habitante del Occidente de Colombia conforme al desenvolvimiento geológico intenso que tuvo esa parte del país, y el carácter metódico y pausado del habitante del Oriente (andino) del país donde ha habido una evolución regular, menos agitada y discontinuada, que determinó el establecimiento ahí de la capital de la República.

La intensidad del tectonismo que depende de la plasticidad de las rocas y ésta de la temperatura (profundidad a que yacen) por lo visto define las unidades geológicas del país con sus consecuentes recursos y ambientes que deciden sobre las actividades humanas. Para Colombia es singular que tanto las unidades geológicas mayores, como las medianas y menores, coinciden en lo general con las unidades geográficas, principalmente con los relieves. Además el desenvolvimiento de cada unidad geológica tiene lugar más o menos en el mismo sitio que ocupa hoy día. Esto facilita grandemente la interpretación económica de Colombia.

Ha sido don Tulio Ospina, hijo de la Montaña, quien dió a conocer la importancia de las unidades geológicas, al caracterizar la Cordillera Central como "espinas dorsales" de Los Andes que separa dos áreas andinas de acción simultánea, pero de intensidad de acción y producción distintas, a saber el Oriente Andino y Occidente Andino de Colombia. Reconoció así el orden de la distribución de los bienes de la naturaleza en Colombia y la idiosincracia de la geología colombiana, Francisco José de Caldas, con anterioridad, había explicado la influencia del ambiente (clima) en los seres organizados;

- 11 -

la diferencia de hábito de vida en las unidades geológico-geográficas demuestra la trascendencia de esta observación.

Con base en esta breve y muy rudimentaria introducción a las causas y consecuencias que redundaron tras quinientos millones de años de historia documentada de la tierra en los aspectos presentes de toda la naturaleza, se procede a hacer la descripción de las unidades geológicas de Colombia. No se puede obviar el uso de expresiones ajenas al conocimiento del lector, pero que pueden ser acicate para conocerlos en los textos de geología. También se advierte que todavía es poco lo que sabemos de esta maravillosa historia del devenir y que nunca alcanzaremos a comprender en sus enlazamientos, probablemente en beneficio de nosotros mismos porque mientras haya misterios por delante, viviremos.

LAS UNIDADES GEOLOGICAS MAYORES DE COLOMBIA

(Véase croquis de las unidades geológicas de Colombia)

Según se explicó inicialmente, Colombia comprende sectores de las tres unidades continentales de Suramérica que son la Montaña, la Orla y el Cratono; así el país ofrece un campo completo de unidades geológicas y de recursos y ambientes de cada una. Pero lo más importante es que su sector andino sea el recorte más perfecto e instructivo de la constitución y de la evolución de una montaña, un caso clave para comprender los problemas de la actuación geológica, al menos dentro del ciclo del Mesozóico (edad media de la tierra) y del Ce

- 12 -

nozóico (edad moderna de la tierra).

Los sectores colombianos de las unidades en cuestión son:

- 1) La Saliente del Vaupés, extensión occidental del rígido zócalo de la Guayana hacia el borde de los móviles Andes.
- 2) La Llanura Oriental, parte de la Orla semirígida que se para el zócalo de la montaña.
- 3) El sector colombiano de la Montaña de Los Andes, zona - móvil de la Montaña cuya apasionante historia estamos - comenzando a leer y comprender.

Los sectores mencionados son la parte terrestre del dominio del país. A ellos hay que agregar las partes sumergidas de la corteza que geológicamente son parte de Colombia. La digitación andina hacia el Caribe forma en la parte occidental del Mar Caribe la cuenca internacionalmente llamada cuenca de Colombia (véanse cartas marinas modernas) que, en relación con la posesión de San Andrés y - Providencia, es en gran parte colombiana. Desde el litoral del Pacífico se extiende al Oeste la cuenca submarina del Chocó (internacionalmente no calificada), a la cual sigue más al Oeste y separada por el lomo submarino de Malpelo, la cuenca submarina llamada de Panamá. Ambas cuencas representan el sector colombiano de la probable Orla occidental de Los Andes y a esta Orla sigue más al Oeste lo que se ~~disena~~ como el vasto cratono sumergido del Pacífico. Aun cuando estas unidades submarinas de la corteza terrestre no revisten todavía importancia económica, el progreso de la técnica de exploración y explotación submarina y el consiguiente interés de los países de extender su soberanía a tales baldíos, incitan a prestarles atención -

= 13 -

entre otras razones por las expectativas petrolíferas que ofrecen.

Saliente del Vaupés

El zócalo Guayanense (véase Mencher, Fichter et al.; *Geology of Venezuela and its Oil Fields. Bulletin American Ass. of Petrol. Geologists. Vol. 37, No. 4, 1950*) del cual es parte la Saliente del Vaupés consta de una planicie troncal de rocas néisicas, al menos en parte de origen sedimentario (afloramientos de La Macarena), intruídas por rocas ácidas. Este basamento Guayanense de edad precámbrica y más probablemente azóica se ha vuelto ya rígido y estático en el alba de la vida en la tierra y por lo tanto de muy lento actuar. En el bajo Orinoco se le cifre la formación de mineral de hierro y de cuarcitas ferruginosas de Imataca, precambriana al parecer, intruída por gabbros y basaltos más modernos. En el interior, el zócalo está cubierto por el grupo volcánico de Pastora y por 2400 m de sedimentos de areniscas, conglomerados, arcillas y tobas volcánicas (convertidas en jaspe) de la formación de Roroima, única inmersión de consideración con respecto de cuenca que sufrió el zócalo. Estos depósitos posteriormente no variaron notablemente la posición horizontal original. Para las formaciones post-arcáicas del zócalo es típico que no se hayan encontrado restos orgánicos. Por comparación con las rocas del borde andino se cree en Venezuela que la formación de Roroima pueda corresponder al Mesozóico Inferior y Medio (Triásico y Jurásico) y las rocas básicas, que las intruyen, al Cretáceo. Con posterioridad a estos eventos distanciados entre sí no ha habido otros de importancia fuera del sollevamiento. La Saliente del Vaupés presenta una geología semejante, abstracción hecha de la actividad eruptiva y volcánica -

- 14 -

del zócalo y de la inmersión de la Saliente en el Terciario Superior (Oligo-Mioceno hasta ?Plioceno) que la cubrió de un manto probablemente delgado de sedimentos lacustres, salobres y paludales arcillosos y arenosos, con carbón lignítico y lignito. Sobre el basamento néisico-sienítico de La Guayana parece colocarse directamente la formación esteril de la Arenisca del Vaupés, litológicamente semejante a la de Roroima (con jaspe), pero relacionable hacia la Macarena con el Devoniano fosilífero. La estratificación cruzada de la formación del Vaupés en el Apaporis permitió a Th. van der Hammen determinar que la fuente de abasto de sedimentos provenía de una región alta del Sureste, situada en el curso medio del Amazonas o más al Sur, definición que podría ser de interés respecto del origen de los sedimentos y quizá de los diamantes de la formación de Roroima. Ningún indicio sobre la existencia de sedimentos paleozóicos, distintos a los eventualmente paleozóicos de la Arenisca del Vaupés, se ha encontrado hasta la fecha. Cerca del borde andino, en la Macarena, ya fuera del propio recinto de la Saliente, estos sí se presentan. Es significativo a este respecto que aún en la región de Leticia y de Pebas, en el Amazonas, los esquistos cristalinos se hallen casi superficiales, cubiertos de Oligo-Mioceno.

Los relieves que resultaron del desenvolvimiento lento de la Saliente del Vaupés son una planicie moderna formada por el manto sedimentario del Terciario Superior que oculta la mayor parte del subsuelo profundo, pero que localmente muestra la superposición sobre el basamento Guayanense (parte oriental de la Saliente) y sobre la Arenisca del Vaupés. Sobre esta planicie, a manera de una digitación rudimentaria y fracturada que parte y se amplía al SE desde la zona andina en la Sierra de La Macarena y más al Sur (véase mapa de la Geographical Society of New York, 1942, escala 1:1.000.000), se levantan cerros, mesas y tendidos con escarpas, con altitudes hasta de 300 m so

- 15 -

bre la planicie, formados de la Arenisca del Vaupés, que se van desvaneciendo hacia la frontera con Venezuela y Brasil y sustituyéndose por montículos y conos de rocas intrusivas ácidas del basamento. El carácter tectónico revela fallas escalonadas que levantan el terreno hacia el Este y que son responsables de los raudales y saltos de los afluentes del Orinoco y del Amazonas; además se hallan ondulaciones y flexuras. En conjunto, la Saliente da la impresión de una zona levemente arqueada que desciende desde el zócalo Guayanense en dirección hacia los Andes y, por los flancos, hacia los Llanos Orientales y muy levemente hacia los Llanos Amazónicos. Por sus relieves relativamente bajos, la Saliente contrasta con el zócalo Guayanense que los tiene de gran altitud y extensión, y se destaca de la Llanura Oriental que es una planicie. Contrasta con los Andes por la falta de subdivisión longitudinal definida, efecto de su rigidez. Así la Saliente del Vaupés viene a ser una unidad geológica y fisiográfica bien definida y solo transicionalmente delimitada hacia los Llanos Amazónicos.

Distanciada de los centros de actividad del país, cubierta de selva, con ríos de navegación descontínua que fluyen al Orinoco y al Amazonas, la vasta Saliente es prácticamente virgen, inaprovechada y geográfica y geológicamente poco conocida. Sin embargo puede desempeñar un papel importante en el futuro de Colombia porque es parte de un zócalo y porque los zócalos continentales (parte oriental de Estados Unidos y Canadá, Rusia, Brasil, Australia) se han convertido o se están convirtiendo en potencias dominantes. Al atender el desenvolvimiento de esta Saliente, es necesario encontrar incentivos del subsuelo y de la producción del suelo que atraigan inversionistas e inmigrantes. Hasta ahora, el basamento Guayanense no ha demostrado contener riquezas de importancia y de transporte lucrativo. Diseminaciones de magnetita en las sienitas de la sierra de Puerto Arturo, al Oeste de San José del Guaviare, podrían dar esperanza de encontrar ya

- 16 -

cimientos compactos del mismo mineral, como también lo señalan las colitas de hierro y el mineral de manganeso hallado en bolsas del Oligo-Mioceno del Apaporis (van der Hammen). Mas atrae por lo pronto la posibilidad de encontrar en el basamento yacimientos uraníferos cuya importancia y valor harían factible una explotación inmediata e insinúan exploraciones al respecto. La posibilidad de encontrar focos diamantíferos es muy remota, más que por falta de indicios al respecto como porque el basamento se halla vastamente encubierto por los sedimentos del Terciario Superior y por la Arenisca del Vaupés. Esta Arenisca no contiene yacimientos, pero sí es de gran importancia como fuente de abasto para material de carreteras que se construyan. El Terciario Superior que prácticamente no tiene aliciente petrolífero, ofrece carbón lignítico en la parte occidental de la Saliente, pero éste no es de interés inmediato. - Ante esta incertidumbre, respectivamente inaplicabilidad de los recursos del subsuelo y la falta de exploraciones sistemáticas, hay que prestar atención preferente a los modos de aprovechamiento de los recursos forestales y agrícolas del suelo que es de buena calidad en la extensión del Terciario Superior, deficiente en las zonas de afloramiento del basamento y malo en la Arenisca del Vaupés. Los recursos forestales se explotaron y se explotan por concepto de caucho, al parecer el único renglón de producción del Vaupés; las posibilidades de aprovechar palmas oleaginosas no se conocen. Se insinúa en consecuencia la exploración forestal de este territorio en cuanto a productos que resistan transporte aéreo a Bogotá, como el caucho. La penetración agrícola dispone de dos vías importantes del interior, indispensables para el desenvolvimiento del Vaupés, una que va de Bogotá por Villavicencio, San Martín a San José del Guaviare y de ahí al río Vaupés y de la cual se halla en servicio el trayecto Bogotá-San Martín, en abandono el de San Martín a San José del Guaviare y por construir en buenas condiciones el de San José al río Vaupés. La otra vía, de más difícil realización y que es

- 17 -

tá por construir en su totalidad es la de Neiva-San Vicente de Caguán-Sabanas de Yarí-rio Vaupés que daría expansión al Departamento del Huila. Campos aéreos de acuaticaje son abundantes en los ríos mayores, como el Guaviare, el Inírida, el Vaupés, el Apaporis y el Caquetá y serían muy útiles para el transporte de productos valiosos. Campos terrestres existen en Mitú y en San José del Guaviare y se pueden instalar fácilmente en las Sabanas de Yarí, al S de La Macarena.

Vale mencionar la flora antigua, preciada en los círculos botánicos colombianos e ingleses, que se encuentra en las mesas y cerros del Vaupés y de La Macarena que crece en el suelo pobre, falto de agua (excepto el de lluvias), fuertemente recalentado durante el día y frío en la noche de la Arenisca del Vaupés. Aparte de que se ha especializado a la vida en este ambiente singular en que la vegetación progresista de los bajos no puede subsistir, ella ha persistido aisladamente desde el Oligoceno hasta posiblemente el Plioceno en islotes que son las eminencias actuales, colocados en un mar de agua dulce y en veces salobre. Este aislamiento y la falta de movimientos orogénicos (de creación de montañas) que varían el ambiente explican cómo una flora antigua puede conservarse allende su término normal.

La Llanura Oriental

Como tal se comprende el extenso territorio ubicado entre el cratono Guayanense y el pié oriental de los Andes estrechado en La Macarena, que es, con diminutas excepciones un llano perfecto, con aterrazamientos hacia la cordillera, un caso topográfico (fisiográfico) como la Pampa Argentina. Al Sur de la Saliente del Vaupés, la Llanura no tiene límite fisiográfico con la extensa llanura del Amazonas, pero geológicamente los afloramientos del basamento Guayanense entre Leticia y Pebas acusan que el propio límite debe hallarse más al Oeste. Es muy posible-

- 18 -

aún que por el Putumayo y el Caquetá dicho límite se acerca a los Andes ya que la topografía da la impresión de que la plataforma de rocas guayanenses y rocas asociadas pueda extenderse hasta ahí, y porque dichas rocas todavía forman la parte oriental del macizo de Garzón en la parte Sur de la Cordillera Oriental. En el Norte, en cambio, el límite fisiográfico y geológico entre la Llanura y la Saliente es más o menos fijo a lo largo del río Guaviare que además forma la división entre la selva del Vaupés y las sabanas de los Llanos Orientales. Siguiendo los sedimentos terciarios desde la Saliente hacia la Cordillera se tiene la noción de cómo aumentan extraordinariamente de grueso en la "Pata de la Cordillera". El límite con los Andes es brusco y relativamente uniforme, con rumbo NE desde Florencia hasta Tames.

En vista de estas diferencias sustanciales entre la parte Norte y Sur de la Llanura Oriental, hay que dividirla en la parte septentrional sabanera o Llanos Orientales y la parte meridional selvática o Llanos Amazónicos. La división entre una y otra es la Sierra de La Macarena, una extensión ya semiorogénica de la Saliente del Vaupés, la única que revela secretos sobre la constitución geológica de la Llanura Oriental en la vecindad de la Montaña.

A grandes rasgos La Llanura Oriental se diferencia de la Saliente del Vaupés porque es una planicie con montículos muy raros formada de sedimentos modernos (?Plioceno). Los sedimentos oligo-miocenos en gruesos considerablemente hacia el pie andino donde se hallan fuertemente plegados y sobrescurridos. En contraposición a los Llanos Orientales sabaneros en los Llanos Amazónicos selváticos el manto oligo-mioceno es más delgado y está tectónicamente menos afectado.

La Sierra de La Macarena, división entre los Llanos Orientales y los Llanos Amazónicos, tiene forma oblonga SSE hacia NNW y una longitud

- 19 -

de 120 km y un ancho de 30 a 40 km; la elevación sobre la planicie de que surge es hasta de unos 1000 m. Tectónicamente se halla limitada - al Oeste por una falla alta, expresada topográficamente por un paredón alto y relativamente parejo; al Este se presenta un sistema de fallas con entrantes y salientes, menos fuerte que la falla occidental. Tanto el extremo Norte como el extremo Sur son buzadas (plunges) normales - que también se hallan topográficamente bien expresadas.- El núcleo de la Sierra (véase Trumphy: *Pre Cretaceous of Colombia. Bulletin Geological Soc. of Am., Vol. 54, pgs. 1282-1290*) consta de neises, sienitas, granosienitas y pórfidos cuarzosos del basamento recubierto primeramente por sedimentos arcillosos y arenosos, muy consolidados y fosilíferos que corresponden al Paleozóico Inferior (Cambriano Superior y Ordoviciano). Estos sedimentos tienen unos 300 m de espesor en La Macarena, mientras que hacia Uribe, en el pie de la Cordillera Oriental, presentan 2000 m de espesor, aumento que coincide con el aumento de espesor del Devoniano en el mismo sentido desde la Llanura hacia el borde andino, respectivamente con la extinción del Carbonífero, probablemente del Jura-Triásico, del Cretáceo y del Terciario Inferior desde el borde andino hacia la Llanura. Esto indica en general una falla o flexura muy antigua que separa la Llanura inerte de los Andes activos, la misma que forma hoy el frente erguido de la Montaña ante la inmensa planicie de los Llanos. Encima del Cambro-Ordoviciano, llamado el grupo de Güéjar, se colocan areniscas (con arcillas rojas) del tipo de la Arenisca del Vaupés que probablemente corresponden al Devoniano. Finalmente sigue, tras otro larguísimo intervalo, una formación relativamente joven que se ha colocado provisionalmente en el límite del Cretáceo al Terciario que traspasa a los sedimentos oligo-miocenos de las puntas Norte y Sur de la Macarena. Como todas estas formaciones han sido plegadas más o menos conformemente, se puede suponer que la Macarena no fué afectada fuertemente por movimientos de la corteza terrestre sino en la gran transformación del área andina de terreno bajo en montaña, el paroxismo que experimentaron los Andes al fin del Tercia -

- 20 -

rio, en un tiempo geológico poco remoto. En contraposición a las zonas aledañas y distante al Norte, el Oligo-Mioceno de La Macarena es de poco espesor, signo que puede interpretarse como preformación lenta de la Sierra durante la sedimentación oligo-miocena.- Merece llamarse la atención hacia el hecho de que al Este de La Macarena (Sierra de Puerto Arturo, Apaporis, Araracuara) no se encuentra el Cambro-Ordoviciano; la Arenisca del Vaupés reposa ahí sobre el basamento.

Los Llanos Orientales están limitados al Oeste, a lo largo de una línea NE muy sostenida y llamativa desde San Martín hasta Tame, - por el frente brusco y alto de la Cordillera Oriental. Al pie de ésta se coloca una faja angosta e irregular de cerros de piedemonte que - llega hasta Tame-Macaguane y no se prolonga de ahí hacia la confluencia del Cubugón con el Arauca donde el contacto NNW entre llanos y - cordillera aparece súbitamente cortado. Una entrante importante de este borde se halla en el río Lengupá, afluente del Upía, y una saliente está al E de San Martín en el río Guape Norte.- Hacia el Oriente, los Llanos limitan con los cerros bajos de la banda izquierda del Orinoco que son basamento del cratono de La Guayana. En el Sur, el límite está largamente definido por el río Guaviare que separa las sabanas de la selva del Vaupés; en la angostura de Mapiripán, las mesas del mismo nombre traspasan en algo el río Guaviare y motivaron el trazo del límite al Norte del río. Entre San José del Guaviare según un concepto preliminar, el límite podría corresponder a un engranaje con la saliente del Vaupés causado por la digitación rudimentaria que se insinúa - mediante los ramales de La Macarena-Chiribiquete y Puerto Arturo-Yambi y que tiene tendencia de curvar y hundirse hacia los Llanos.- Los Llanos Orientales prosiguen entre el pie andino y el Orinoco hacia Venezuela y presentan ahí la elevación de El Baúl.

- 21 -

Los relieves más importantes de los Llanos son los cerros y fillos del piedemonte contra la Cordillera Oriental. En la parte suroccidental se halla una gran extensión de cerros bajos (hasta de 20 m de altitud) que forman la Serranía, ubicada entre el Metica y el Manacacias, y además los montículos de Apiay. En lo demás los Llanos son planos hasta muy levemente ondulados, con aterrazamientos en el curso medio de los ríos mayores. En tanta extensión llana, no solamente los lomajes del Metica-Manacacias merecen el nombre de Serranía sino que también goza de fama como relieve una duna situada al NE de Trinidad.

Dado que la planicie de los Llanos, formada por sedimentos cuaternarios hasta quizá pliocenos (Serranía, Talanqueras), no ofrece afloramientos en el vasto interior, hay que determinar su geología por indicios en los bordes. El piedemonte está constituido de sedimentos del estuario-oligo-mioceno que se extendía sobre la Llanura Oriental, desde el delta del Orinoco hasta el alto y medio Amazonas. El grueso de los estratos en el piedemonte es de unos 3000 hasta 5000 m y parece alcanzar su máximo en el curso alto del río Arauca, sobre la frontera con Venezuela. En cambio disminuye fuertemente en la Macarena, en el Vaupés y se extingue hacia el Orinoco. Esto dá margen para juzgar que en la zona de máxima sedimentación se halle una cuenca neoterciaria profunda que corresponde como compensación al solevantamiento inicial de la Cordillera Oriental. Esta cuenca llamada de Arauca que limita con la Cordillera Oriental, con la Macarena en el SW y con la sierra del Baúl en el NE, no podrá delimitarse sino geofísicamente hacia el Oriente y por lo tanto este límite expuesto en el mapa adjunto debe considerarse preliminar.- A juzgar por los afloramientos de la Macarena y por el adelgazamiento y en gran parte extinción de las formaciones terciarias, mesozóicas y paleozóicas en el límite llanero-andino se puede suponer que entre el Oligo-Mioceno de la cuenca de Arauca y el basamento no haya una cuantía importante de sedimentos, como ha sido probado por perforaciones en la parte venezolana de los Llanos.- En cuanto a la tectónica, el Oligo-Mioceno del borde de la cordillera se halla fuertemente plegado hasta probablemente sobrescurrido mientras que hacia-

- 22 -

el Vaupés los estratos reposan vastamente horizontales, pero en parte también plegados y fallados, como lo dá a entender el terreno entre San José del Guaviare y la Sierra de Puerto Arturo. Esto indica que la intensidad tectónica disminuye en término medio y proporcionalmente al adelgazamiento del Oligo-Mioceno desde el pie andino hacia el Orinoco y el Guaviare. En lo que atañe a la estructuración del interior de la cuenca de Arauca, la posible extensión de los ramales de La Macarena-Chiribiquete y Puerto Arturo-Yambí indicaría horstes (bloques sollevados de la corteza) y otras clases de estructuras sepultadas en el subsuelo.

El subsuelo de los Llanos Orientales brinda grandes cantidades de carbón de dos procedencias. El más antiguo, restringido a afloramientos intermitentes del pie de la Cordillera Oriental desde Acacias hasta Tame, se refiere a la transición del Cretáceo al Terciario y corresponde al grupo de Guaduas, litológica y palinológicamente. La calidad es análoga a la del carbón de las cuencas de Bogotá y de Tunja, es decir muy buenas; el espesor de los mantos oscila alrededor de un metro. Por la reducción de espesor que sufre el Guaduas desde el interior de la Cordillera Oriental hacia el pie oriental de ésta, se puede suponer que el grupo se extinga pronto en el subsuelo de la cuenca de Arauca y así también esta clase de carbón. - El Oligo-Mioceno contiene carbón lignítico y lignito - tanto a lo largo del piedemonte como en el Vaupés occidental, lo cual augura una extensión considerable en el subsuelo de la cuenca de Arauca. A parte de ser el carbón inferior como combustible, los mantos son muy variables en cantidad y calidad, razón por la cual su explotación en las zonas de afloramiento será más bien local.

Las expectativas petrolíferas de la cuenca de Arauca se refieren a un campo muy extenso, pero no se pueden concretar en definitiva - mientras no se conozcan los resultados de perforaciones que se hagan con base en exploraciones geofísicas en la parte occidental de la cuenca de

- 23 -

Arauca. Los sondeos que se hicieron en San Martín y en Orocué se refieren al terreno del borde de la cuenca contra las rocas antiguas y las experiencias hechas en Venezuela demuestran que en esos bordes el petróleo es demasiado espeso para poder surgir en cantidad comercial. En cuanto al Oligo-Mioceno, altamente productivo en los Llanos de Venezuela, desde Barinas al Este, los sedimentos del estuario son a bundantemente marinos y petrolíferos en Venezuela, pero se vuelven la custres y paludales al Sur del río Arauca, con dos (o más) niveles sa lobres que son el del Humadea y el del Charté (H. Gerth, Geologie von Suedamerika. T.I., Parte 3, pg. 446. Borntraeger, Berlín). Esta circunstancia y la falta de indicios petrolíferos no pronostican buenas esperanzas de petróleo terciario en la parte colombiana de la cuenca de Arauca. En cambio puede ser una fuente de generación y de formación de yacimientos petrolíferos el Cretáceo Superior que tiene tendencia de transgredir desde la Cordillera Oriental hacia la cuenca de Arauca y que se ha encontrado también en el fondo llanero de Venezuela. Dichos sedimentos presentan impregnaciones asfálticas en abun dantes sitios desde Villavicencio hasta la Macarena, pero solo una ma nifestación de petróleo asfáltico denso con gas en la mitad septentrional del flanco oriental de la Sierra de La Macarena, lo cual co rroborra las experiencias de perforación hechas en el borde sur y sur oriental de la cuenca de Arauca. Desde el río Cabuyaro al NE, las ma nifestaciones mejoran en calidad y se presentan escurrideros de petróleo parafínico en la zona del río Cusiana y al NW de Tame que per miten suponer que en las estructuras del subsuelo de la parte suroccidental de la cuenca se halle petróleo. Si esto se confirmara, el de sarrollo de los Llanos Orientales recibiría un impulso enérgico y se adelantaría por varios años al desenvolvimiento normal.

Otro recurso de suma importancia para el desenvolvi miento de los Llanos en especial de la ganadería, es la existencia de

- 24 -

sal gema del Valanginiano en la faja de la Salina de Restrepo, al Norte de Villavicencio, hasta Medina. El yacimiento que se explota por disolución de la sal es el de Restrepo, pero éste, así como las manifestaciones de sal gema de Medina no han sido explorados geológicamente con el fin de obtener la pauta de la explotación. Entre las fuentes de agua salada, la más importante es la de las Salinas de Chita, que surgen del Valanginiano (litológico) en la media falda de la Cordillera Oriental, en la cabecera del río Casanare; otras se hallan en el río Gravo Sur y en Chámeza. El problema con que tropieza la explotación es la escasez y el alto costo del combustible. Para solucionarlo, es necesario definir los sitios adecuados de explotación de carbón y conectarlos por vías con las salinas. La importancia de la sal en los Llanos se deduce de que en la actualidad el suministro al ganado es insuficiente e influye sobre el desarrollo de los animales. Estos, para encontrar un sustituto, tienen caminos trillados desde el interior de la planicie hacia el pie de la cordillera donde lamen y hacen socavones en arcillas rojas que pueden contener algo de yeso.

En tiempos de sequía, el abasto con agua potable de los sitios distantes de los ríos caudalosos es muy deficiente; además se necesita agua para fines agrícolas y ganaderos. En la parte occidental de los Llanos, el abasto con agua subterránea en grandes cantidades y baja presión artesiana, tiene buenas expectativas según lo indica el declive y el carácter poroso de los sedimentos cuaternarios desde el pie de la cordillera hacia el Este. Las perforaciones de la Shell de Colombia en San Martín encontraron un serio tropiezo en las formaciones modernas por el aflujo inusitado de agua subterránea. - En el interior y en la parte oriental de los Llanos, excepto zonas vecinas a los ríos, la calidad acuífera del subsuelo no se ha aclarado y requiere sondeos a taladro.

- 25 -

En el interior de los Llanos la falta de materiales de construcción de vías y edificios, de carbón para la fabricación de ladrillos y de caliza para cemento son inconvenientes que deben tenerse en cuenta para el futuro. Aún, a lo largo del pie de la Cordillera no hay yacimientos importantes de caliza, excepto el del río La Cal, al SW de San Martín.

El suelo de Los Llanos es en parte cascajoso, otras veces arenoso y arcilloso en el pie de la Cordillera y en la "Serranía" y se vuelve gredoso hacia el interior. Proviene principalmente de los sedimentos arenosos y exiguamente calcosos de los grupos cretáceos de Villeta y Guadalupe del frente andino, mezclados durante el transporte con sedimentos arcillosos del grupo del Guaduas y del Terciario. En consecuencia y por concepto del material parental, el suelo solo es de mediana calidad, pero no tan pobre como se acostumbra calificarlo por la vegetación sabanera y por la ínfima y mal nutrida capa vegetal que lleva. Con la precipitación atmosférica que recibe el suelo, los Llanos podrían estar cubiertos por selva y no lo están, a igual que la Pampa Argentina, por el efecto disecador de los vientos (alisios) que los baten. En las vegas donde no influye el viento y en sitios húmedos, la selva sí prospera. Con la ayuda del riego extensas regiones sabaneras de la Pampa han sido transformadas en tierras agrícolas y de pastoreo, aún en la Patagonia inclemente. Los Llanos, comparados con la Pampa, disfrutan de mejor clima, lo cual se expresa por mejores pastos naturales de la vegetación sabanera. En donde ha habido corrales, se obtiene toda la producción tropical que se desee, lo cual indica que el suelo está falto de abono orgánico y es escaso en bacterias. Arada la tierra, como lo ha sido en la zona del Metic-Manacias, produce pasto Puntero que aumenta fuertemente la densidad de población vacuna en relación con las sabanas; en cambio el pasto Gordura que se dá, parece darse pobre en alimentos. En el interior de los Llanos, árboles de mango de gran altura y de abundancia de frutas, levantados por

- 27 -

ca de sequía (Diciembre a Marzo), utilizando las divisiones de agua, además de vías acuáticas comunicadas con el Orinoco, navegables en parte aún en verano como el río Meta y el Guaviare que facilitan el comercio de exportación e importación (que subsistió en el siglo pasado). Dadas las grandes distancias dentro de los Llanos y hacia los centros del interior, el hecho de que la mayor parte de los Llanos son campos de aterrizaje, facilitará y generalizará el empleo de la aviación como medio de movilización.

Aún contando con los defectos de transporte de los productos a larga distancia, los Llanos han de desempeñar en el futuro de Colombia un papel muy importante porque la historia mundial enseña que, por razones de producción más económica, mayor facilidad de movilización y criterio sencillo y concreto de los problemas, el poder político y económico se ha trasladado de las Montañas a las Llanuras. Esta sería la finalidad más destacada de los Llanos, como unidad geológica de muy lento desenvolvimiento que le ha imprimido los caracteres actuales.

Los Llanos Amazónicos también representan una planicie, pero son selváticos. Limitan al Oeste con la parte Sur de la Cordillera Oriental, representada por el Macizo de Garzón; el contacto está caracterizado por entrantes y salientes que se indicaron provisionalmente en el mapa. Al descender y desvanecerse la Cordillera Oriental en el Alto Cauca, los Llanos Amazónicos avanzan fisiográficamente al W hacia el pie oriental de la Cordillera Central; el límite entre ambos puede ser la línea Mocoa-Santa Rosa de Sucumbios. Desde el término septentrional de estos Llanos en la Macarena, el límite con la Saliente del Vaupés es de transición y difícil de fijar tanto geográfica como geológicamente. Al abrirse los Llanos Amazónicos hacia el Sur y hacia Leticia, adquieren una extensión muy grande y traspasan fisiográficamente hacia el curso medio del Amazonas y hacia el Oriente del Ecuador y del Perú.

- 29 -

nos hacia el pie del macizo de Garzón, prácticamente no se puede hablar de una cuenca como en el caso de la de Arauca de los Llanos Orientales. La propia cuenca que se puede llamar del Alto Amazonas y que se extiende por el borde andino hacia el Oriente del Ecuador y del Perú, se inicia en la zona de Mocoa, fisiográficamente el piedemonte andino de los Llanos Amazónicos. Sin embargo geológicamente considerada, con base en los estudios de E. Grosse, J. Royo y Gómez y W. Kehrer (1), la zona de Mocoa es la continuación del valle interandino del Magdalena con el cual la zona comparte el mismo desarrollo del Cretáceo, incluso el volcanismo del Cretáceo Superior, y los sedimentos terciarios, como también las rocas eruptivas. Su separación del valle del Magdalena se debe simplemente a que el terreno intermedio del valle, comprendido entre la región de Pitalito y Mocoa, ha sido solevantado y se convirtió en un diñtal alto. La asimilación de esta zona a los Llanos Amazónicos se debe a que el descenso geológico del macizo de Garzón y de la Cordillera Oriental hacia el alto Caquetá, que geológicamente corresponde a una buzada (plunge) de mayores dimensiones, pone término meridional a la Cordillera Oriental y explica el avance de los Llanos Amazónicos y de su tipo geológico hacia el pie de la Cordillera Central. Se considera que el límite geológico entre la zona y los Llanos podría ser la continuación del rumbo NE-SW del borde occidental o huilense del macizo de Garzón hacia la confluencia del Guamues con el Putumayo. - Las salientes del Macizo de Garzón que se presentan al Norte de Florencia y en el Dormilón al Sur de La Macarena se interpretan aquí como complemento de la digitación hacia el Vaupés que se mencionó de La Macarena y de Puerto Arturo. Un límite definido con la Saliente del Vaupés y con la cuenca del Bajo Amazonas tampoco se puede dar geológicamente.

(1) Grosse, E. Acerca de la Geología del Sur de Colombia - I - Huila y Caquetá. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, Tomo III, pgs. 31-137.

Royo y Gómez, J. - Datos para la geología económica de Nariño y Alto Putumayo. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia Tomo V, pgs. 134-138.

Kehrer, W. - Zur Geologie des südlichen Zentral - und Ostkordillere der Republik Kolumbien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc. B. B. - 80. Abb. B. 1938, pgs. 1-30.

NO DE COLOMBIA

Table with columns for WEISKE 1917, F.M. ANDERSON 1926, O. STUTZER 1927, E. GROSSE 1933, E. HUBACH 1933, E. HUBACH 1933, EDAO PROBABLE, and VENEZUELA ANDINA LIDDLE 1928. It lists geological units and their corresponding authors and dates.

Table with columns for VENEZUELA ANDINA LIDDLE 1928 and a section titled 'Andaciones'. It contains detailed geological descriptions and stratigraphic correlations.

DIVISION ESTRATIGRAFICA DE COLOMBIA, LOS DISPONIBLES

de 1933

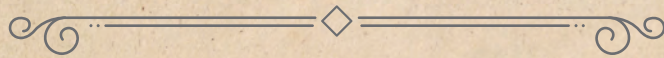
ORIENTE ANDINO DE COLOMBIA Y VENEZUELA ANDINA. COLOMBIA: K. ARISTY, Geología de la Unión Colombia-Venezuela... VENEZUELA: R. GARCÍA, The Geology of Venezuela and Trinidad...

LITERATURA GEOLOGICA (B)

ESTRATIGRAFIA DE COLOMBIA... GARCÍA, R., Geología de Colombia y Trinidad... LIDDLE, C., The Geology of Venezuela and Trinidad...

—◆— CAPÍTULO 3 —◆—

GEOLOGÍA ECONÓMICA



- 1 -

ZONAS PETROLIFERAS.

APRECIACION DE LAS ZONAS PETROLIFERAS DE COLOMBIA.

A.-Bases generales y teóricas.

El trabajo que sigue es el complemento de una apreciación por el suscritor de las áreas petrolíferas de Colombia, publicada en el Boletín de Minas y Petróleos No. 1(1929). Se basa en el conocimiento de la geología del país adquirido en diez años de estudios, al servicio del Gobierno. Durante este tiempo se estudiaron la región de Urabá en el noroeste de Colombia, el departamento del Norte de Santander, los departamentos del Valle del Cauca y del Cauca y el departamento de Cundinamarca. En una forma más general se han apreciado los departamentos de Boyacá, del Tolima y del Huila y la zona costanera del Pacífico comprendida entre la isla Gorgona y la bahía de Cupica. Los resultados de estos estudios se han relacionado con las determinaciones de los geólogos que investigaron en parte las mismas y otras regiones del país y los países andinos vecinos. De esta manera fué posible formar un cuadro geológico general del país dentro del cual se puede ver la geología de sus partes.

Con el fin de simplificar la investigación de las regiones estudiadas, se concedió importancia especial a los rasgos sistemáticos de la geología y a su evolución, tomando como punto de partida los rasgos sistemáticos de la tectónica y de su evolución durante el ciclo andino, es decir desde el mesozoico a esta parte. Estas determinaciones se hacen relativamente fáciles en Colombia, país típico de pliegues cuya tectónica se refleja generalmente en la orografía, porque los rasgos sistemáticos de la tectónica son ébvios y están sencillamente representados. El primero en reconocerlos ha sido H. Stille (Geologische Studien im Gebiete des Rio Magdalena. v. Keenan Festschrift. 1907. - Versión castellana por Jaime Benilla Plata) quien llama la atención hacia la subdivisión geológica longitudinal de los Andes en Colombia y hacia sus virgaciones. Sus puntos de vista fueron desarrollados por el suscritor y relacionados con la sistemática que se deduce del grado de la intensidad tectónica, reconocida por G. Steinmann (Geologie von Perú. Heidelberg 1929). De estas bases se desprende que la formación y la repartición de las rocas y de sus yacimientos es una función de la intensidad tectónica y de su actuación sistemática. La

- 2 -

ZONAS PETROLÍFERAS

evolución muy regular que presenta en Colombia el ciclo andino permite identificar el desarrollo de este orden geológico. Los resultados de estas investigaciones están contenidas principalmente en los trabajos del suscrito sobre los departamentos del Norte de Santander y del Valle y del Cauca (Archivo del Depto. de Minas y Petróleos).

En forma resumida se darán a conocer algunos de los puntos de vista sobre la geología sistémica de Colombia que son importantes en relación con la apreciación de las áreas petrolíferas.

1) Colombia como zona tectónica de típicos pliegues.

Según se ha dicho, Colombia es un país constituido típicamente por pliegues, comprendiéndose bajo el término de "pliegues" los plegamientos (anticlinales y sinclinales) y además las ondulaciones (formas regulares: edúlas y artesas). Los sobrescurrimientos se presentan regionalmente, pero son secundarios dentro del cuadro tectónico general y además no son sino pliegue-fallas. Las fallas radiales son raras. Las cobijaduras típicas no se han observado en Colombia.

Se pone de presente que en muchos estudios se ha considerado la existencia de sobrescurrimientos frecuentes e intensos. Sin embargo en parte se trata de fracturas aparentes, motivadas por transgresiones locales tardías, por variaciones considerables de magnitud a distancias relativamente cortas y por discordancias fuertes, o simplemente por el encubrimiento del terreno al pie de las estructuras por formaciones modernas.

2) Sistemática tectónica.

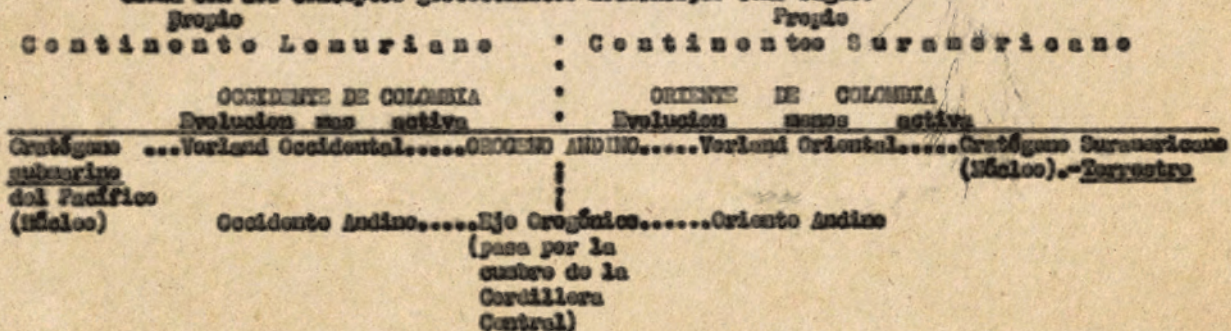
En determinación parte de la subdivisión longitudinal de los Andes en Colombia la cual se reconoce desde la escala geotectónica hasta la escala común. Esta subdivisión longitudinal que especificaremos más adelante, se funda en plegamientos de dimensiones igualmente geotectónicas hasta comunes y se manifiesta imperfecta tan solo en la apariencia. Ella está vedada en parte por la intersección de los sistemas de plegamientos que ofrecen orientaciones muy típicas. En los demás aparece imperfecta tan solo porque no existen plegamientos que tengan ejes de nivel sostenido (anticlinales y sinclinales en el sentido estricto), sino que siempre son ondulaciones. En consecuencia presentan edúlas, artesas, depresiones y distales cuyos dimensiones también son geotectónicas hasta comunes. La formación de estas ondulaciones parece hallarse en conexión fundamental con movimientos axiales isostáticos que se perciben en los sistemas de plegamientos longitudinales, constituidos comúnmente de tres anticlinales y de dos sinclinales. En los casos ideales, estos

ZONAS PETROLIFERAS

movimientos se efectúan de tal manera que, por ejemplo, al ascende el anticlinal central y llega a culminar, se forma una cúpula en cuyos flancos se confunden los sinclinales y los anticlinales laterales, o al menos muestran la tendencia de confundirse. Al descender el anticlinal central, puede llegar a formar el fondo de una artesa, cuyos flancos interiores equivalen a los sinclinales y los bordes a los anticlinales laterales. Las observaciones hechas en Colombia demuestran que en ciertos casos que dependen de un grado medio de la intensidad tectónica, se manifiesta un orden alternativo en la sucesión de cúpulas y artesas de este origen, complementado por las virgaciones que representan entre las artesas y las cúpulas. Este orden de sucesión es el siguiente: cúpula-virgación-artesa-virgación-cúpula-artesa-virgación, etc. De este orden dependen los puntos de vista de la simetría y de la semejanza geológicas que, con respecto a la simetría también valen con respecto a los plegamientos longitudinales. Estos rangos geométricos que ofrece la construcción de la corteza terrestre sufren modificaciones individuales por la razón de que entre dos regiones simétricas y entre dos regiones semejantes existen diferencias más o menos grandes de intensidad de la evolución tectónica. Por lo mismo, nunca sucederá el caso de que dos estructuras simétricas o semejantes lo sean en el sentido exacto geométrico. Para citar un caso en que este orden se aprovechó con resultados satisfactorios, se refiere a la apreciación tectónica de la geología de la zona petrolífera del Norte de Santander (Boletín de Minas y Petróleos, No. 2, 1929), hecha desde Bogotá antes de emprender el estudio del terreno que no se conocía geológicamente sino en la zona de Cúcuta. Esta aplicación redujo considerablemente el tiempo necesario para el estudio del terreno.

Para la ilustración del lector sobre los rangos sistemáticos de la tectónica, se citan enseguida y de mayor a menor escala los casos de la subdivisión longitudinal y luego los de la sucesión de ondulaciones en los sistemas de plegamientos.

La subdivisión longitudinal general que se determina en el país y que se relaciona con los conceptos geotectónicos modernos, es como sigue:



ZONAS PETROLÍFERAS

Esta subdivisión longitudinal refleja la simetría entre el orógeno Suramericano y el del Pacífico que se deduce de los relieves suaves del fondo del Pacífico, además entre los Volcans Occidental y Oriental y, en cuanto al orógeno, entre el Occidente Andino y el Oriente Andino. Como eje de la simetría longitudinal figura el eje orogénico. La simetría es individualizada porque la parte correspondiente al continente Lauriano ofrece una evolución más activa que la que corresponde al propio continente Suramericano. Así, el Volcan Occidental, aparte de que una faja es submarina, ofrece subdivisión longitudinal, caracterizada por la Cordillera ondulada de la Costa y por la hoyandina del Pacífico; en cambio el Volcan Oriental no ofrece esa subdivisión y su tectónica evidentemente se reduce a ondulaciones. El Occidente Andino es menos ancho, notablemente más contraído y más magfético que el Oriente Andino. - Para la apreciación geológica del país es fundamental el hecho de que la intensidad tectónica disminuye en término medio desde el eje orogénico hacia los respectivos orógenos. Conforme a la evolución más activa en la parte Lauriana, dicha disminución es más lenta hacia ese lado. En la misma forma disminuyen también las intensidades magfética y metamórfica desde el eje hacia los orógenos. En la tercera parte de este trabajo se verá la importancia que tiene esta disminución sistemática de la intensidad tectónica sobre la extensión y la bondad de las zonas petrolíferas.

La subdivisión longitudinal general sigue en menor escala dentro del orógeno que representa la faja de mayor actividad intercontinental. Dicha subdivisión, exceptuando el Volcan Occidental cuya evolución es bastante activa, no se presenta en las demás fajas ya que su evolución es lenta hasta (orógenos) prácticamente nula. - La subdivisión longitudinal del Orógeno Andino en Colombia es la siguiente:

	OROGENO		ANDINO	
Occidente	Andino	Oriente	Andino	
Cordillera Occidental	... Hoyandina del Cauca	Cordillera Central (en su cumbre está el eje orogénico)	... Hoyandina del Magdalena	... Cordillera Oriental

Según se ve, la simetría longitudinal sigue presentándose también a esta escala porque se corresponden las hoyandinas del Cauca y del Magdalena y las Cordilleras Occidental y Oriental. La mayor actividad tectónica del Occidente Andino implica la individualidad geológica de sus miembros en cooperación con los correspondientes del Oriente Andino. - Para mayor entendimiento se advierte que la expresión hoyandina, bastante defectuosa, se ha aplicado a las

- 5 -

ZONAS PETROLIFERAS

grandes hoyas que se intercalan entre las cordilleras y que en realidad son tan continuas como estas, es decir no se restringen a trayectos fluviales, como el Magdalena y el Cauca.

Si bien con mayor claridad, la subdivisión longitudinal sigue presentándose en las cordilleras y en las hoyandinas. En estas últimas la subdivisión no resulta porque el grado de intensidad tectónica es relativamente suave, es decir las ondulaciones predominan sobre los plegamientos. En las cordilleras el tectonismo puede llegar a ser demasiado intenso, lo cual también hace confundirse la subdivisión longitudinal, como sucede en los trayectos altos, montañosos de las Cordilleras Central y Occidental. En la Cordillera Oriental en que la intensidad tectónica es favorable, se observa tanto en Boyacá como en el Norte de Santander, la siguiente subdivisión longitudinal:

CORDILLERA		ORIENTAL		
Serranía Occidental....	Valandino Occidental... (p.p. río Suarez)	Serranía Central...	Valandino Oriental..	Serranía Oriental
			(p.p. río Chicorocha)	

Como serranías se designan las partes altas de las cordilleras que, a igual que las las cordilleras son anticlinales complejas. Los valandinos equivalen a hoyandinas suaves y tienen como estas carácter sinclinal complejo. A base de la cumbre de la serranía central como eje de la Cordillera Oriental (ya no como eje orgánico) se reconoce la sinetia de los miembros que guardan entre sí los valandinos y las serranías laterales.

La misma subdivisión en 5 miembros (3 anticlinales y 2 sinclinales) que ofrecen los Andes en Colombia y la Cordillera Oriental, también la muestra la Cordillera Occidental en la virgación de Urabá-Bolívar, aunque en forma relativamente imperfecta:

CORDILLERA		OCCIDENTAL (Virgación de Urabá-Bolívar)		
Serranía Occidental... de Chocoma	Valandino Occidental... de del León	Serranía Central... de de Abibe	Valandino Oriental... de del Siné	Serranía Oriental... tal, de Sincorloje (e Cauca)

En vista de que los valandinos también ofrecen un tectonismo relativamente suave, no se manifiesta en ellos la subdivisión longitudinal; en las serranías ella se presenta en donde estas descienden hacia las cuencas interiores de las cordilleras, por ejemplo en el descenso de la serranía central de la Cordillera Oriental hacia las cuencas de Bogotá y de Maracibo. En estos casos se distinguen tres anticlinales (cordones) y dos sinclinales, advirtiéndose que el anticlinal central desciende muy pronto y no alcanza a recaltar bien.

- 6 -

ZONAS PETROLIFERAS

Finalmente suele observarse también la subdivisión longitudinal en los cordones, es decir en anticlinales de amplitud común y sencillas. Este es el caso por ejemplo en el cordón de Bogotá, sobre el paso de Serranuelita (carretera del Guavio). También en este caso, la subdivisión consta de 3 anticlinales y de dos sinclinales.

El orden de la sucesión de las ondulaciones y virgaciones en los sistemas de los plegamientos, es sea el orden de la construcción orgánica, se percibe dentro del Orógeno Andino, desde el Caribe hasta el altiplano de Bolivia, en la siguiente forma:

- 1) Cuenca (artesa grande y compleja) del Caribe; la Cordillera Central forma el fondo de la cuenca. Sus bordes van formados por los flancos de la Cordillera Oriental (Antillas en la parte correspondiente) y de la Cordillera Occidental (trayecto puna-molle-costarricense de la serranía Chocoma, llamada también Cordillera Centrocaribeana). - La cuenca es una parte ancha del orógeno.
- 2) Virgación Colombiana, comprendida como zona de transición entre la cuenca del Caribe y el nudo Ecuatoriano; en esta zona en las zonas virgaciones es típica la subdivisión longitudinal. El orógeno se estrecha hacia el nudo Ecuatoriano y en término medio la Cordillera Central comienza a levantarse por sobre el nivel de las cordilleras laterales.
- 3) Nudo (artesa grande y compleja) Ecuatoriano. La Cordillera Central culmina y las hoyadinas del Magdalena y del Cauca así como que las Cordilleras Oriental y Occidental tienden a confundirse en los flancos del nudo, la hoyadina del Magdalena y la Cordillera Oriental más perfectamente que la hoyadina del Cauca y la Cordillera Occidental por ofrecer un tectonismo menos intenso.
- 4) Virgación Peruana; muestra la misma subdivisión longitudinal como la virgación Colombiana, pero en forma notablemente más rudimentaria, debido a que la intensidad tectónica es menor.
- 5) Cuenca Boliviana; la Cordillera Central forma el fondo de esta cuenca que va representada por el altiplano de Bolivia; las Cordilleras Occidental y sobre todo la Oriental forman sus flancos.

Desde la cuenca de Bolivia al Sur, el Oriente Andino, incluso toda la Cordillera Central, va presentando una evolución tectónica siempre más suave que llega hasta más o menos al atectonismo. Por esta razón no resultan ahí las Cordilleras Central y Oriental y la hoyadina del Magdalena, ni se determina el límite entre el Orógeno Andino y el Varisc Oriental.

En la Cordillera Oriental se determina una sucesión correspondiente:

- 1) Cuenca de Maracaibo; la serranía central forma el fondo de dicha cuenca; las serranías occidental y oriental forman sus flancos.
- 2) Virgación Nortecantandoreana; resalta la subdivisión longitudinal de la Cordillera Oriental.
- 3) Nudo Santandoreano; culmina la serranía central, mientras que los valadinos occidental y oriental y las serranías occidental y oriental tienden a transformarse en los flancos del nudo.
- 4) Virgación Boyacense, menos acentuada que la Nortecantandoreana, pero todavía alcanza a resaltar bastante bien la subdivisión longitudinal de la Cordillera Oriental.
- 5) Cuenca de Bogotá; la serranía central forma el fondo de esta cuenca;

- 7 -

ZONAS PETROLIFERAS

Las serranías occidental y la oriental forman sus bordes geológicamente altos, sobre todo la serranía oriental.

Mientras la Cordillera Oriental con su carácter hemitectónico (de mediana intensidad tectónica) ofrece la sucesión enserada, semejante a la de la sección bolivariana de los Andes - Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia septentrional, la Cordillera Central que ofrece un tectonismo intenso, o sea una evolución autotectónica, no presenta cuencas interiores. La sucesión se reduce a cúpulas y a depresiones que tienen carácter de virgación y se manifiesta de la siguiente manera:

- 1) Nudo de Santa Marta
- 2) Depresión del Banco, muy acentuada (baja); probablemente deja reconocer la subdivisión longitudinal de la Cordillera Central hacia la zona de la confluencia del Cauca con el Magdalena.
- 3) Nudo Antioqueño, definido geológicamente por las rocas antiguas que forman su cumbre y su flanco oriental.
- 4) Depresión de Mariño-Caldas, geológicamente concebible porque en ella se extiende al cretáceo, en estado metamórfico.
- 5) Nudo Ecuatoriano, comprendiéndolo como culminación especial de la Cordillera Central.

En la Cordillera Occidental que también es autotectónica y que se distingue por un desarrollo rectilíneo, solo se reconoce en el Norte el nudo de Frontino y la virgación de Urabá-Bolívar, la cual debe conducir a la cuenca submarina del Darién, atrevida porque su borde oriental se confunde ~~en~~ en el interior de la cuenca general del Caribe.

Dentro de las hoyadinas, cuya intensidad tectónica es inferior a la de las cordilleras, los nudos generalmente no alcanzan a resaltar. Una excepción lo es la hoyadina del Cauca, cuyos nudos tienen la particularidad de estar ligados a la Cordillera Central, motivo por el cual se les ha llamado premonitorios. La sucesión que se presenta en esta hoyadina es excepcionalmente regular y consta con prelación de las virgaciones que muchas veces son imperfectas, de los siguientes premonitorios y cuencas:

- 1) Cuenca de Sopetran
- 2) Premonitorio de Titiribí
- 3) Cuenca de Fredonia-Supia
- 4) Premonitorio de Manizales, poco destacado
- 5) Cuenca del Quindío, bajo el altiplano del mismo nombre
- 6) Premonitorio de Buga, muy pronunciado
- 7) Cuenca de Cali
- 8) Premonitorio de Popayan, bajo el altiplano del mismo nombre
- 9) Cuenca del Patía

- 3 -

ZONAS PETROLÍFERAS

La hoyadina del Magdalena que es tectónicamente menos intensa que la del Cauca, no ofrece presenterías bien pronunciadas; mas bien se caracteriza por la intercalación de dintoles y angosturas entre las cuencas. La sucesión es la siguiente:

- 1) Dintol de Valledupar, situado en las cabeceras del Cesar, advirtiéndose que la hoyadina del Magdalena, al contrario del valle del Magdalena, se dirige en El Banco hacia el NE, siguiendo por el valle del Cesar.
- 2) Cuenca del Cesar, limitada al V por la depresión del Banco de la Cordillera Central
- 3) Dintol y angostura de Simití
- 4) Cuenca del Cururo
- 5) Dintol y angostura de Honda
- 6) Cuenca del Guamo
- 7) Angostura de Celendrinas
- 8) Cuenca de Nalvajee extendiéndose en forma compleja hasta el dintol de San Agustín
- 9) Dintol de San Agustín que forma un puente geológico entre las Cordilleras Central y Oriental

En el Verland Oriental donde la intensidad tectónica es suave, se reconocen tan solo las grandes cuencas que van separadas por dintoles. Para hacer resaltar la sucesión se abarca el Verland Oriental desde Venezuela hasta el Oriente del Perú:

- 1) Dintol del bajo Orinoco, significado por el avance de las rocas antiguas guyanenses contra el borde del orógeno (pié E de la Cord. Oriental)
- 2) Cuenca del Meta-Arauca que implica una ampliación considerable del Verland Oriental.
- 3) Dintol del Putumayo, significado por la zona del Caquetá y por el avance de las rocas antiguas guyanenses contra el orógeno.
- 4) Cuenca del Oriente Peruano (según la descripción de Singswald, referida por Steinmann)

En el Verland Occidental cuya evolución relativamente activa implica la subdivisión longitudinal (hoyadina del Pacífico y Cordillera de la Costa), se observa en la Cordillera de la Costa la siguiente sucesión de nudos y depresiones:

- 1) Depresión del Golfo de Panamá
- 2) Nudo de Cuyaca, geográfica y geológicamente bastante alta
- 3) Depresión de Buenaventura, con el pequeño nudo de la Gorgona
- 4) Nudo costanero del Ecuador, geográfica y geológicamente bastante bajo.

Debido al cubrimiento vasto con sedimentos neoterciarios y cuaternarios, la hoyadina del Pacífico no muestra claramente el desarrollo de las cuencas y de los dintoles, excepto el dintol del Darién que parece ser esencialmente eruptivo. Un estudio detenido de la hoyadina del Pacífico debe aclarar si al NW de Quibdó y al Este de la Gorgona existen dintoles y entre estos y el dintol del Darién las cuencas correspondientes.

ZONAS PETROLIFERAS

4) La enumeración hecha resalta el orden sistemático de la tectónica de Colombia. Para comprender que se trata de un orden perfecto no es necesario sino tener en cuenta el grado regional de la intensidad tectónica que también es ordenado. Al darse cuenta de este orden, no es difícil ni aventurado el apreciar aun las regiones geológicamente desconocidas de Colombia.

3) Formas tectónicas en relación con el grado de la intensidad tectónica.

Los grados de intensidad tectónica producen las siguientes formas tectónicas:

- 1) Tectonismo suave, o epitectonismo, caracterizado por ondulaciones (no por pliegues). Tipo: Volcan Oriental.
- 2) Tectonismo mediano, o hemitectonismo, caracterizado por pliegues y sistemas de pliegues ondulados. Tipo: Cordillera Oriental.
- 3) Tectonismo intenso, o autectonismo (según las condiciones de Colombia), caracterizado por pliegues relativamente costados y poco ondulados. Tipo: Cordillera Occidental que es un anticlinal general relativamente costado en la sección suramericana de los Andes y que representa ahí la guía de la subdivisión longitudinal.

4) Repartición de la intensidad tectónica en las formas tectónicas.

En los pliegues de dimensiones mayores hasta de dimensiones comunes se observa que los anticlinales son tectónicamente más intensos que los sinclinales y las cúpulas que las artesas. La mayor intensidad tectónica sin embargo se halla en los flancos que median entre los anticlinales y los sinclinales y entre las cúpulas y las artesas. Generalmente uno de los flancos de determinada estructura ofrece un tectonismo más intenso que el otro.

En general se puede decir que la intensidad tectónica aumenta desde el interior de los sinclinales y sobre todo de las artesas hacia la parte alta de los flancos que conducen a los anticlinales y sobre todo hacia las cúpulas y vuelve a declinar aunque poco hacia los ejes de los anticlinales y hacia las culminaciones de las cúpulas.

Como las ondulaciones indican un tectonismo más suave y como las artesas y los sinclinales ofrecen una intensidad tectónica menor que las cúpulas y los anticlinales, no puede sorprender que los anticlinales carezcan casi siempre de artesas y que sus ondulaciones se reduzcan a cúpulas y depresiones. Asimismo es natural que en los sinclinales comúnmente no se formen cúpulas sino que la sucesión se restrinja a artesas y dintolos (véase las observaciones sobre ondulaciones en las cordilleras

- 10 -

ZONAS PETROLÍFERAS

que representan anticlinales complejos y en las hoyadinas que son sinclinales complejos).

Al darse cuenta de la subdivisión del país en plegamientos y en ondulaciones de mayor hasta menor escala, la aplicación de los puntos de vista descritos facilita extraordinariamente la investigación geológica.

4) La evolución del ciclo andino en Colombia.

El ciclo andino ofrece en Colombia un desarrollo que se puede calificar de clásico. Sus fases son las siguientes:

IV.- Fase Cocinicial. Terciario superior hasta la actualidad. Durante el terciario superior tiene lugar la contracción fuerte, producida por un orogénico intenso. En el cuaternario y probablemente desde el plioceno se presentan los movimientos epirogénicos (pliegos de gran amplitud) que producen el levantamiento general de la montaña. Esta fase se puede caracterizar de eotectónica.

III.- Fase Escariva. Paleoceno hasta más o menos la mitad del mioceno.

Actuación orogénica y epirogénica continuada, sin signos de levantamiento fuerte del orígeno. Separación de este de los Yordania. Estado de orígeno insular. Sedimentación lítica en el interior y marina hacia las actuales costas. Fase epitetectónica hasta hemitetectónica.

II.- Fase Cocinicial. Ella comienza en el Occidente de Colombia probablemente alrededor del jurásico y finaliza hacia el cretáceo superior y en el Oriente de Colombia comienza en el hauriviano superior e en el hauriviano inferior y termina hacia el final del cenozoico. Estado general marino de Colombia. Fase general epitetectónica, de actuación lenta.

I.- Fase Escariva. En el Occidente de Colombia posiblemente alrededor del triásico, en el Oriente de Colombia desde el jurásico superior hasta el hauriviano. Estado del orígeno insular que se hunde, con facies lítica-marina hasta lítica. El carácter tectónico aun no se ha definido bien parece ser epigénico-orogénico, según observaciones entre la cuenca de Bogotá y el valle Santandereano (véase pg.)

(Las determinaciones cronológicas se han hecho solo en parte sobre la base de fósiles, en lo demás según horizontes petrográficos de guía, según la facies de costas y según relaciones estratigráficas con los países vecinos, especialmente con Venezuela y con el Perú, y con los Estados Unidos. La posibilidad de penetrar la evolución de Colombia y de relacionarla con la de los Andes en general, ha permitido asegurar mejor las determinaciones cronológicas. Se juzga que los errores existentes no sean importantes.)

El desarrollo del ciclo se efectúa en Colombia de tal manera que la evolución activa del Occidente de Colombia marcha un paso adelante de la evolución tranquila del Oriente del país. La sedimentación en el Occidente de Colombia comienza

- 11 -

ZONAS PETROLIFERAS

temprano en el jurásico e ya en el triásico (la falta de fósiles en los sedimentos correspondientes dificulta la determinación). En el Oriente de Colombia no se inicia la sedimentación sino alrededor del jurásico superior. La regresión parcial se inicia en el Occidente de Colombia alrededor del cretáceo medio, en el Oriente alrededor del cenozoico superior, es decir al final del cretáceo. En el terciario inferior y medio, la preferencia orgánica del Occidente Andino es más avanzada que en el Oriente Andino de Colombia, donde subsisten grandes zonas de sedimentación. Solo en el terciario superior el organismo general y fuerte se extiende más e incluso paralelamente sobre el Occidente y el Oriente Andinos del país, pero es significativo que en el Occidente Andino va acompañado de un volcanismo intenso, sintético para la evolución más intensa de aquella zona del país, lo mismo que el volcanismo cretáceo.

El movimiento del espacio sedimentario en Colombia está conectado con el del distrito belivariano de los Andes y de sus Volcanes. Este movimiento general se realiza de tal manera que el espacio sedimentario avanza en el mesozoico desde las zonas de permanencia marina del Pacífico y probablemente del Caribe hacia el cratógono terrestre Suramericano y hacia la parte septentrional de la masa terrestre interandina de Suramérica que se extiende con algunas depresiones (p.e. Rio Negro en la Argentina) desde el actual altiplano de Bolivia hacia la Patagonia argentina. En el terciario y ya en parte desde el cretáceo superior se efectúa la regresión hacia las zonas de partida, motivada por el sollevamiento de los Andes desde el borde septentrional de la masa interandina de Suramérica hacia el Perú y luego hacia Colombia. Se extiende que estos movimientos generales de avance y de retroceso ofrecen múltiples variaciones en los períodos.

Entre del espacio sedimentario de Colombia, las zonas del Oriente de Colombia y de la Cordillera Central que ya se hallan preferidas desde antes del cretáceo, y las zonas del Occidente de Colombia que se prefieren alrededor del cretáceo, representan zonas de hundimiento lento (enveloppement deses de Mushketov; en Gregory: Structure of Asia), que ingresan al área sedimentaria tan solo en el cretáceo posthauriviano y que en este tiempo se caracterizan por sedimentos que en término medio son de poca magnitud y tienen carácter de sedimentos de barras e bajas marinas. Desde estos centros de quietud epirogénica, el hundimiento aumenta hacia las cuencas que existen preferidas desde el cretáceo e que se van formando en este tiempo e en el terciario. Proporcionalmente a este hundimiento aumenta también la magnitud de los sedimentos, excepto hacia el interior de

- 12 -

ZONAS PETROLÍFERAS

La cuenca Caribe que es demasiado espaciosa para que pueda llenarse de sedimentos. Para dar un ejemplo de como se desarrollan estos movimientos epirogenéticos del terciario, servirá el desarrollo de la zona comprendida entre el nudo Santandereano y la cuenca de Bogotá. El nudo Santandereano no se encubre sino alrededor del Barreriano y en las partes altas, los sedimentos postbarrerianos del cretáceo no adquieren sino una magnitud de pocos cientos de metros y son esencialmente arenosas hasta calizas (conchíferos) entre el barreriano y el albiense. Desde el principio del terciario, el nudo vuelve a tener carácter terrestre aislado. En la cuenca de Bogotá, según los afloramientos del borde oriental, la sedimentación ya comienza alrededor del jurásico superior y adquiere hasta el final del cretáceo una magnitud de unos 5000 m, lo cual contrasta con la escasa magnitud del cretáceo en la parte alta del nudo Santandereano. Pero con esto no termina la sedimentación en la cuenca de Bogotá. En el terciario inferior y medio se depositan otros 2000 m de sedimentos, a los cuales hay que agregar hasta 300 m de sedimentos del terciario superior y del cuaternario. En total el hundimiento de la cuenca de Bogotá, casi continúa a través del ciclo andino, adquiere un monto de 7000 m en contraposition al nudo Santandereano y en general también en contraposition a la Cordillera Central que muestra características análogas de evolución como el nudo Santandereano. Hay instructivas también con las condiciones en el nudo de Quetame que se halla a continuación Este de la cuenca de Bogotá. En su país occidental (Quetame) se halla la sedimentación potente del jurásico superior hasta el cenozoico que tiene 5000 m. En la cumbre del nudo, según investigaciones entre Quetame y Gutiérrez, la transgresión comienza alrededor del barreriano con facies arenosa y deposita sedimentos de poca magnitud que no pasan de unos 200 m. En dirección hacia Gutiérrez se observa el aumento de estos sedimentos cretáceos y su traspase a la facies normal del cretáceo bogotano. Se trata así del borde Sureccidental del nudo de Quetame.

Según observaciones hechas en la parte alta del nudo Santandereano y además en el lado occidental de la Cordillera Central, los movimientos tectónicos del cretáceo, no son solo epirogenéticos sino también orogénicos. En el nudo Santandereano, situado en la faja de evolución tranquila de los Andes, el orogénismo probablemente se efectúa bajo la superficie sedimentaria y se expresa por el aumento y la disminución hasta la extinción de los sedimentos del cretáceo inferior. Estos se encuentran en las partes bajas actuales de dicho nudo e indican así la preferencia de las estructuras modernas desde el cretáceo inferior. En el terciario, el orogénismo comienza a extenderse

- 13 -

desde los bordes de los nubes en direccion hacia las cuencas de Bogotá y Maracibo, manifestándose ya por discordancias que al parecer son leves. A la cuenca de Bogotá, el orogénico no llega sino en el terciario superior, cuando se forma una discordancia notable entre el piso de Tilatá (terciario sup.) y las formaciones precedentes. En el lado occidental de la Cordillera Central, situada en una zona de evolucion muy intracónica, los movimientos orogénicos probablemente ya se presentan regionalmente en el cretáceo (paroxismos intercretácicos) y se destacan por discordancias. A esta suposición da lugar la escasa magnitud del cretáceo volcánico en ciertas partes del sistema flanco, por ejemplo al Este de la línea Popayan-Paste, la cual contrasta con la gran magnitud del cretáceo volcánico en la Cordillera Occidental que entonces fué la parte interior del subgeosinclinal occidental. Además el cretáceo volcánico del lado de la Cordillera Central ofrece una notable participacion de conglomerados, lo que evidencia mas de cerca la presencia de discordancia. Mayor se reconocen los paroxismos de este tiempo en otra parte del flanco occidental de la Cordillera Central y es en la Patagonia, donde segun se dijo la Cordillera Central se manifiesta mas o menos atectónica y por lo mismo no se destaca. Existen ahí los paroxismos intercretácicos que ha determinado Kaidel y que han formado los Patagénidos.

Datos especiales sobre la evolucion del ciclo en Colombia:

A raíz de los pliegues epirogenéticos del mesozoico se forman en

Colombia

- 1) al subgeosinclinal occidental
- 2) al subgeosinclinal central
- 3) al subgeosinclinal oriental.

El subgeosinclinal occidental abarca lo que hoy día es el Occidente de Colombia; en especial la parte occidental del subgeosinclinal corresponde al actual Virreinato Occidental y la parte oriental al Oriente Andino. La parte oriental del subgeosinclinal oriental equivale al actual Virreinato Oriental y la occidental al Oriente Andino. El subgeosinclinal central corresponde a la Cordillera Central que es la primera en presentarse claramente preferada y que al mismo tiempo da origen a la evolucion geológica entre el Occidente y el Oriente de Colombia. En el subgeosinclinal occidental el área sedimentaria es mas o menos pareja y de facies costera porque los nubes solo comienzan a presentarse desde el cretáceo. Además, conforme a la evolucion activa que reina en el lado occidental de los Andes, el cretáceo es volcánico en su mayor parte y de manera muy intensa. En el subgeosinclinal oriental, los numerosos nubes que se presentan en forma de alas, implican una variación de

- 14 -

Zonas Petrolíferas

una variación notable de la facies que se rigió por la distancia a que fueron depositados los sedimentos con respecto a las zonas volcánicas.-En términos medio, la magnitud de las formaciones aumenta desde los flancos del subgeosinclinal central y de los cratógomos (teóricamente desde el cratógomo del Pacífico) hacia el interior de los subgeosinclinales y en el mismo sentido disminuye el volcanismo orotico del subgeosinclinal occidental. En el subgeosinclinal oriental, el volcanismo se restringe al flanco que conduce al subgeosinclinal central. La magnitud de las formaciones además aumenta desde las nubes hacia las cuencas que se presentan en el macizo o que se van formando en este tiempo.

El subgeosinclinal occidental que se forma antes que el oriental, ofrece en el primer período de hundimiento sedimentos arcillosos de gran potencia y de facies marítima. En la parte alta, ellos ceden a sedimentos silíceo-arcillosos y litólicos que se vuelven volcánicos en la región del nudo de Frontino, y en el lado occidental de las nubes Antioqueño y Ecuatoriano. A causa de la falta de fósiles, la edad de este potente grupo de sedimentos que alcanza varios miles de metros, no se puede determinar directamente. Sin embargo yace más o menos en concordancia debajo del orotico volcánico que contiene fósiles aptiano-barranquinos (véase Grosse: Terciario Carbonífero de Antioquia, Bismarck, Berlin 1926). La formación litólico-volcánica de la parte alta del grupo tiene una gran afinidad con el Franciscan de California el cual se coloca entre el jurásico superior y el orotico inferior, siendo entendido que el Franciscan es una formación del lado occidental de los Andes. Según estos datos, la formación litolovolcánica puede corresponder al orotico inferior y llegar hasta posiblemente al jurásico superior. Por lo tanto los sedimentos arcillosos que yacen debajo pueden abarcar gran parte del jurásico y quizá del triásico. Estos sedimentos engranan con los litolovolcánicos y el metamorfismo que ofrecen hoy día (esquistos lustrosos hasta filiticos) aumenta gradualmente de arriba hacia abajo, refiriéndose a la sucesión estratigráfica de determinado lugar. Grosse considera que esta formación puede ser prepalcosiaca (Antioquia) hasta prepalcosiaca y palcosiaca (Nariño), mientras que T. Ospina y R. Scholze (Compilación de los trabajos geológicos oficiales en Colombia, Bogotá 1934) la incluyen al sistema jurásico.-El orotico volcánico que también alcanza en la mayoría de los casos una magnitud de varios miles de metros, se extiende hoy día por casi todo el Occidente Andino de Colombia, excepto la virgación de Urabá-Bolívar cuya preferencia desde entonces se justifica por la facies sedimentaria que tiene ahí el probable orotico. Hacia el Sur

- 15 -

ZONAS PETROLIFERAS

la facies volcánica se extiende hasta el Occidente Andino del Ecuador, donde comienza a ceder para volverse secundaria en el Occidente del Perú y extinguirse hacia el Sur de este país. De igual modo, pero más súbitamente, la facies volcánica cede y se sustituye por la volcánica hacia el interior occidental del subgeosinclinal occidental, es decir hacia la actual hoyandina del Pacífico, notable por este concepto, pero vuelve a presentarse en la zona del nudo de Cupica que se halla más próximo al cratógono submarino del Pacífico. - Ya en el cretáceo mismo, los movimientos eogénicos que se presentan hacia el lado de la Cordillera Central, entonces subgeosinclinal central, provocan la regresión inicial que se acentúa a raíz del parexismo fuerte que actúa alrededor del traspase del cretáceo al terciario y que se extiende sobre más o menos toda la zona montañosa actual del Occidente Andino de Colombia. En el terciario inferior, el área sedimentaria continua se reduce al actual Verland Occidental y a la zona Caribe del Occidente Andino, mientras que el resto del Occidente Andino se convierte en una faja aislada, caracterizada en el Norte por un probable dintel terrestre que une las zonas terrestres de los nudos de Frontino y de Antioquia, y en el Sur por una larga y angosta cuenca sedimentaria que se extiende desde la región al Norte de Cartago hasta más o menos la región de Pasto y que ocupa una sección importante de la hoyandina del Cauca. Los sedimentos de esta cuenca sedimentaria cuya preferencia en el terciario inferior es importante con respecto a las expectativas petrolíferas que puede ofrecer hoy día, ofrecen facies principalmente limónica, caracterizada por los yacimientos de carbón, pero también muestran intercalaciones marinas que demuestran que debe haber habido comunicación con la zona marina del Verland Occidental a través de esa zona de la Cordillera Occidental. En el terciario medio, el área de la cuenca sedimentaria se extiende hacia la sección antioqueña de la hoyandina del Cauca, siendo importante que hacia ahí también se traslada el centro de hundimiento que en el terciario inferior se hallaba más al Sur. Tal como sucede en el terciario inferior, también hay parcelas sedimentarias en la actual parte montañosa de la Cordillera Occidental, pero su mayor extensión parece haber estado en el lado Norte del nudo de Frontino. Como áreas de subsidencia del terciario medio siguen figurando el actual Verland Occidental y la zona Caribe del Occidente Andino. Como isla del Verland Occidental continúa el nudo de Cupica. - Las zonas de subsidencia del terciario inferior y medio también se mantienen en el terciario superior, aunque sufren mengua en la parte Sur de la virgación de Urbá-Belivar. En la parte metañesa

- 16 -

ZONAS PETROLIFERAS

de Belívar. En la actual parte montañosa del Occidente Andino, la hoyandina del Cauca viene a convertirse en zona de depósitos esencialmente volcánicos, cuya magnitud y facies varía fuertemente de acuerdo con la intranquilidad tectónica estable. En comparación con el volcanismo cretácico, el del terciario es poco extenso y se concentra a la parte alta de la Cordillera Central y a algunas otras regiones del Occidente Andino. De la observación de que en el terciario superior aun se conservan zonas de sedimentación bastante grandes dentro del Occidente Andino y de que ellas penetran bastante a la Cordillera Central, se deduce que el sollevamiento de los Andes ha tenido lugar mas tarde, en relación con plegamientos de amplitud epirogénica que tuvieron lugar despues de la deposición del piso de Popayan que Stutzer considera cuaternarios, pero que en concepto del suscrito pueden ser pliocenos. Uno de estos grandes pliegues se observa por ejemplo entre la Cordillera Central y la Occidental, dando forma un sinclinal profundo que llega a tener en el altiplano de Popayan un nivel que está a mas de 1000 m mas bajo que en el borde alto que corresponde a la Cordillera Central. Segun le observa Grasse (Huila-Caqueta), el piso de Popayan presenta en esta zona plegamientos de cierta amplitud que se hallan en la faja de la cumbre de la Cordillera Central.

En el subgeosinclinal oriental, la sedimentación comienza alrededor del jurásico superior, segun observaciones al Oriente de Bogotá. Sin embargo como al Oeste de esta parte no alcanza a ascender la parte baja del cretácico, puede considerarse posible que la sedimentación se haya iniciado mas temprano. El espacio sedimentario se extiende hacia el hauriviano y en el barrosiano ha encubierto los nudos que hasta entonces figuraban como islas. Al mismo tiempo parece encubrir gran parte e la totalidad de la Cordillera Central, de manera que los subgeosinclinales occidental y oriental presentan el aspecto de una zona marina mas o menos uniforme. Esta extensión la conserva el espacio sedimentario en el subgeosinclinal oriental hasta el senoniano, aunque es probable que haya habido algunas oscilaciones, indicadas por ejemplo por la intercalación regional de sedimentos límnicos (carbon y antracita) dentro de la facies marina. El volcanismo en el subgeosinclinal oriental, se reduce esencialmente al borde oriental de la Cordillera Central, o sea del subgeosinclinal central, donde se presenta mas o menos al final del hauriviano, al principio del comeniano y entre el turoiano y el bajo senoniano. Estos mismos niveles volcánicos tambien se presentan en el Occidente Andino del Perú, de manera que pueden ser una guia importante para las determinaciones cronológicas. El caracter de este volcanismo es en lo general intermediario (perfirítico). - El nevianito

- 17 -

ZONAS PETROLIFERAS

orgánica del traspase del cretáceo al terciario, acentuada en el Occidente Andino, se se manifiesta en el Oriente en las inmediaciones de la Cordillera Central y de los nudos de la Cordillera Central. En la cuenca de Bogotá, la sedimentación continúa concordantemente desde el seneniano hacia el terciario inferior. La facies es lúmica y más carbonífera que en el Occidente Andino, pero también se presenta marina hacia la parte septentrional (Caribe) del Oriente Andino. Las áreas sedimentarias de este tiempo son más extensas que en el Occidente Andino. La de mayor extensión se halla comprendida en la cuenca general de dicho tiempo, comprendida entre la Cordillera Central, el nudo Santandereano, el nudo de Quetame y la parte Sur de la Cordillera Oriental. Esta zona lúmica va probablemente separada por un largo dintel, extendido entre el Carare y Simití, de la zona más o menos marina de la región del Cesar que probablemente se malaza vía de la depresión del Bance con la zona Caribe del terciario inferior. Otra cuenca sedimentaria que perdura desde el cretáceo hasta la actualidad, es la cuenca de Maracaibo en donde los sedimentos son lúmicos y marinos. Finalmente debe haber existido otra zona sedimentaria importante en la cuenca del Meta-Arauca, es decir en el Verland Oriental. En el traspase del terciario inferior al terciario medio tiene lugar un fenómeno notable en el lado oriental de la Cordillera Central que implica la superposición del terciario medio hasta sobre el cretáceo inferior (al Sur de Guatiquí). Este movimiento probablemente también se hace sentir hacia los nudos Santandereano y de Quetame porque la base del terciario medio es ahí conglomerática, en contraposición a la cuenca de Bogotá donde es arenosa y donde reina concordancia entre el terciario inferior y el terciario medio. En el terciario medio, la sedimentación del interior oriental sigue siendo lúmica y se vuelve marina hacia el Caribe, aunque también ahí (Venezuela) muestra intercalaciones lúmicas. La facies carbonífera que domina principalmente durante el terciario inferior en el terreno situado al Sur del Nudo Santandereano, se traslada en el terciario medio hacia Venezuela. Un traslado semejante hacia el Norte, relacionado en principio con el levantamiento de los Andes desde el Perú, se observa en el terciario del Occidente Andino (carbon del terciario inferior en la zona de Cali-Patía; carbon del terciario medio en la sección antioqueña de la hoyandina del Cauca). Corroborada con esta particularidad el traslado probable del centro sedimentario del terciario inferior que se hallaba en la región de la cuenca de Bogotá, hacia el dintel del Carare-Simití, donde se forma la cuenca del Carare en que los sedimentos del terciario medio parecen ser muy potentes.

GRAN RIQUEZA PETROLIFERA

Es posible que gran parte de los yacimientos de la artesa de Maracaibo se encuentren en territorio colombiano

El "Boletín de Minas y Petróleos", la importantísima revista recientemente fundada por la sección del mismo nombre del M. de Industrias, ha comenzado a publicar una serie de estudios geológicos del mayor interés para el país, elaborados por el jefe de la Comisión geológica del Petróleo, doctor Enrique Hubach. El primero de esos estudios "Determinación y apreciación general de las áreas petrolíferas de Colombia"—dado a conocer en la entrega del "Boletín" correspondiente a enero de este año, ha llamado en gran manera la atención de los entendidos en la materia, por constituir él un admirable esfuerzo de síntesis sobre la geología petrolífera del país, quizá el primero que se hace en Colombia.

Hoy tenemos el gusto de ofrecer a nuestros lectores un nuevo estudio del doctor Hubach, esta vez sobre los probables caracteres geológicos de la zona petrolífera de Santander del Norte. Se trata de un atrevido esfuerzo para determinar de antemano y teóricamente la riqueza petrolífera de una importante sección del país, mediante la interpretación racional de la estructura orgánica de la Cordillera Oriental. Las hipótesis que al efecto se hacen serán verificadas sobre el terreno, en el curso de estos meses por el propio doctor Hubach, que ha partido ya para el Catatumbo a la cabeza de la Comisión geológica del Petróleo. Como comprenderán los lectores, si de esta verificación sobre el terreno resultaren confirmadas las hipótesis del doctor Hubach, se habrá dado un gran paso hacia el conocimiento de nuestro territorio y de nuestra geología. El mismo método podría aplicarse entonces, con muchas probabilidades de certeza, a otras zonas del país difíciles de explorar, para determinar de antemano si son o no merecedoras de un examen geológico detenido ahorrándose así mucho tiempo y dinero.

En este mismo estudio su autor esboza un nuevo procedimiento para apreciar la estructura geológica de Colombia. Es lo que él llama el "método elemental" que, una vez desarrollado, servirá para complementar con viva luz los datos del sistema orgánico de nuestras cordilleras.

Los estudios verificados en Urbabá han demostrado que el examen geológico de las regiones cubiertas por bosques tropicales tropieza con grandes dificultades, como son el espeso manto vegetal que cubre la mayor parte del territorio, impidiendo la apreciación general de la topografía, la escasez de afloramientos y fósiles y la extraordinaria variedad que

Maneras de apreciar la geología de Colombia. - El método orgánico y el método elemental



I. Cordón occidental - II. Depresión occidental - III. Cordón central - IV. Depresión oriental - V. Cordón oriental

presenta la estructura colombiana considerada en sus detalles.

Pero estas mismas dificultades invitan a hacer un estudio de conjunto de la estructura del país, a fin de averiguar si ella puede reducirse a fórmulas sencillas que permitan de antemano colegir con algún fundamento los principales caracteres geológicos de las diversas zonas y, entre ellas, cuáles son las que merecen un examen geológico detenido y pormenorizado desde el punto de vista de su riqueza petrolífera.

Desde luego, uno de los mejores métodos para definir la estructura del país y por consiguiente su geología consiste en el análisis cuidadoso del sistema orgánico

de la Cordillera de los Andes, entendiéndose por sistema orgánico el conjunto de los elementos principales que entran en su constitución tectónica distribuidos en ramales cordilleranos y depresiones interandinas de una manera análoga a como más adelante se hace para la Cordillera Oriental y como a grandes rasgos lo indican las cordilleras de la costa occidental, central y oriental, y las depresiones del Pacífico, del Cauca y del Magdalena.

De gran importancia en este análisis del sistema orgánico de la Cordillera de los Andes son las virgaciones que, precisamente en territorio de Colombia, sufre ella hacia el Caribe, es decir, la diver-

gencia que sus elementos laterales hasta entonces más o menos paralelos, experimentan al apartarse notablemente uno de otro, formando una Y griega u horquilla y determinando una fuerte depresión del terreno comprendido entre ellos. Esta manera de apreciar la estructura del país ha sido denominada "método orgánico" y su empleo y desarrollo arrancan de los estudios de H. Stille sobre la estructura de la depresión del Magdalena. Con su auxilio ha sido posible llegar a conclusiones de detalle bastante avanzadas.

Pero el método orgánico, cuya somera exposición antecede, no es suficiente por sí sólo para determinar la geología del país y, a nuestro juicio, es menester complementarlo con otro método que pudiéramos llamar elemental, y consiste, a grandes rasgos, en el estudio de ciertos sistemas de ondas terrestres o plegamientos de orientación definida, que abarcan todo el país y afectan por consiguiente los diversos elementos de la Cordillera. En efecto, al examinar el esqueleto de la cordillera de los Andes en Colombia, se observan, ya en el campo de la topografía, varias series de plegamientos de orientación definida que corresponden a los rasgos geológicos y que abarcan, lo repetimos, todo el país, aunque con intensidad variable y que por ser verdaderas ondas interfieren unos con otros, dando por resultado una estructura complicada y aparentemente indefinible.

En Colombia se observan tres sistemas principales de ondas terrestres de orientación definida, pero a cada uno de ellos corresponde otro sistema normal, de suerte que pueda decirse que, en realidad, son seis los sistemas que ejercen su varia acción en el territorio del país. La orientación de esos tres sistemas principales, tal como resulta conjuntamente de los datos de la topografía actual y de la topografía original (estructura geológica) puede concretarse dentro de los siguientes valores: N5E, N3SE y N22W.

La estructura que comprende la acción combinada de todos estos sistemas de ondas al interferir unos con otros, ha sido denominada "estructura elemental", porque de ella depende en parte la orgánica. Desgraciadamente, la apreciación de esta estructura elemental sólo puede verificarse en terrenos cuyos rasgos geográficos están aproximadamente bien definidos en los mapas. Cuando éstos no existen o son incompletos, hay que restringirse, para apreciarla, a los datos de la estructura orgánica, aprovechando, por lo demás, la estrecha concordancia que existe entre los rasgos orográficos y los estructurales o tectónicos.

Subdivisión de la Cordillera Oriental según el método orgánico.

Por diversas circunstancias, al formular las siguientes hipótesis sobre el valor petrolífero de Santander del Norte, no vemos pre-

EN SANTANDER DEL NORTE

cidos, por el momento, a tener en cuenta exclusivamente la estructura orgánica. Por fortuna, para este caso al menos ella es suficiente para la fijación de los principales caracteres geológicos que aquella región ofrece.

Subdivisión longitudinal

Al verificar el reconocimiento de la Cordillera Oriental, se observa que se halla subdividida en los siguientes miembros orgánicos:

Miembro lateral:

- 1) cordón anticlinal occidental.
- 2) depresión sinclinal occidental.
- 3) cordón anticlinal central.
- 4) depresión sinclinal oriental.

Miembro lateral:

- 5) cordón anticlinal oriental.

Con respecto a la calificación de anticlinales y sinclinales que se ha dado a los cordones y depresiones, se entiende que de ninguna manera representan plegamientos regulares o sencillos. Aquella calificación sólo se les puede dar a grandes rasgos, porque se subdividen en plegamientos menores de construcción muy variable y ofrecen en su desarrollo irregularidades a veces muy fuertes, que se relacionan en parte con la interferencia de los sistemas de ondas, de que ya hablamos.

De los miembros citados, el cordón occidental y el oriental representan los flancos de la Cordillera; los demás, el terreno interior. En promedio, el cordón oriental es más alto que el central, y éste a su vez más alto que el occidental. En cambio, la depresión oriental es más profunda que la occidental. Esto explica la disminución de altura de los plegamientos de E a W.

Subdivisión transversal

Entre el desarrollo de los miembros de los flancos y de los miembros internos se nota una diferencia marcada. Aquellos no sufren sino variaciones de nivel comparativamente secundarias con respecto a la zona axial; éstos, en especial el cordón central, las sufren fuertemente. Tales variaciones se distinguen bien si se rastrea el desarrollo del cordón central a lo largo de la Cordillera Oriental. Esta se levanta con rumbo NE desde su cruzamiento con la parte alta de la depresión del Magdalena hasta el bajo Chicamocha, y de ahí sigue irguiéndose con rumbo N hasta la culminación en el terreno alto sobre Santander del Norte y Santander del Sur. Si embargo, sobre este trayecto el ascenso del eje central no es regularmente continuo, sino que sufre un fuerte descenso en la travesía por la Sabana de Borotó. Más fuerte aún es el descenso que experimenta dicho eje al pasar por la hoya de Maracaibo, tras la cual probablemente vuelve a levantarse hacia el terreno limítrofe entre los Estados de Lara y Falcon. Si consideramos que los elementos de la Cordillera Oriental, al bajar al alto Magdalena, atraviesan hacia la Cordillera Central, tenemos que en esta travesía el eje experimenta otra ondulación baja, muy fuerte, que se hará es-

pecialmente notable si se tiene en cuenta el ascenso rápido hacia el terreno de rocas de fundamento que componen también la Cordillera Central hacia el Sur. En donde el desarrollo axial presenta estas ondulaciones bajas y fuertes, el cordón central se hunde hasta debajo de la superficie de los respectivos planos (excepto en la travesía por el alto Magdalena, donde se conserva la parte oriental de este miembro), y a consecuencia de esto se presenta una am-

Miembros que forman el terreno de la Cordillera.

pliación y convergencia de las depresiones que naturalmente no están tan perfecta como lo hace parecer el emparejamiento cuaternario. A causa de que los cordones oriental y occidental mantienen en estos trayectos su nivel alto acotado, el terreno interno recibe la forma de artesa que corresponde a la Sabana de Bogotá y que se repite en la hoya del alto Magdalena (entre Girardot y las cabeceras del río) y en la de Maracaibo. Entre estas artesas del terreno interno, la de la Sabana es geológicamente más alta que la del alto Magdalena, y ésta, a su vez, más alta que la de Maracaibo.

Así como las depresiones sinclinales se amplían y convergen hacia las grandes ondulaciones bajas del eje central de igual manera los cordones anticlinales se amplían y se confunden hacia las culminaciones cupulosas que quedan entre una y otra artesa, suprimiendo hasta cierto punto las depresiones. Un ejemplo muy palpable al respecto es la culminación santandereana, en donde es difícil determinar las depresiones occidental y oriental. Un perfil que Stille trazó de Ocaña hacia Cúcuta, señala la debilidad de la depresión occidental en la parte alta del Tarra, donde apenas se distingue por la conservación de un resto de cretáceo inferior en medio de rocas de fundamento.

Deducciones relativas a la conservación y destrucción de las rocas.

Si se tienen en cuenta estos rasgos constructivos y sus niveles, y además los múltiples indicios que demuestran la erección, en general semejante, de la cordillera durante los distintos períodos orogénicos, es fácil determinar las condiciones estratigráficas según la erosión y la sedimentación; tanto más cuanto que la Cordillera Oriental conserva en su mayor extensión su cubierta cretáceo-eocena, destruida sólo en las partes más altas y cubierta por el terciario posteocono sólo en los extremos bajos de su terreno interno. En general, se puede decir que la intensidad de la erosión disminuye paralelamente a los niveles geológicos y es reemplazada en los más bajos por la sedimentación; de manera que las cúpulas y los cordones altos presentan destrucción muy fuerte, en tanto

que en las depresiones sinclinales y en las artesas la erosión será relativamente suave o cederá a la sedimentación. En consonancia con estos conceptos, la erosión más profunda, hasta las rocas de fundamento, se observa en la cúpula santandereana, en el cordón oriental y en los flancos de la artesa de Maracaibo, en éstos más bien debido a su desarrollo angosto y alto. Menos fuerte es la erosión en los cordones central y occidental y en la cúpula irregular que divide las artesas del alto Magdalena y de la Sabana. Una vis-



Dr. Enrique Hubach

ta sobre el mapa geológico de Hettner, o un recorrido por la Cordillera Oriental, demuestran, además la relativa regularidad con que disminuyen en estos elementos los efectos erosivos a medida que su eje descende. En las depresiones occidental y oriental, la erosión va siendo más suave a medida que se avanza del bajo Chicamocha hacia la Sabana, y es bien lógico colegir que la depresión occidental, por ser más alta y quizá también por ser más dislocada que la oriental, sufra mayor destrucción que la oriental. En la Sabana, por ser artesa, la erosión ha sido detenida, pero con menos eficacia que en la del alto Magdalena donde se han podido depositar y conservar sedimentos terciarios posteoconos. Mejor aún ha sido la deposición y conservación del terciario en la artesa de Maracaibo.

Estas relaciones entre la erosión-sedimentación y los niveles geológicos van hasta los detalles y favorecen así la determinación teórica de las condiciones estratigráficas, siempre que se conozcan o se puedan deducir los rasgos estructurales. Aquí aduciremos que, de acuerdo con estos conceptos, la concordancia entre las formas topográficas y las tectónicas es tanto más avanzada, cuanto menos fuerte es la erosión y llega hasta invertirse a medida que ésta se acentúa. Teniendo en cuenta eso sí que esta inversión de crece a medida que las estructuras que atacan la erosión van siendo más potentes.

Deducciones relativas a las condiciones petrolíferas de la Cordillera Oriental.

Aplicando estos resultados a la

geología petrolífera, tenemos que la existencia y la conservación de las espectativas de hidrocarburos está íntimamente relacionada con los niveles geológicos, de los cuales dependen a su vez las condiciones de sedimentación y destrucción. La erección de la cordillera en el terciario ha implicado que las formaciones petrolíferas de esta época se hayan recluido hacia los litorales, excepto en la depresión interandina del Magdalena, más profunda que la del Cauca, donde abarcan hasta La Dorada aproximadamente. Por esta razón también, en la Cordillera Oriental, excepto en la hoya de Maracaibo, tenemos sólo petróleo cretáceo y lo propio sucede con la hoya del alto Magdalena, donde por cierto ha habido sedimentación terciaria posteocona, pero de facies no petrolíferas. Por hallarse los horizontes petrolíferos del cretáceo en el Gault, o sea más o menos en la formación correspondiente a la parte media y alta del piso de Villeta, las espectativas en las partes netamente cretáceas de la Cordillera Oriental, se reducen a aquellas zonas en donde se ha conservado como cubierta protectora el piso de Guadalupe, o al menos la parte alta del piso de Villeta. Este es el caso que ocurre en la artesa del alto Magdalena, en la artesa de la Sabana, y en los vectores que parten de ésta hacia el NE, vía de las depresiones occidental y oriental. La mayor amplitud y profundidad, o sea la mayor protección contra la erosión que se observa en la depresión oriental, implica que en el vector correspondiente a dicha depresión las espectativas petrolíferas se extienden mucho más al NE de la Sabana (hasta más allá de Sogamoso) y sean mucho más favorables que las del vector de la depresión occidental que llegan hasta San Cayetano y Coper. También vale decir aquí que las formas tectónicas en la depresión oriental, en especial las cúpulas, son mucho más regulares que en la depresión occidental, donde están fuertemente dislocadas, donde el contraste que se destaca bien al comparar los lados oriental y occidental de la Sabana. Mejor aún que en la depresión oriental deberían ser las espectativas en la artesa de la Sabana, porque la conservación de la cubierta petrolífera es ideal. Pero con respecto a esta zona y a pesar de sus bellas cúpulas del lado oriental, no se puede emitir juicio por el momento sino con gran prudencia, porque la determinación de las manifestaciones (petróleo para fines líticos) se hace difícil. Las condiciones petrolíferas en el alto Magdalena parecen ser regularmente buenas, al menos a juzgar por las manifestaciones y las cúpulas amplias, en parte bastante regulares, muy distintas a las estructuras convulsadas y fracturadas entre Honda y Guataquí. En cuanto a la artesa de Maracaibo, su posición litoral, junto con la semejanza de forma que debe haber guardado en los distintos períodos de erección de la cordillera, ha facilitado grandemente la sedimentación en las fases epirogénicas del terciario y las ha protegido contra la destrucción et

(Pasa a la página siguiente)

GRAN RIQUEZA...

(Viene de la página anterior)

las orogénicas. Además, el carácter de seno agargantado que habrá tenido aquella zona desde el inicio de la erección o contracción terciaria, debe haber favorecido la deposición en abundancia de materia orgánica, básica para la formación de petróleo, con lo que se explicaría la extraordinaria riqueza de esta zona en hidrocarburos.

Aplicación de los resultados anteriores a Santander del Norte.

De lo anterior se obtienen las siguientes conclusiones con respecto a la geología petrolífera de Santander del Norte.

Esta zona forma la transición brusca de la cúpula santandereana hacia la artesa de Maracaibo, la más valiosa área petrolífera del terreno interno de la Cordillera Oriental. Aparte de los distintos horizontes productivos del terciario, ella es petrolífera en el cretáceo de su fondo y de sus bordes. Por las referencias topográficas y de acuerdo con las observaciones sobre la estructura, debe suponerse que la parte septentrional de Santander del Norte quede incluida dentro de la zona valiosa de la artesa de Maracaibo. Esto, por lo demás, está demostrado por las informaciones generales que se tienen con respecto a la geología de aquella región.

Siguiendo la subdivisión general de la Cordillera Oriental, el cordón occidental está representado en esta zona por la serranía de Ocaña-Perijá y el oriental por la serranía de Mérida. Ambos mantienen, como flancos, sus niveles altos, no ofrecen por consiguiente expectativas petrolíferas y significan la delimitación del terreno interior productivo, correspondiente a la artesa de Maracaibo y a su estribación santandereana. Esta estribación está representada, en cuanto a la depresión occidental, por la hoya del Tarra-Catatumbo y en cuanto a la depresión oriental, por la hoya de Cúcuta-Zulia, quedando intermedio el cordón central. El descenso que experimentan estos miembros desde la culminación santandereana, de

be ser rápido, y en consecuencia deben superponerse rápidamente, de S a N, las rocas petrolíferas del cretáceo a las de fundamento, y en seguida las petrolíferas del terciario a las cretáceas. Como anteriormente se hizo constar, la depresión oriental es más amplia y profunda que la occidental en su recorrido por Cundinamarca y Boyacá. Según se desprende de los perfiles de Hettner y Sille referentes a Cúcuta y al Tarra, las mismas condiciones deben prevalecer en Santander del Norte, donde la hoya de Cúcuta-Zulia corresponde a un trayecto de la depresión oriental. Por ser geológicamente más profundo el trayecto Cúcuta-Zulia, sus formaciones petrolíferas abarcarán más hacia el Sur que en el trayecto Tarra-Catatumbo. Además, por analogía con las condiciones en Cundinamarca y Boyacá, debemos suponer que tanto las manifestaciones como las estructuras, o sea el valor petrolífero del trayecto Cúcuta-Zulia, será muy superior al de Tarra-Catatumbo, y quizá hasta resulte que, en término medio, la calidad de petróleo en aquella sea mejor que en éste. Entre ambos trayectos de las depresiones occidental y oriental, el cordón central formará su descenso repentino hacia la zona que queda entre el Sardinata y el Catatumbo. Por las condiciones topográficas que señala el mapa de Santander del Norte de la Oficina de Longitudes, se puede suponer que ya esté cubierto de terciario petrolífero antes de abandonar el territorio colombiano. Si tenemos presente que este cordón se divide por lo general en dos anticlinales de flanco y un sinclinal interno (como se observa en las regiones de Tablo, de Melgar y en la travesía de Arcabuco a Montquirá) es muy probable que lo mismo suceda en Santander del Norte, donde por consiguiente, debe manifestarse una entrante petrolífera secundaria en la saliente principal del cordón central.

En el croquis que se acompaña se explican estas condiciones gráficamente y se define, de manera



CONTRA EL DOLOR

Lo mejor es ponerse un poco de Linimento de Sloan. En caso de resfrío, aplíquese al pecho sin frotar, para evitar que el mal se haga serio. Alivia rápidamente. No es grasoso ni mancha.

LINIMENTO DE SLOAN
MATA DOLORES

ANTES DE HACER SUS COMPRAS

vea el lindo surtido de artículos para hombres y niños especialmente en sombreros, legítimo "Borsalino" (antigua Casa fundada en 1857). Biellery, Maglley, Mallory, la última palabra en estilos y colores.

CARRASCO, SANCHEZ, RESTREPO & Co., carrera 9ª
Nº 251-D, Edificio Piedrahita. 1501-m-s

general, el límite entre el terciario petrolífero y el cretáceo petrolífero, y el de éste con las rocas bajas del cretáceo que, junto con las de fundamento, forman el terreno alto de los miembros internos y el de los cordones de flanco.

Para los efectos de la exploración, la depresión de Cúcuta-Zulia, como parte de la depresión oriental y como zona de mayores expectativas, se estudiará primero, dando preferencia a las partes bajas terciarias. De ahí la Comisión se trasladará al estribo N del cordón central y en seguida hacia el trayecto Tarra-Catatumbo de la depresión occidental.

Enrique Hubach

INGENIO CENTRAL

SAN ANTONIO

Nuevos precios así:

Azúcar de primera, bulto de 62½ kilos ... \$ 13.00
Azúcar de segunda, bulto de 62½ kilos ... \$ 12.00
En compras por lotes hacemos descuentos

Agentes distribuidores:

MONTOYA, PATINO & Co.
Bogotá.

11410-8

Un gran invento nacional hecho por Roberto Acero para las empresas de taxímetros, autobuses y camiones para carga existentes en la República de Colombia.



Sr. Roberto Acero.

Este invento consiste en un procedimiento nuevo para estimular el mayor uso o empleo por los particulares de toda clase de vehículos, destinados al transporte de pasajeros y de carga o de personas y cosas, especialmente dentro del servicio urbano.

Su objeto principal es hacer que los taxímetros, automóviles, camiones y carros automotores en general que lo utilicen dentro del tráfico urbano o en las carreteras, sean preferidos por el público que los ocupa debido al halago y estímulo que el mismo invento implica para los respectivos pasajeros o transportadores de carga.

Estamos en capacidad de conceder la exclusiva para toda la República de Colombia o independientemente, para cada ciudad o departamento y para Bogotá.

Dirijase a la Escuela Práctica de Choferes de Roberto Acero.
Calle 20, número 186 B.-Bogotá.

Fuentes Termales en el Departamento del Cauca.

Segun los conocimientos que se derivan de las exploraciones geológicas en el Occidente de Colombia, las fuentes termales son ahí bastante escasas y se hallan principalmente en las inmediaciones de los volcanes. Las fuentes termales que surgen de terrenos sedimentarios del cretáceo, tan abundantes en el Oriente del país, solo se observaron en un caso (q. Agua Caliente; ^mequerá-Nappí).

Entre las termas del Occidente, las que sin duda tienen la mayor importancia económica son aquellas que ascienden en las faldas bajas del volcan de Puracé, a alturas que varían entre 2300 m y 3600 m. Ellas se presentan en gran número y en calidad diversa, en medio de un paisaje singular, cuyo mayor atractivo es el volcan de Puracé (estado de solfataras, con explosiones ocasionales), y que ofrece un clima frío y sano. El acceso lo facilita hoy día la carretera que va de Popayan a Puracé y el ramal que se dirige desde esta carretera hacia Coconuco. El valor de estas fuentes reside en el alivio que conceden a los habitantes del Occidente, en especial a los de tierra templada y caliente donde el mayor flagelo es la anemia tropical. De igual importancia son estas fuentes para atraer el turismo extranjero, hoy día una de las mejores entradas de que puede disponer un país (véase p. w. Suiza, Italia); el turismo encontrará ahí los mejores atractivos que existen en el mundo. Bien explotada esta riqueza, vendrá a ser la mejor fuente de entrada para la ciudad de Popayan y para el departamento del Cauca.

Las fuentes del Puracé se reparten en dos grupos. Uno de ellos comprende las fuentes ácidas-sulfúreas del curso alto del río Vinagre, arriba de la población de Puracé; el otro se refiere a las fuentes sulfúreas-salinas y a las barrosas que se extienden al Suroeste de Coconuco, y al Norte de esta población. Estas últimas además se prestan para formar baños termales de vapor en la roca misma.

Las fuentes ácidas del río Vinagre nacen a ambos lados del curso alto de este río, a alturas de 3600 m. El agua, según Boussingault,

Terma: Puracé

2

contiene una proporción importante de ácido muriático y sulfúrico, hasta tal punto que todavía no se puede beber en la población de Puracé, sin endulzarla. El agua además decanta azufre amarillo que forma generalmente coronas alrededor de los pozos y de las vertientes. Su temperatura se aproxima al punto de ebullición y como el número de las fuentes es muy abundante, la temperatura del río Vinagre, en su curso alto, es de unos 30 grados, a pesar de que el caudal sube de medio metro cúbico por segundo. Las fuentes se hallan en el camino de ascenso desde la población de Puracé hacia el volcán del mismo nombre, en medio de un paisaje paramuno que alterna con manchas de bosque y con los cultivos metódicos de los indígenas. El camino es de herradura, pero se podría hacer carretable sin costo especial.

El grupo de termas de Coconuco ofrece mayor variedad cualitativa y se halla mayormente en la hacienda de Chiliglo, al SSE de Coconuco. Otras se hallan en el límite con Calaguala, además cerca de Coconuco tanto al Sur como al Norte. Una parte de estas fuentes son hidro-sulfúricas (H_2S y S) y decantan alumbre y otras sales, como también óxidos de manganeso. Estas se hallan en la inmediación Sureste de Coconuco y comprenden por ejemplo el pozo llamado Agua hirviendo con 73 grados de temperatura. Otras fuentes de esta índole, pero ya sensiblemente saladas (Na Cl) se hallan en el río Grande, poco al Sur de Coconuco. Ahí mismo, sobre la ribera oriental del río aflora una fuente de gran caudal que es tibia. Las fuentes que se hallan en la "Hacienda de Coconuco" al Norte de la población no se investigaron de cerca. Se califican a veces como "fuentes de Vichy". En la hacienda de Chiliglo se halla primeramente un grupo menor de fuentes que son esencialmente saladas, que se puede calificar de fuentes de "cañita". Aparte de contener bastante cloruro de sodio y azufre, ellas vierten gas en forma de H_2S . Antiguamente, estas fuentes estaban entambradas para extraer la sal. Dentro de la roca (aglomerado andesítico) se ha practicado un pequeño nicho que demuestra la factibilidad de formar baños de vapor en grande escala. El otro grupo menor se halla más arriba, en el curso alto de las quebradas Pozo Azul y Salada. Se trata ahí de una poderosa fuente que vierte azufre

Fuentes Puracé

3

además Fe_2S_3 , hierro y sales de sulfato y algo de cloruro, llamada Pozo Azul. Ella nace en un "volcan" u horno de roca aglomerada descompuesta, impregnada de sales y también de hidróxido de hierro. Cerca a esta fuente, en el lado de Calaguana, se halla la fuente llamada Pozo Blanco. Ella consiste de varias manas, semejantes a la de Pozo Azul, pero con la especialidad de que son lodosas porque ascienden en una capa superficial de lodo. En esta forma, el Pozo Blanco da lugar a la instalación de baños de lodo, naturales, que seguramente son muy escasos. En Chiliglo además se hallan otras fuentes ocultas que solamente se manifiestan por el vapor sulfuroso, como la del Azufre. El agua queda en la profundidad bajo una capa de material andesítico de unos 20 m de grueso que se presta bien para la instalación de baños a vapor.

Las fuentes enumeradas del grupo de Coconuco seguramente no han sido enumeradas en su totalidad. Así existe por ejemplo otra fuente, tibia, cerca de la casa de Paletará que se ha llevado a la alberca de la casa.

Para entregar estas fuentes a su destino, es necesario iniciar su explotación en menor escala para ir aumentándola a la medida de las necesidades. Para la información geográfica, el doctor Alvarado y el suscrito han hecho los levantamientos del Puracé y de sus fuentes. Para la ilustración del público es necesario hacer vistas cinematográficas. El acceso desde las poblaciones de Puracé y de Coconuco debe hacerse carretable (para automóviles). En las fuentes principales (curso alto del Vinagre y Chiliglo) hay que instalar habitaciones y balnearios provisionales y agradables. Conviene además estudiar la posibilidad de reunir la explotación de las fuentes bajo una misma administración.

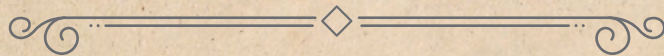
Queda entendido que una de las medidas primordiales consiste en hacer los análisis químicos cuidadosos en las fuentes mismas y derivar de ahí su aplicación a las distintas enfermedades.

Bogotá, 21 de Febrero de 1933

Geólogo del Depto. de Minas y Petróleo

—◇— CAPÍTULO 4 —◇—

GEOLOGÍA APLICADA



Bogotá, Febrero 18 de 1933

Señor

Doctor Hernando Gomez T.

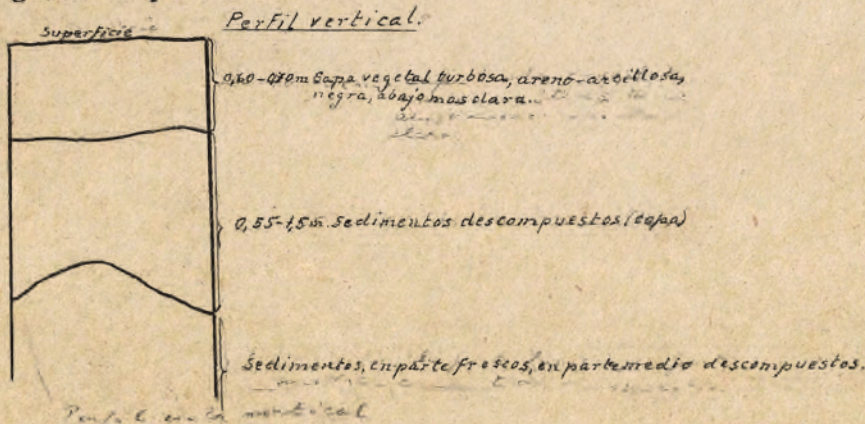
JEFE DE LA COMISION DE AGUAS DEL MUNICIPIO DE BOGOTA

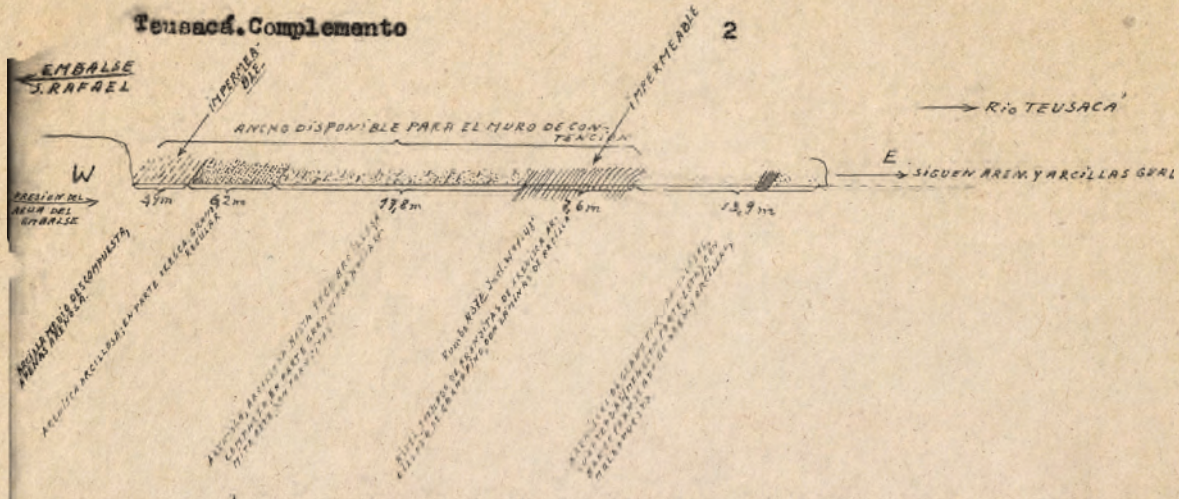
E. S. D.

Señor Jefe de la Comisión de Aguas:

por la presente me permito informar a Ud. sobre los resultados que tuvieron los trabajos y los estudios complementarios del proyecto de Teusaqué, necesarios para poder dar un concepto global geológico. Ellos se refieren al perfil de las rocas en la angostura que se llamó de San Rafael en el informe geológico del proyecto de Teusaqué y a la calidad impermeable de los estratos cuaternarios en la parte meridional de la artesa morfológica de San Rafael. En la angostura se hizo una zanja de $49\frac{1}{2}$ m de largo y de $1\frac{1}{2}$ hasta 2 m de profundidad que va de E a W, es decir mas o menos normal al rumbo de los estratos. En la parte meridional de la artesa se practicaron dos pozos amplos de 3 m de profundidad y se había comenzado otro que estaba dando los mismos resultados como los anteriores.

El perfil de la angostura, descubierto en la zanja y destinado a determinar las condiciones en que quedaria el muro de contención para el embalse de San Rafael, muestra las siguientes particularidades:





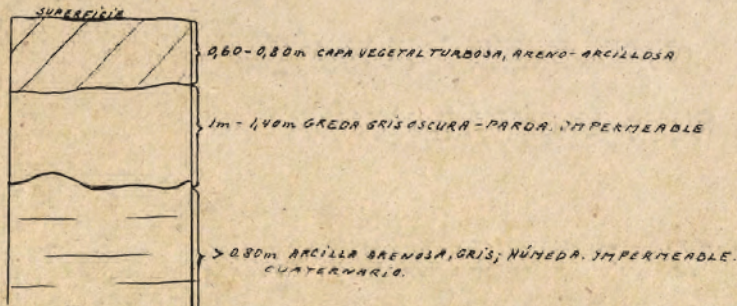
Los estratos del fondo de la zanja no están del todo frescos, pero sí hasta tal grado que permiten determinar sin lugar a duda la sucesión y la calidad. En una parte los constan de areniscas más o menos arcillosas y en parte trituradas que, tanto por su magnitud como por su calidad arcillosa (soplamiento de la arcilla al remojarse) podrían considerarse impermeables, siendo entendido que las aguas del embalse ejercerían presión en sentido normal al rumbo de los estratos que forman ahí una sucesión alternativa de areniscas y arcillas del piso de Guaduas equivalente al filo de San Rafael. Estas condiciones de las areniscas por sí podrían considerarse buenas, pero no dan la seguridad absoluta de que el embalse fuere impermeable por este lado. La seguridad se obtiene en forma precisa a raíz de dos bancos impermeables que se intercalan entre las areniscas. Uno de ellos que no se conocía hasta ahora por estar oculto bajo el material de la superficie se halla en la parte occidental de la zanja, entre los dos bancos de arenisca que pasan por y cerca del punto trigonométrico del lado Sur de la angostura. La arcilla es apenas arenosa y no deja duda acerca de su impermeabilidad. El otro banco impermeable se halla al contacto y al Este del banco de arenisca que iba a servir de sostén para el muro de contención. Este consta de una sucesión de hojas de arenisca arcillosa de grano muy fino y de hilitos de arcilla que igualmente prestan garantía de impermeabilidad, máxime que el afloramiento demuestra claramente que esta parte relativamente plástica no ha sido triturada. Al tiempo de dar la seguridad de que el embalse se halla naturalmente y bien impermeabilizado en la angostura, como también a todo lo largo del filo de San Rafael, el perfil de la zanja demuestra que el muro de contención puede establecerse

Teuscal. Complemento

3

en el ancho comprendido entre los dos bancos de arcilla que por sí impermeabilizan la arenisca que se halla entre ambos. Por lo tanto, la localización original del muro de contención, propuesta por los interesados en el proyecto, puede aceptarse como correcta.

En la parte meridional de la artesa de San Rafael no se conocía el borde del embalse cuando se hizo el estudio geológico, entregado a la Comisión de aguas. La inspección que se hizo sobre el terreno, en unión del Jefe de la Comisión, cuando la línea del borde estaba determinada, demostró en un afloramiento que también por este lado había garantías de impermeabilidad. El afloramiento consta de arcillas arenosas del cuaternario que envuelven uno que otro cascajo de plaquer y arenisca. La arcilla arenosa de esta índole, según consta del estado húmedo en que se le encontró en los pozos a que nos referiremos luego, son impermeables. Para tener mayor garantía de que esta clase de sedimento se extiende regularmente por la parte meridional de la artesa, se dispuso la construcción de dos pozos que quedaron localizados hacia el lado del filo de San Rafael porque ahí podían ocurrir cascajos. Los dos pozos que se hicieron en esta parte sin embargo demostraron que los sedimentos cuaternarios en esta parte son netamente arcillosos arenosos y que no contienen cascajos. Es importante el hecho de que ambos pozos muestren el mismo perfil y que el tercero que ya queda bastante alejado del borde meridional muestre lo mismo. Las condiciones son las siguientes:



En esta forma, queda demostrado que también la parte meridional de la artesa de San Rafael presta garantías de impermeabilidad.

En resumen se puede decir que las condiciones geológicas del em-

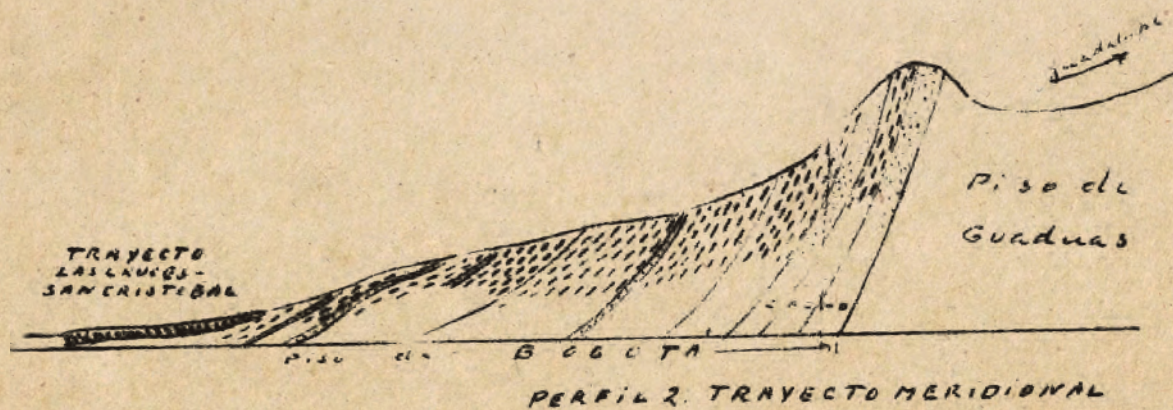
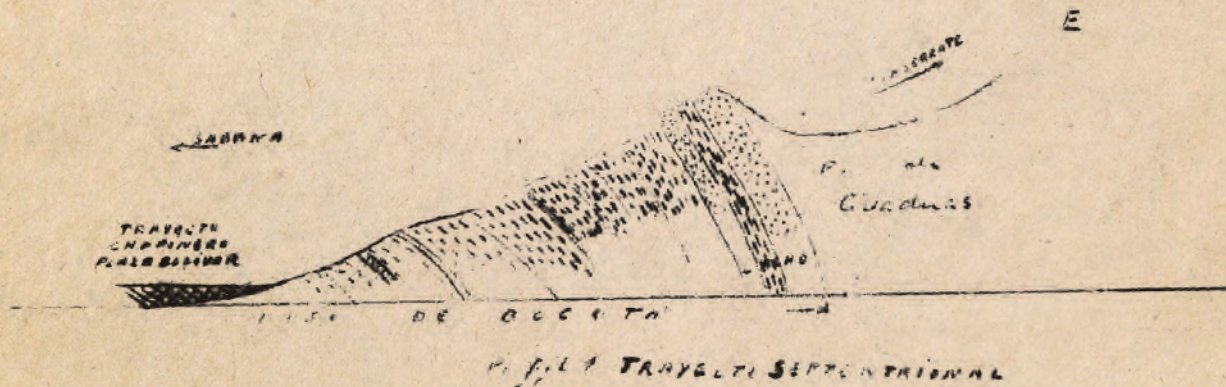
Teusacá. Complemento

4

halse de San Rafael son excepcionalmente favorables, siendo que la determinación geológica ha contado con todos los afloramientos que son necesarios para obtener un criterio justo.

De Ud. atento y seguro servidor

Geólogo del Depto. de Minas y Petróleo
Ministerio de Industrias



Las condiciones geológicas en el faldeo
situado entre Las Cruces y San Cristobal,
referidas a las edificaciones.

Invitado por el señor Director del Instituto de Accion Social, el suscrito hizo una inspeccion geológica de los predios municipales llamados Buenos Aires, La Maria y Primero de Mayo, con el fin de examinar las condiciones geológicas en relacion con la estabilidad de las edificaciones. Este estudio se hizo necesario en vista de que varias de las casas de obreros construidas en el predio de Buenos Aires estan presentando agrietaciones que se deben a la soliflucion. Los tres predios se hallan en la parte meridional de Bogotá, entre los barrios de Las Cruces y San Cristobal. El de Buenos Aires y tambien el de La Maria se hallan en la falda baja de la pendiente que se inicia en el lado oriental de la prolongacion de la carrera 7ª hacia San Cristobal. El de Primero de Mayo se halla al Sur del rio San Cristobal, en una planada cortada por zanjones hondos y anchos.

Motivos de las agrietaciones de los edificios en el predio de Buenos Aires.

El barrio que se extiende desde Las Cruces por la falda baja hasta Buenos Aires y de ahí hacia La Maria se halla edificado por casas de construccion ligera, excepto en el predio de Buenos Aires donde el Municipio ha construido casas sólidas de ladrillo, destinadas para los obreros. La falda en que se halla este barrio se extiende hacia el Norte hasta la parte oriental de Chapinero y en este trayecto septentrional se halla densamente cubierta por habitaciones que en lo general son mas o menos ligeras.

Las agrietaciones se han presentado en el predio de Buenos Aires, pero al parecer no se registran en el trayecto septentrional que sigue hacia Chapinero. Los motivos de que los agrietamientos se presenten en la parte meridional (Las Cruces-San Cristobal) y no en la parte septentrional de la misma falda son geológicamente óbvios. En la parte septentrional las arcillas del piso de Bogotá con intercalacion secundaria de areniscas y areniscas arcillosas se

Predio Buenos Aires-Agriet.

2

inclinan contra el cerro (véanse perfiles), en dirección al Oriente y siguen un largo trayecto con esta misma inclinación. En Buenos Aires, predio del trayecto meridional de la falda baja, la inclinación aparte de ser muy variable en los detalles se dirige al Oeste, o sea que tiene la misma dirección como la inclinación de la falda. En el trayecto septentrional, la inclinación contra el cerro implica primeramente una gran estabilidad de la roca, aun siendo esta arcillosa, porque un estrato con otro se sostienen desde el pie de la falda hasta la parte alta. Pero más importante es el hecho de que bajo estas condiciones de inclinación y en vista del carácter mayormente arcilloso e impermeable de las arcillas no puede formarse una gruesa capa de descomposición porque las aguas de lluvia se encargan de transportar la materia descompuesta hacia el plano, máxime que las condiciones de pendiente son en general favorables. En donde hay posibilidad de detención del acarreo de destrucción y descomposición, se ha acumulado detrito de areniscas que da un suelo firme. En las demás partes, las arcillas son suficientemente frescas y resistentes para servir de sostén a las habitaciones, como es fácil ver en los cortes del Paseo Bolívar.

En el trayecto meridional (falda baja Las Cruces-San Cristóbal), la inclinación de los estratos hacia la Cabana, o sea en igual sentido como el declive de la falda implica primeramente menor estabilidad de la roca misma ya que los estratos se pueden descomponer en una gran superficie y de esta manera volverse muy desahucables tan pronto se recarga el peso con edificaciones o se le hacen cortes, como en los chircales. La fluencia natural y lenta que por este motivo se produce se puede observar por ejemplo en el Chircaal bajo de Buenos Aires donde una capa de arenisca que fluye sobre un grueso banco de arcilla se ha triturado en relación con su migración. El peligro de la solifluencia sin embargo se vuelve más grave aun porque la inclinación de las capas no es pareja al Occidente sino es muy ondulosa y las aguas han recortado los estratos que se hallan en las ondulaciones. De esta manera se pierde el sostén, máxime si se hacen cortes, como en el Chircaal

Predio Buenos Aires

3

bajo de Buenos Aires y al lado de la casa NE edificada en el predio. En general se puede decir que en los terrenos que se componen de formaciones esencialmente arcillosas y que muestran la misma inclinación como el faldeo que forman, no son recomendables para habitaciones. La intercalación secundaria de areniscas en estos casos solo da lugar al costo local de los edificios y aun en estos casos hay que contar con el inflamiento de las arcillas que yacen bajo la arenisca (inflamiento por circulación de aguas debajo de la arenisca), inflamiento que puede conducir a agrietaciones.

Bajo estas condiciones y como todo el trayecto de falda baja desde Las Cruces hasta San Cristóbal presenta las mismas condiciones geológicas, no conviene hacer edificaciones sólidas ahí porque las inversiones en la mayoría de los casos serían crecidas y continuas, o inútiles. En estas condiciones se recomienda transformar toda esta faja en un parque en que de preferencia merece plantarse el acacia que se halla en Buenos Aires (los acacias afirman el suelo) y situar los mercedores en otras partes, sobre todo las planas y secas, donde se pueden hacer edificaciones sólidas. Esta medida es de doble importancia porque al mismo tiempo equivale al saneamiento de la parte plana del barrio Tres Cruces-San Cristóbal. Esta medida de saneamiento se ha implantado ya en la parte septentrional de la falda baja (la que sigue hacia Chapinero) y representa una labor urgente para la capital de la república.

Para mayor ilustración y por disposición del señor Director del Instituto de Acción Social, se han tomado algunas fotografías en el predio de Buenos Aires que llevan las explicaciones del caso.

En el predio de Primero de Mayo, las condiciones geológicas son distintas a las descritas. Se trata ahí de una planada formada de una gruesa capa de arena arcillosa y arcilla arenosa que corresponde a la formación pleistocena (cuaternaria) hasta pliocena de la Sabana de Bogotá, en especial a su desarrollo como se halla al sur de la Picota (Tunjuelo). El agua ha abierto ahí surcos de 12 a 15 m de profundidad, de 50 hasta 100 m de ancho y parejos en la

Predio Buenos Aires

4

base. Numerosos surcos menores que van ganando terreno afluyen a los mayores. La erosión presenta las formas que se llaman órganos geológicos. Este terreno, prohibiendo la edificación hasta unos 15 m del borde de los surcos, es estable, pero para conservarlo (en vista del avance de los surcos menores) es preciso replantar los surcos con árboles—como acacias—o construir en ellos pequeñas presas para evitar que el agua siga profundizándose y produciendo el desmoronamiento de los bordes de la planada. Esta planada en lo demás se halla a continuación del boquerón de San Cristóbal y recibe los vientos fuertes que soplan de ahí.

Bogotá, 15 de Octubre de 1933

Geólogo del Depto. de Minas y P.

2

en terreno reconocidamente tan inestable como lo es la costa del Pacífico, es probable que se repitan en el futuro. En tal caso, el deterioro o la destrucción de las compuertas serían funestas porque implicarían, además de la suspensión del tráfico, el vaciamiento de las grandes reservas de agua (lago Gatún) que alimentan el movimiento de barcos por las esclusas.

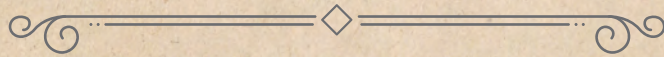
Un canal a nivel no presentaría el inconveniente de la limitación del tráfico, sobre todo en el caso del proyecto Atrato-Truandó al cual se puede dar con los actuales medios técnicos toda la amplitud requerida para una navegación ininterrumpida en ambos sentidos, aun en ^{el} paso relativamente corto, de 25 kms, por la serranía de Baudó que bordea el Pacífico (véase mapa 1). Además de ser probablemente el proyecto ^{a nivel} que menor volumen de roca ~~xxx~~ tenga que remover entre los demás ~~de su familia~~, el y de carecer de actividad volcánica, dos terceras partes de su longitud total de 170 kms son terrenos a flor de mar, y en especial terrenos que experimentan un movimiento de ~~deformación~~ ^{deformación} lento de hundimiento. Resulta por lo tanto óbvio en estas condiciones que el proyecto Atrato-Truandó, aún cuando sufra efectos tectónicos bruscos, no se resentirá vitalmente como un canal elevado porque los perjuicios serán remendables en plazos razonables, incluso en el paso por el corte profundo por la serranía de Baudó. El argumento de que la diferencia entre el nivel de aguas del Caribe y del Pacífico pudiesen generar una corriente por el canal, no ha sido probado en la práctica, ni tendría trascendencia en el caso de que existiera. Mas bien merece tenerse en cuenta la diferencia de alturas de mareas que es, en el Pacífico de 3 m en general, y en el lado del Caribe (golfo de Urabá) de solo 20 a 25 cm. En tanto que la influencia de la marea del Caribe es ~~negativa~~, la del Pacífico podría implicar el arrastre de sedimentos desde la costa y desde las orillas del canal hacia el sitio muerto de la marea, cuestión que se puede obviar en parte y ^{que} es de segunda importancia.

Las condiciones morfológicas y geológicas en el terreno del proyectado canal Atrato-Truandó son resumidamente las siguientes. Comenzando por el lado del mar Caribe, respectivamente el golfo de Urabá, su entrada al área cenagosa extensa del ~~bajo~~ ^{bajo} del Atrato-el desierto verde de Reclus- es

por la bahía Candelaria, ubicada en la parte Norte del delta del Atrato, suficientemente profunda y no expuesta a sedimentación, porque las corrientes del golfo llevan el limo del río Atrato hacia la culata y la orilla oriental del golfo. Entre dicha bahía y el lecho profundo del Atrato, el canal se dragaría sobre un corto trayecto en cieno y turba, es decir en condiciones altamente favorables. Luego, en una extensión de 60 kms, hasta el gran meandro que describe el Atrato abajo de la población de Río Sucio y de la desembocadura del río del mismo nombre, el río tiene amplitud y profundidad suficientes para barcos de alta mar, pero hallándose el terreno adyacente también en suelo y subsuelo de cieno y turba, el curso se puede corregir, profundizar y ampliar si las necesidades así lo requieren. En su paso por Bautatá, el río boca tierra firme conectada con el interior, lo cual da lugar a establecer ahí el puerto caribe del canal, adicionado por los islotes rocosos que se hallan en la inmediación. Para obviar el aporte de sedimentos del correntoso río Sucio, sería aconsejable dirigir el trazado del canal desde desde el meandro citado, igualmente por terreno de cieno y turba, hacia el sitio de la bifurcación del río Truandó que nace en la serranía de Baudó. Hasta ahí habría unos 110 kms de construcción sin problemas importantes. A partir de la bifurcación del Truandó hasta el Pacífico, el terreno viene siendo serrano y es necesario, para fijar el trazado, aparte de la restitución ~~sero~~ fotogramétrica (geográfica) del terreno, un escrupuloso estudio fotogeológico, guiado por estudios geológicos terrestres, indispensable sobre todo en la travesía por la serranía de Baudó por la complejidad de las rocas (Terciario Inferior, en parte probablemente metamórfico, andesitas y, hacia el Pacífico, rocas intrusivas básicas) y de su estructura, para definir la travesía mas segura por ese obstáculo. Entre la bifurcación del Truandó y el pie de la serranía ^(30 kms), las condiciones son todavía soportables porque se trata de sedimentos terciarios (oligocenos) de arenisca y de arcilla consolidada en un terreno de declive geográfico y geológico general hacia el oriente, poco fallado y plegado. En la travesía de ~~25 km~~ por la serranía de Baudó hasta el término del canal en la bahía de Humboldt (Paracuchichi) en el Pacífico, la altitud mínima en que ~~se~~ ^{se} puede cavar el canal es de 330 m, pero el volumen de material por remover se reduce apreciablemente por el valle longitudinal que forma el curso superior del Truandó en el interior de la serranía. Comparada esta

—◆— CAPÍTULO 5 —◆—

INVESTIGACIÓN



E. SANÍN CANO

Popayán (138, carreras)
7 de Diciembre 54.

Señor doctor don
Enrique Hubach.
Bogotá.

Mi querido amigo:

Mil gracias por la copia de su excelente conferencia sobre baldas. He leído ese importante ^{estudio} con mucha atención y no sin provecho. Este habría sido mucho mayor si mis nociones de geología no fueran tan limitadas.

Pero he podido apreciar las concordancias que usted reseña tan hábilmente entre los diferentes suelos geológicos y la gente. Darwin nos llevó hasta el momento nos conduce con la lámpara de su ingenio y la brújula de su saber por entre las aguas del mar hasta las rocas primitivas. En verdad, que escuchando uno el ruido proveniente de cientos cerebros, cree sentir ruidos de rocas o tumultos de olas.

Lo felicito entusiastamente
E. Sanín Cano

LA LABOR GEOLOGICA DE DON TULIO OSPINA EN EL OCCI-
DENTE DE COLOMBIA

(Apreciación basada en la obra: Reseña sobre la Geología de Colombia, y especialmente del antiguo departamento de Antioquia).

Página reservada para los datos biográficos que ofreció suministrar el señor doctor Mariano Ospina Pérez.

LA LABOR GEOLOGICA DE DON TULIO OSPINA EN
EL OCCIDENTE DE COLOMBIA

De regreso hace pocos meses de un estudio oficial por los Departamentos del Valle del Cauca que forman parte del Occidente Andino de Colombia, unidad geológica del país comprendida entre la cumbre de la Cordillera Central y el Pacífico, a la cual se refieren esencialmente los trabajos de Don Tulio Ospina, hemos tenido ocasión de conocer y de apreciar a fondo la obra del distinguido investigador colombiano. A medida que íbamos enterándonos del contenido del libro que se refiere a cinco lustros de estudios, con recursos insuficientes, en un terreno rehacio y geológicamente mas o menos virgen, admirábamos la sagacidad de los procedimientos a que recurría y los resultados que de ellos iba obteniendo, fundamentales no sólo para su tiempo sino también orientadores para la actualidad y los futuros trabajos geológicos. Por disposición del señor Ministro de Industrias, doctor Francisco José Chaux, se ha elaborado el presente trabajo, destinado a poner de relieve los puntos trascendentales que contiene la obra de Ospina, hombre de ciencias mas original y positivo en su proceder de lo que a primera vista y sin el conocimiento íntimo de la geología de Colombia podría aparecer. Para cumplir con esta disposición que se refiere a una labor que es ante todo de inducción, hemos desprendido los resultados sobresalientes de los pormenores que los rodean y los ocultan y los hemos apreciado de acuerdo con el actual estado de adelanto de las investigaciones geológicas de Colombia, margen suficiente para reconocer el mérito de la ofrenda que hizo Ospina a su patria.

La labor de Ospina se ha extendido sobre la mayor parte del país y, como lo reconoce Grosse, representa el segundo ensayo -el primero fué de Karsten- de dar una vista global sobre la geología de Colombia. En este notable empeño, logró aclarar varios rasgos decisivos de la evolución del tiempo andino (Mesozóico hasta la actualidad) que al tiempo son sencillos y precisos, es decir son un valioso auxilio para adelantar la geología del país sobre bases seguras. El mérito especial de su obra, empero, consiste en haber dado, con aproximación notable para su tiempo y con respecto a un campo nuevo, las bases para la geología del Occidente Andino de Colombia cuya desciframiento, en contraposición al Oriente -

2.-

Andino del país (desde la cumbre de la Cordillera Central hacia los Llanos), requiere mucha habilidad en vista de la tectónica atormentada, además de la gran intensidad magmática (intrusiva y efusiva), del grado muy variable del metamorfismo y de la ausencia casi absoluta de fósiles de guía. Colocado ante un trabajo tan exigente, se vió obligado, para salvar los obstáculos, a buscar medios distintos de los comunes y los encontró, principalmente en la determinación de la Cordillera Occidental como la mejor constante geológica de un extremo del continente americano al otro o, para hablar con las propias palabras de Ospina: "como el fenómeno geológico continuo mas extenso que presenta el globo terrestre." Esta revelación le permitió sentar la propia base para la estratigrafía del Occidente y lo orientó con respecto al metamorfismo del mesozóico, o sea con respecto a un problema que pocas veces se resuelve acertadamente. De esta manera y de una misma base, derivó dos orientaciones prácticas que simplifican la determinación geológica del país. Al mismo tiempo, como la aplicación fue hecha desde otros países andinos al Occidente colombiano demostró que los resultados geológicos obtenidos en regiones exploradas, sin necesidad de fósiles, se pueden aplicar a regiones que están sin explorar, afines a las exploradas en el sentido de la evolución tectónica. El aprovechamiento de esta particularidad es hoy día el derrotero excelente que permite realizar, pronto y con la mayor aproximación posible, el anhelo de conocer detenidamente la geología de todo el país y con ella las riquezas minerales.

Mientras los conceptos sobre la estratigrafía y sobre el metamorfismo regional que Ospina emitió en relación con Antioquia, merecieron ser adoptados de manera general por un experto tan conciente y crítico como R. Scheibe, el rasgo genial de sus investigaciones, o sea el aprovechamiento de una unidad tectónica relativamente persistente como la Cordillera Occidental para fines de la orientación geológica en América, no se reconoció en sus vastas consecuencias, a pesar de que las razones con que Ospina sustenta sus puntos de vista son bien obvias. El descubrimiento evidentemente ha sido prematuro en relación con el tiempo en que fué hecho.

Antes de entrar a apreciar por partes la contribución de Don Tulio Ospina a la Geología del país, necesitamos conocer el ambiente desfavorable en que tuvo que realizar su trabajo.

3.-

Ospina inició sus labores en Antioquia cuando la geología de esta región era prácticamente desconocida y cuando toda la geología del Occidente de Colombia, - del cual es un resorte la parte antioqueña que queda al Oeste de la cumbre de la Cordillera Central, se hallaba en pañales. Karsten había determinado a rasgos generales el terciario de la hoya andina del Cauca, de Cartago al Sur, pero no logró descifrar la subdivisión de los terrenos pre-terciarios. Bergt y Kuech, basados en las colecciones de Reiss y Stuebel, hicieron la clasificación petrográfica de las rocas del Occidente y sobre esta clasificación trató Bergt de resolver el problema estratigráfico, esfuerzo cuyo éxito no fué halagador. Al encargarse del estudio del Occidente de Colombia, Tulio Ospina, se vió ante un terreno que había resistido los esfuerzos de descifración que habían hecho Karsten y Bergt. Lo aleatorio de este terreno - resulta aún mejor si se tiene presente que, después de Ospina, Grosse quien contaba con una excelente preparación en geología, consideró que parte del juratriásico de Ospina y el paleozoico de este debían equivaler al precámbrico, apreciación que evidentemente es errada, mientras la opinión de Don Tulio, adoptada por Roberto Scheibe viene a confirmarse. El haber conseguido una descifración aproximada a la realidad, en este terreno adverso, representa para Ospina un título que hace imperecedero su nombre como geólogo de profundos conceptos y amplia visión.

El éxito obtenido es tanto mas notable cuanto - que el autor de la Reseña no era geólogo sino ingeniero de minas, es decir que le fué menester ampliar sus conocimientos mas o menos autodidácticamente lo que - naturalmente implica la formación, en ^{ocasiones} ~~véces~~, de conceptos desviados, como son frecuentes en dicha obra. Además tuvo que arbitrar nuevos recursos para salir de los embrollos que ofrece la geología del Occidente y que el estudio empírico no resuelve sino muy lentamente. Es frecuente el caso de que no son los profesionales de un ramo de las ciencias los que definen las bases de orientación, sino los allegados, desprendidos de los prejuicios que implica la doctrina, necesaria en sí para mantener la estabilidad del ramo. El caso es que Karsten, médico de oficio, dió las bases geológicas para el oriente del país ante todo, en tanto que Wolf, sacerdote en su tiempo, las dió para el Ecuador, en una obra de especial mérito pero poco apreciada. - Muchos pormenores hay en los trabajos de estos tres - investigadores, ~~doblemente~~ notables, que se podrán criticar y enmendar, pero nos rebajaríamos nosotros mismos si no reconociéramos que esos errores se vuelven

4.-

insignificantes ante los resultados fundamentales que obtuvieron y que han servido de cimientos para quienes, posteriormente y en mejores condiciones, han seguido edificando en ellos.

Otra circunstancia que debe tenerse en cuenta se refiere a que Ospina no pudo ejercer su profesión ni su afición de manera continua, sino con serias interrupciones, haciendo de su labor un estudio mas bien privado, de propia iniciativa. Esto es comprensible si se tiene presente que las oscilaciones políticas y económicas de aquellos tiempos obligaban a cambiar de oficio ^{de él} con frecuencia, defecto que, ~~en lo lógico,~~ ha venido subsanándose con las medidas adoptadas por el hermano de Don Tullio, el presidente Pedro Nel Ospina, en bien del estudio oficial y continuo de la geología de Colombia.

Finalmente, no se debe perder de vista que Ospina estaba obligado a trabajar aislado del contacto con otros geólogos y con los centros científicos correspondientes, auxilio importante que permite consolidar los resultados. Este defecto independizó seguramente su criterio y lo hizo apoyar decididamente en los datos que ofrece la individualidad geológica de la naturaleza colombiana cuyo valor se destaca ya de los estudios de Humboldt.

Al estudiar la obra de Ospina, el lector experto encontrará interpretaciones erradas que se explican en parte de las condiciones especiales, arriba anotadas, en que realizó su trabajo. Pero ellas, mas que todo, son inherentes a toda obra humana, por sólida que parezca durante algún tiempo. Ninguno de los geólogos que han investigado el país, ha escapado a los errores. Esto lo vemos en la labor de Karsten quien, enseguida de Humboldt, inició el estudio geológico de Colombia, en la de Hettner quien lo consolidó, en la obra de Bergt quien determinó las bases petrográficas, en la obra de Stille quien hizo un verdadero milagro al reconocer, a través de una serie de errores, algunos de los rasgos esenciales de la tectónica colombiana, en las obras de R. Scheibe, de O. Stutzer, de E. Grosse, etc. Sin embargo cada una de estas obras representa un adelanto importante para la geología del país y es la base necesaria para los estudios actuales y los futuros.

Contribución a la Tectónica General de Colombia

Si se quiere llegar a la apreciación correcta de las obras que ofrece la naturaleza, es necesario conocer la causa primordial que las originó. La naturaleza de Colombia es explícita a este respecto y demuestra que ellas resultan, ~~en principio y principalmente,~~ de la evolución tectónica y de sus distintos grados de intensidad. De ella depende el carácter y la repartición de los sedimentos y de las rocas eruptivas, luego la distribución de los minerales, el aspecto geográfico en conjunto, el desarrollo biológico, etc.

Los naturalistas que han iniciado el estudio de los problemas fundamentales de la tectónica del país, son Humboldt, Stille, Tulio Ospina y, desde el Perú, Steinmann.

Humboldt, cuya labor aún no estamos en condiciones de apreciar debidamente, ha dado a conocer la subdivisión de los Andes en ramales y en nudos, refiriéndose también a las cuencas andinas. La importancia que tiene la subdivisión de los Andes en elementos longitudinales, paralelos entre sí, o sea en ramales, se destaca del hecho de que ellos no sólo se dividen en ramales principales (cordilleras y hoyas andinas) sino que cada ramal principal vuelve a subdividirse en elementos análogos de mediana escala y estos a su vez en elementos de pequeña escala que coinciden con los anticlinales y sinclinales comunes. Por razones isostáticas, esta subdivisión longitudinal de mayor a menor escala no resalta sino en ciertos trayectos, llamados ~~ahora~~ terrenos de transición. Las transiciones median entre los nudos, o sea entre las zonas cupulosas complejas de mayor hasta menor tamaño en que se congregan o confunden los elementos longitudinales, y las cuencas en que los elementos interiores de un sistema de ramales se hundan a favor del levantamiento (generalmente relativo) de los elementos laterales, ~~en que~~ conociendo esta particularidad y teniendo en cuenta que el principio en que ella se funda es infinitamente variable en sus efectos, nos damos cuenta de la aparente discontinuidad e irregularidad de los ramales andinos. El principio constructivo, así bosquejado, ha sido expuesto en el informe sobre la geología petrolífera del Norte de Santander (archivo del Departamento de Minas) y ha sido complementado con las observaciones técnicas de Tulio Ospina, de Stille y de Steinmann, expuestas enseguida.

Stille quien pasó una temporada de sólo seis meses en Colombia, determinó en 1909 el carácter geológico de

6.-

las cordilleras y de las hoyas andinas, caracterizándolas ~~per cierto~~ como ~~hojas~~^{hojas} fracturadas concepto que sólo se puede aplicar a ciertas partes de los ramales. Luego dió a conocer las ~~virgaciones~~^{dislocaciones} más destacadas que existen en la sección andina de Colombia, o sea la que efectúan los Andes desde el Ecuador hacia el Caribe y la que se realiza en la Cordillera Oriental desde la región alta santandereana hacia la región de Maracaibo. Estas ~~virgaciones~~^{dislocaciones} andinas equivalen a los terrenos de divergencia de los ramales desde un nudo hacia una cuenca y son los que hemos calificado de terrenos de transición.

A raíz de los precedentes establecidos por Humboldt y Stille, los rasgos orientadores del principio constructivo de los Andes se habían despejado, pero de ahí no se había llegado a hacer deducciones que fueran aplicables a la descifración estratigráfica y mineral. El primer paso en este sentido lo dió Ospina, al reconocer primeramente el desarrollo bastante uniforme que tiene la Cordillera Occidental en el continente americano. Luego se dió cuenta de que la uniformidad constructiva coincidía con la repartición notablemente regular de un grupo estratigráfico que él denominó juratriásico, pero que, según sabemos ahora, también incluye el cretáceo. Además observó que dicho grupo, regionalmente, se presentaba en estado de metamorfismo. De estas particularidades generales de la Cordillera Occidental dedujo que el sector colombiano de ella debía estar constituido de manera semejante y el estudio sobre el terreno le confirmó esta suposición. Sabemos ahora que la relativa uniformidad geológica de la Cordillera Occidental es efecto de la evolución tectónica intensa y pareja que sufrió desde el mesozóico hasta el terciario y que a ella corresponde como función la regularidad estratigráfica y la gran intensidad magnética, como también el metamorfismo regional. El solo hecho de haber llamado la atención hacia la uniformidad de la Cordillera Occidental y de haber demostrado que esta particularidad se puede aprovechar en bien de la descifración geológica en un terreno que estaba explorándose, imparte una orientación nueva que dió Ospina al progreso de los estudios geológicos en Colombia, tanto más notable cuanto que se refirió a un terreno complicado. Además esta determinación fué motivo para descifrar las causas tectónicas de este fenómeno que vino a aclarar en principio el geólogo Steinmann, fundado en la regularidad geológica de la Cordillera Occidental, Ospina opinó que la Cordillera Central, constituida de Antioquia al Sur de rocas principalmente paleozóicas, se prolongaría por la región de Simití hacia los nudos pa-

Es un mérito especial de Ospina de habernos indicado el camino que da salida a estas complicaciones. - Teniendo en cuenta el metamorfismo que se distingue regionalmente en el juratriásico en otras partes de los Andes y respaldado en la uniformidad de la Cordillera Occidental, dedujo que el metamorfismo en la parte occidental de Antioquia debía ser una característica del juratriásico y esto mismo daba la medida para reconocer el paleozóico de la Cordillera Central en forma de rocas mas intensamente transformadas que las mesozóicas. Mediante los estudios posteriores se ha podido establecer que la apreciación de las rocas metamórficas que hizo Ospina es correcta, a grandes rasgos, y que sus puntos de vista resuelven el problema de manera concreta y sencilla. Según se ha explicado en el capítulo subsiguiente, el probable jurásico y el posible triásico de la Cordillera Occidental y de los dinteles de la hoya del Cauca se hallan transformados - vastamente en esquistos lustrosos hasta ligeramente filíticos, así por ejemplo en la angostura del río Dagua (FC. de Cali a Buenaventura), al W. de Riofrío, de Bolívar (Valle) y entre Toro y Anserma Nuevo. De ahí al Norte, de acuerdo con la disminución de la intensidad tectónica desde el nudo ecuatoriano hacia el interior de la cuenca Caribe, el metamorfismo de este grupo estratigráfico ya no es tan sensible (en la Cordillera Occidental) según consta de los estudios de Scheibe, pero sí se manifiesta a esa latitud en el flanco occidental de la Cordillera Central que es el eje longitudinal del metamorfismo en Colombia. En cuanto al paleozóico, sabemos que este evidentemente se halla en estado altamente metamórfico (néisico y filítico) en la parte meridional de la Cordillera Central donde yace bajo sedimentos aptiano-barremianos, transformados regionalmente en filitas puras (Pitayó, al NE. de Popayán). Ahí mismo se determina que el metamorfismo es término medio mucho mas considerable en el lado occidental (de evolución tectónica mas activa) que en el lado oriental de dicha cordillera. Lo propio sucede en el trayecto antioqueño de la Cordillera Central, con la diferencia de que ahí el metamorfismo de acuerdo con la distancia considerable del nudo ecuatoriano, es mucho mas suave. En el pié oriental de aquel trayecto, cerca a Pto. Berrío, de Boeckh ha reconocido un punto en que aún el ^{cretácico} ~~siluriano~~ no muestra transformación apreciable (esquisto arcilloso). En el lado occidental en cambio, el grupo estratigráfico que yace bajo el mesozóico y que seguramente representa el paleozóico, muestra metamorfismo suave hasta regular y aún el nivel llamado formación porfirítica antigua por Grosse (Jurásico superior o cretáceo inferior) muestra transformación local, como en el borde nororiental de la cuenca terciaria de Sopestrán.

Contribución a la evolución geológica del país

Al darse cuenta de la repartición de los grupos -estratigráficos en Colombia, Ospina nos dió a conocer - algunos de los rasgos fundamentales de la evolución geológica, sin sospechar de su importancia. Primeramente clasificó la Cordillera Central como ramal formado esencialmente de paleozóico. La Cordillera Occidental la consideró juratriásica y la Oriental la juzgó cretácea. Estas apreciaciones generales apenas necesitan enmendarse. En la Cordillera Central participan también sedimentos del cretáceo medio (barremiano-albiano) y quizá también han participado los del cretáceo superior, destruídos hoy día. Estos sedimentos se han observado del Nevado del Huila al Sur, pero ~~llegan probablemente hasta el Nevado del Ruiz.~~ Es improbable que en el trayecto antioqueño haya habido sedimentación mesozóica, excepto hacia los flancos occidental y oriental. La Cordillera Occidental conviene calificarla de mesozóica porque aparte del jura-triásico participa en ella el cretáceo, mientras el terciario apenas se encuentra en pocas áreas de escasa extensión. La Cordillera Oriental es cretáceo-terciaria, de acuerdo con la vasta extensión de los sedimentos de este tiempo en el sector que se extiende desde la latitud de Neiva al Norte. En ella existen áreas de rocas paleozóicas que sólo transitoriamente han sido invadidas en el cretáceo o en parte no lo han sido, pero estas son de extensión relativamente pequeña. *(Nota en la obra de Ospina, "Evolución geológica de Colombia")*

Tulio Ospina ha reconocido, pues, la diferencia de edad que existe entre las cordilleras, decisiva para aclarar la evolución geológica del país. Durante el tiempo andino, enmendando así una expresión de Ospina quien la llama columna vertebral del continente, ha sido una faja terrestre longitudinal que tan sólo fué invadida - transitoriamente durante el cretáceo medio y superior. La Cordillera Occidental comenzó a volverse terreno geosinclinal desde el jurásico y posiblemente desde el triásico, mientras la Cordillera Oriental en este tiempo era terrestre y comienza a transformarse en área sedimentaria durante el jurásico superior (regionalmente) y definitivamente a partir del cretáceo inferior, en especial desde el barremiano-aptiano. De igual modo, la Cordillera Occidental comienza a destacarse mas temprano que la Oriental, es decir resalta del área sedimentaria a partir del terciario inferior, tiempo en que la Cordillera Oriental apenas localmente y de manera rudimentaria daba signos de preformación, permaneciendo en lo demás área sedimentaria hasta el terciario medio, inclusive. De manera general se puede decir que la evolución geológica de la

Cordillera Occidental, tanto en lo que se refiere a su génesis geosinclinal como en lo relativo a su transformación en cordillera, se adelantaba a la evolución de la Cordillera Oriental. Durante el cretáceo, la Cordillera Central dividía el área geosinclinal en dos partes simétricas, cuyas facies costaneras se hallan hacia el pié de dicha cordillera y prosiguen hasta el terciario medio (hoyas andinas del Magdalena y del Cauca), mientras las facies alejadas de dicha costa caracterizadas por sedimentos de grano mas o menos fino, y por la participación tan solo secundaria de cal (jurásico y cretáceo), se hallan en la Cordillera Occidental (mesozóico) y en la Oriental (cretáceo hasta terciario medio). Este cuadro evolutivo, y orientador con respecto a la repartición de los sedimentos y de sus facies, se complementa con la determinación de las demás masas paleozóicas, mas o menos latentemente terrestres en el mesozóico, ubicadas en la parte santandereana y venezolana de la Cordillera Oriental y en el nudo de Santa Marta. En lo demás, las apreciaciones de Ospina llaman poderosamente la atención hacia la diferencia geológica entre el lado occidental andino de Colombia y el lado oriental, particularidad que ha venido poniéndose de manifiesto, mejor, con las recientes observaciones, y que es efecto de la diferencia de intensidad tectónica entre el Oriente y el Occidente Andinos del país.

Nos parece necesario en esta parte, recalcar en el hecho de que Ospina, por intuición e inducción, iba dando preferencia a la descifración de las bases geológicas, es decir trataba de ahondar la comprensión de los problemas que se le presentaban, labor esta que ha hecho tan útil la reseña.

Contribución a la estratigrafía

La subdivisión estratigráfica que Ospina hace con respecto al Occidente Andino de Colombia, comparada con las apreciaciones actuales es la siguiente:

Subdivisión de Ospina

6) Cuaternario

Apreciaciones actuales

Cuaternario.-El grupo volcánico andesítico que Ospina - también incluye al cuaternario - hoy piso de Popayán-puede corresponder al plioceno, según determinaciones de Gro-

11.-

sse y del suscrito en la parte meridional colombiana de la Cordillera Central.

- | | |
|------------------|--|
| 5) Terciario | Terciario. Las determinaciones hechas por Ospina son correctas, menos en lo que se refiere a la formación carbonífera de Antioquia-que él consideraba cretácea y que seguramente corresponde al terciario medio. |
| 4) Cretáceo | La formación carbonífera de Antioquia, como lo dijimos, es terciaria, y no cretácea. El cretáceo está incluido en la parte alta del jura-triásico de Ospina. |
| 3) Jura-triásico | Cretáceo, jurásico y posiblemente triásico. |
| 2) Paleozóico | Paleozóico, mas o menos seguro. |
| 1) Arcaico | Arcaico, probable ^{edad} hasta seguro. |

La comparación de muestra que la subdivisión original que estableció Ospina, concuerda o difiere poco en relación con la apreciación actual. El único error apreciable consiste en la determinación del cretáceo. La relatividad de este error sin embargo resalta si tenemos en cuenta que la edad de las propias formaciones carboníferas de Colombia (terciario inferior y terciario medio) se ha discutido por largo tiempo, siendo Hettner quien abogaba por la edad cretácea del terciario carbonífero de la Cordillera Oriental, reconocido hoy, (R. Scheibe) como terciario inferior. Grosse se inclinó por considerar el terciario carbonífero de Antioquia como terciario inferior, siendo mas o menos seguro que pertenece al terciario medio.

Apreciación de los grupos estratigráficos, establecidos por Ospina en el Occidente

Al hacer la determinación del arcáico, Ospina se orienta ante todo por los esquistos anfibólicos, guía -

que también ha servido a R. Scheibe y Grosse. Luego - refiere que los terrenos arcáicos se reducen en Colombia a la región fronteriza con Venezuela y el Brasil y a la parte central de Antioquia, al E. de Medellín. La presencia de rocas arcáicas hacia el Orinoco y hacia - el extremo de la Amazonia Colombiana, se ha hecho segura con las investigaciones que se hicieron en la Guayana, en la región brasilera que limita con Colombia y en el Suroriente de Colombia (v. Bauer). Ellas yacen en importantes trayectos bajo el cretáceo superior (Caquetá-Vichada) y bajo el piso de Koroima, juzgado como neopaleozóico por unos y como eocretáceo por otros. El grado avanzado del metamorfismo es ahí un criterio mas o menos positivo para la determinación del prepaleozóico, o mejor dicho del pre-simuriano, porque en el zócalo continental los movimientos tectónicos del paleozóico en adelante han sido muy leves y no han logrado transformar los sedimentos post-cámbricos (véase por ejemplo Kratzer). En cuanto al centro de Antioquia, hemos de tener en cuenta que se trata ahí de la parte de la Cordillera Central en que asoman y dominan rocas que, en general podemos considerar premesozóicas, algunas como paleozóicas y otras como prepaleozóicas, de acuerdo con el estudio y el mapa de R. Scheibe. Esta región, principalmente granítica, corresponde a una culminación geológica de la Cordillera Central que hemos llamado - nudo de Antioquia. Como lo hemos dicho, sobre el pié oriental de este nudo, al W. de Pto. Berrío, asoma el siluriano con fósiles. La presencia de rocas tan antiguas sobre uno de los flancos bajos del nudo de Antioquia, nos indica que sobre la culminación que, durante el mesozóico ha sido masa terrestre, sometida a la erosión, bien puede asomar rocas prepaleozóicas de la índole que identificó Ospina. En el resto del país, de acuerdo con Ospina, creemos difícil que asomen rocas prepaleozóicas, en vista de que aquellas que podrían - considerarse como tales por el grado avanzado de metamorfismo, según su relación stratigráfica y su ubicación en terrenos de gran intensidad tectónica, deben juzgarse como paleozóicas.

El paleozóico, según Ospina caracteriza en primer lugar la propia Cordillera Central, y el nudo de Santa Marta en la continuación de dicha Cordillera hacia la cuenca Caribe. Luego lo reconoce en las regiones altas de los Departamentos de Santander y de la sección andina de Venezuela y refiere también el afloramiento que Hettner halló al E. de Bogotá (piso de Quetame). Estas en realidad, son las principales áreas - de rocas paleozóicas que conocemos, complementadas con otras menores que se han conocido posteriormente. Es

13.-

notable además que nos refiere rocas paleozóicas desde el borde occidental de la Cordillera Central hacia el Pacífico, observación que hasta ahora debe considerarse como ajustada. Si ahí llegan a asomar rocas paleozóicas probablemente solo lo harán en extensiones reducidas. Después de describir la clase de rocas paleozóicas, Ospina pone de presente el metamorfismo alto que hace difícil su identificación, y juzga que ellas en su mayor parte equivaldrían al siluriano y al devoniano, de acuerdo con los datos que tenía a disposición de otras partes de los Andes. Hoy día se conocen contados lugares en las secciones colombianas y venezolanas de la Cordillera Oriental en que se han determinado por fósiles el carboniano (mas preciso quizá el permocarboniano) y el devoniano. El siluriano hasta ahora no se conoce con precisión sino del lugar al Oeste de Pto. Berrío. Una formación, llamada en Venezuela piso de Soápara, anterior al cretáceo, se atribuye al permiano pero puede corresponder eventualmente al permocarboniano. Esta formación que corresponde al neopaleozóico, se presenta metamórfica en la parte alta de Boyacá (Guantiva, según determinaciones hechas por H. Goblot, información verbal) y mas avanzado es evidentemente el grado de metamorfismo de las rocas precarbonianas en la parte alta de los departamentos de Santander donde ellas ofrecen carácter micacítico en parte y aún néisico, siendo seguramente paleozóicas porque van cubiertas por el cretáceo, formación esta que en ningún lugar andino coloca sobre rocas prepaleozóicas, ni aún en Quetame donde el piso del mismo nombre tiene mucha relación con el cambriano de Tennessee (EE.UU.). Teniendo en cuenta que la Cordillera Oriental o en general el Oriente Andino de Colombia ofrece un tectonismo relativamente suave que explica la no alteración regional del paleozóico, es seguro que en el Occidente, especialmente en el flanco occidental de la Cordillera Central al paleozóico debe hallarse transformado de manera general, y en efecto, el estudio del yacente del mesozóico, regionalmente muy metamórfico, lo confirma, Grosse, a pesar de la orientación que le podría haber dado la transformación de la formación porfirítica antigua en el borde septentrional de la cuenca de Sopetrán, consideró que estas rocas serían prepaleozóicas, fundándose en la observación de que en los EE.UU. menos en el lado del Pacífico (lado eutectónico de los Andes), y en el Perú, comunmente solo el prepaleozóico está transformado. Pero estos terrenos son de una evolución tectónica mas lenta que el terreno paleozóico a que se refiere Ospina y por lo tanto el metamorfismo no ha afectado las rocas post-algonquianas, excepción hecha de algunos puntos de los Alleghanies y de considerables -

extensiones en el Occidente Andino del Perú, donde el paleozóico y aún el jurásico superior muestran un grado regular hasta leve de metamorfismo. En estas condiciones, aún cuando la falta de fósiles y el estudio extensivo del país nos impiden hacer una determinación definitiva, es mas o menos seguro que la determinación del paleozóico hecha por Ospina es correcta, mientras el criterio de Grosse evidentemente es errado. Agregamos que Grosse, en terrenos juzgados por él como precámbricos, situados en el alto Caquetá, encontró rastros de fósiles, circunstancia que demuestra que sin duda se trata de sedimentos paleozóicos. Para corregir un concepto de Ospina, ponemos de presente que la faja calcárea que se extiende por el pié oriental de la Cordillera Central, desde el departamento del Tolima hacia el de Antioquia, no es paleozóicas sino pertenece probablemente al barremiano-aptiano, igneometamórfico (mármol) en esta extensión.

El grupo stratigráfico mas importante en relación con la subdivisión de las rocas del Occidente, es lo que Ospina calificó como jura-triásico, constituyen por esquistos arcillosos, cuarzosos (lúditas) y grafíticos y rocas volcánicas llamadas entonces trapeanas (diabasas, meláfiros, adanita, porfirita, etc.) las cuales predominan hacia la parte alta del grupo. Con respecto a la repartición dice Ospina que: "El ancho de esta formación es muy considerable, pues comprende el eje, las vertientes orientales y parte de las occidentales, de la Cordillera Occidental de Colombia. Al E. de la Cordillera Central Colombiana y de la de los Andes en el Ecuador y en el Norte del Perú (continuación andina de la Cordillera Central hacia el Sur) es completamente desconocida la formación juratriásica. Esta descripción es correcta, salvo en lo que respecta a la parte alta del juratriásico de Ospina que es cretáceo, el cual se extiende al E. de la Cordillera Central y es ahí pocas veces volcánico. Debido a que confundió la formación carbonífera de Antioquia con el cretáceo del Oriente, no le fué dado establecer bien claramente el contraste que existe entre la facies cretácea del Oriente y la del Occidente de Colombia (en el Oriente esencialmente sedimentaria - con excepción del alto Magdalena y de la parte meridional de la Cordillera Oriental; en el Occidente esencialmente volcánica). La edad cretácea de la parte alta del juratriásico, de Ospina vino a establecerse a raíz de los estudios que hizo Steinmann en los fósiles respectivos que recogieron R. Scheibe y Grosse en el borde oriental de la sección antioqueña de la hoya del Cauca. Dichos fósiles pertenecen al barremiano-aptiano, pero los estudios realizados en el Valle del Cauca indican que -

los derrames volcánicos con escasa intercalación de sedimentos se suceden hasta el senoniano. En lo demás, Ospina seguramente tiene razón al considerar el grupo como juratriásico. Primeramente lo prueba el hecho de que en los Andes, los sedimentos de este tiempo se restringen casi exclusivamente al Occidente, o sea al terreno que se halla al W. de la Cordillera Central, mientras en el terreno oriental, la sedimentación comienza apenas localmente con el jurásico superior (por ejemplo al E. de Bogotá). En segundo lugar, siguiendo la reción de Ospina, dichos sedimentos son ante todo característicos para la Cordillera Occidental cuya uniformidad geológica permite suponer fundamentalmente que ellos también se hallan en la parte colombiana de dicha cordillera. En tercer lugar, el estudio del terreno de la Cordillera Occidental y de los bordes de la hoya andina del Cauca, de muestra que se trata claramente de sedimentos que abarcan el jurásico y posiblemente el triásico, aun cuando no se han encontrado todavía los fósiles que documenten la edad, debido a que la facies de los sedimentos es principalmente arcillosa. En efecto, debajo del cretáceo volcánico, y en concordancia con éste, se halla un nivel de sedimentos liídíticos y arcillosos, con intercalación regional de derrames diabásicos. Este nivel lo denominó Grosse formación porfirítica antigua y su relación con el cretáceo demuestra que debe tratarse, o del cretáceo mas inferior (al menos pre-barremiano), o del jurásico superior. Ahora resulta que, en el occidente Andino de los Estados Unidos existe una formación con los mismos caracteres petrográficos en general, llamada Franciscan y atribuida al cretáceo inferior o, mas probablemente, al jurásico superior; debajo de la formación porfirítica antigua, según las observaciones que hicimos entre la angostura del río Dagua (FC. de Buenaventura) y Anserma Nuevo en el límite de los Departamentos del Valle y de Caldas, sigue un grupo potente arcilloso con muy escasa participación de areniscas finas, transformado ahí en esquistos lustrosos y cuarcitas. Como en todas las partes donde tuvimos ocasión de observarlo, el contacto de dicho grupo con la formación porfirítica antigua es regular, es evidente que se trata de concordancia real o aproximada. Además, como el grado suave del metamorfismo se traduce localmente a la formación porfirítica antigua, apenas cabe duda que el grupo, típicamente expuesto en la angostura del río Dagua, abarca el jurásico y bien puede extenderse al triásico, como en otras partes de la Cordillera Occidental americana. Sin duda llamará la atención que la facies del juratriásico colombiano no ofrezca calizas como en el Occidente del Perú, siendo apenas margosa hasta calcítica hacia la región de Frontino y el Sur de Urabá. Sin embargo esta facies no es extraña porque también el cretáceo del sec-

tor colombiano de la Cordillera Occidental, aparte de ser mas intensamente volcánico, no contiene calizas como el cretáceo de la sección peruana de la misma cordillera. La abundancia de calizas en el mesozóico del Perú evidentemente es efecto de que aquella parte se hallaba a inmediación de la vieja masa terrestre interandina que se extiende del altiplano de Bolivia hacia el Sur de la Argentina y que equivale hoy día a la Cordillera Central, aun cuando el carácter cordillerano no resalta. El Occidente colombiano, alejado de dicha masa amplia e inmediato a una parte donde la Cordillera Central era masa terrestre latente y estrecha, en cambio muestra facies arcillosa y volcánica y aún puede interpretarse como faja de mar relativamente profundo. Ospina por lo visto, se había fiado demasiado en la uniformidad de la Cordillera Occidental, cuestión que en aquellos tiempos se explicaba. Los datos allegados demuestran que la facies sí varía y aún las formaciones.

Convencido de que el grupo que había determinado como juratriásico no abarcaba el cretáceo y viendo que en la Cordillera Oriental la facies del cretáceo era sedimentaria, Ospina juzgó que en la sección antioqueña de la hoya del Cauca dicho período estaba representado por la formación carbonífera que se extiende sobre el grupo volcánico del fin del mesozóico y otros, tanto mas cuanto que Hettner había considerado que, en la Cordillera Oriental y en la hoya del Magdalena, la formación carbonífera que él llamó piso de Guaduas (ahora terciario inferior) podría representar el cretáceo superior. Sin embargo, la formación carbonífera de Antioquia corresponde al terciario medio y los fósiles cretáceos que conoció Ospina y atribuye a dicha formación, se hallan en realidad dentro del cretáceo volcánico. La determinación de la formación carbonífera de Antioquia, o simplemente piso de Antioquia, se funda en las siguientes observaciones: El Terciario inferior de la hoya del Cauca, expuesto de Vijes y Cali al Sur, se coloca en discordancia leve sobre el cretáceo, lo mismo como sucede en la hoya del Magdalena. El terciario medio en cambio muestra en la hoya del Magdalena discordancias fuertes que lo colocan hasta sobre el cretáceo medio e inferior. Esta discordancia parece volverse general desde el curso alto hacia el curso medio del Magdalena, de manera que en el curso medio ya no aflora el terciario inferior por estar destruido antes de la deposición del terciario medio. En Antioquia, es decir en la sección correspondiente de la hoya del Cauca, situada frente al curso medio del Magdalena, la formación carbonífera terciaria se coloca con fuerte discordancia sobre los demás diversos niveles mesozóicos y quizá paleozóicos, circunstancia que indica

17.-

claramente que se trata de sedimentos del terciario medio. Además falta ahí el terciario inferior, lo mismo - como a la latitud correspondiente de la hoya del Cauca. El carbón del piso de Antioquia, por fin, muestra un grado calorífico apreciablemente mas bajo que el carbón del terciario inferior de la zona Cali-Patía y que el carbón del terciario inferior del Alto Magdalena y de la Cordillera Oriental. De igual manera el carbón del terciario medio de Venezuela, de igual calor calorífico como el de Antioquia, muestra un valor calorífico inferior al que - se determina en los carbones del terciario inferior del mismo país.

Prescindiendo de este error y teniendo presente - que la descripción de la participación de la formación - carbonífera que hace Ospina en el Occidente amplía considerablemente nuestros conocimientos al respecto, la determinación del terciario en las demás partes del Occidente es correcta. Así fija la amplia faja terciaria que se extiende por el pié occidental de la Cordillera Occidental y que continúa de ahí hacia el litoral ecuatorial para morir en el litoral del centro del Perú. Además nos da cuenta de la vasta repartición del terciario en Bolívar, de algunos residuos en la Cordillera Occidental (Cerrazón de Dabeiba, Llanos de y del terciario con nivel marino que va de Vijes hacia - el alto Patía. Con respecto a la faja terciaria que se desarrolla al E. de Cartago-Buga, dice Ospina que ella es de agua dulce, como en efecto es. Su edad corresponde al terciario superior, en especial al piso de Combia de Grosse.

La determinación del cuaternario que hizo Ospina - al Occidente de Colombia, está ajustada a los puntos de vista de hoy día. Las investigaciones que hizo Grosse - en relación con la formación andesítica en la parte meridional de la Cordillera Central donde ella muestra leves plegamientos-indican que estos depósitos, considerados - como cuaternarios hasta el tiempo de Stutzer (1927), deben ser pliocenos, Grosse haciéndolos equivaler con el piso de Combia (aproximadamente mioceno superior) los juzga aún mas antiguos que nosotros. En lo demás Ospina refiere al período cuaternario algunos residuos de volcanes que logró determinar en la hoya del Cauca y que mas probablemente son del final del terciario. En relación con las rocas intrusivas se puede decir que Ospina no - fué afortunado en la determinación de aquellas que juzga preterciarias. En cuanto a las que atribuye al terciario, la identificación puede considerarse satisfactoria.

18.-

Con excepción de los nombres, reconoce, de acuerdo con los conceptos de Humboldt, que ellas son las rocas metalíferas principales de los Andes, y en especial de Colombia. Para obtener un criterio mas ajustado de las rocas eruptivas conviene que el lector se dirija a las investigaciones de Grosse en su obra: El Terciario Carbonífero de Antioquia.

Bogotá, 28 de noviembre de 1932

(fdo.) Enrique Hubach
Geólogo del Depto. de Minas y Petróleos
MINISTERIO DE INDUSTRIAS.

mbm./

B I B L I O G R A F I A

- BAUER, P. P.
NW. Amazonien. Bruenn, 1919.
- BERGT, W.
Dietaelteren Massengesteine, kristallinen Schieffer u. Sedimento. Tomo II de la obra Reiss y Stuebel: Geologische Studien in der republik Colombia. Berlin, 1899.
- GROSSE, E.
El terciario carbonífero de Antioquia. Berlin, 1926.
Acerca de la geología del Sur de Colombia. Informe rendido sobre un viaje al Huila y alto Caquetá. Boletín de Minas y Petróleos. T. IV, No. 23/24.
- HETTNER, A.
Die Kordillere von Bogotá. Gotha, 1892.
- HETTNER, A. y LINK, G.
Beitraege zur Geologie u. Petrographie der columbianischen Anden. Zeitschrift. d. Geol. Gesellschaft, 1888.
- HUMBOLDT, A.
Geognosrischer Versuch aeber die Lagerung der Gebirgsarten in beiden Erdhaelften. Trad. Leonhardt 1823.
- KARSTEN, H.
Geologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne. Berlin, 1886.
- KUECH, R.
Die volcanizchen Gesteine. Tomo I de Reiss y Stuebel (l.c. Bergt).
- SCHEIBE, R.
Documentos de la comisión Científica Nacional. No. I (Tocaima) y III (Antioquia).
- STAEPENBEECK, R.
Geologie des Chicamatals in Nordperu. Neues Jahrbuch, 1927.
- STEINMANN, G.
Geologie vonPerú. Heidelberg, 1929.

STUTZER, O.

Geol. Beobachtungen bei zweimaliger Durquerung der
Mittelkordillere. Neues Jahrbuch, 1926.

Zur Geologie der Kolumbianischen Westkordillere, id.
1926.

Beiträge zur Geologie des Cauca-Patia-Grabens. id.
1927.

Zur Geologie des mittleren Magdalenentals. id. 1927.

WILLIS, B.

Index to the Stratigraphy of Northamerica.

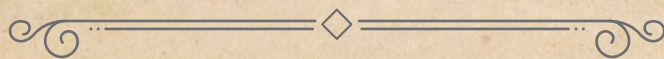
WOLF, Th.

Ecuador. Leipzig, 1892.

—◇— CAPÍTULO 6 —◇—

**COMISIÓN
CIENTÍFICA
NACIONAL**

**SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
LABOR ADMINISTRATIVA**



Señor

Doctor Don Francisco José Chauz
MINISTRO DE INDUSTRIAS

E. S. D.

Señor Ministro:

por la presente tengo el honor de remitir a S. S. la disposición para la labor de recopilación de los trabajos geológicos oficiales y de las colaboraciones a estos. Se trata de una exposición general, como base para la realización de labor con que S. S. me ha honrado. La labor se dividirá en la revisión cuidadosa del texto de los estudios aparecidos en castellano, además a la revisión y a la confección de los gráficos (planos, perfiles, croquis, fotografías), y a la traducción de las obras que han sido escritas en alemán. Con respecto a los trabajos de E. A. Scheibe, es necesario revisar los que existen en el archivo del Departamento de Minas y con respecto a los últimos trabajos del suscrito hay que hacer los originales de los gráficos para el trabajo litográfico. - Como complemento de la recopilación, me permito insinuar a S. S. que se elabore una mapa geológico general de Colombia, hecho en parte con motivo de la presentación del estudio sobre el viaje Popayan-Bogotá. Para llevar a cabo esta labor conviene que se pida a Europa el estudio y el mapa de Sievers sobre la Sierra Nevada de Santa Marta, y a los Estados Unidos los estudios geológicos que se refieren a la labor de los expertos de dicho país en Colombia.

De S. S. respetuoso servidor

Bogotá, Enero 13 de 1933

Geólogo del Depto. de Minas y P.

Disposicion del trabajo y anotaciones.

(Subdivision en 5 tomos, en la forma como va explicado. Introduccion general en el primer tomo. Sucesion de los tomos en orden cronológico, excepto en lo referente a Scheibe hijo, cuya contribucion se ha adherido a la de R. Scheibe).

TOMO I.

ROBERT SCHEIBE. 1917-1923

ERNST ALBRECHT SCHEIBE 1924-1928

Colaboraciones:
R. Lleras Codazzi
J. Jimenez Jaramillo.

Willy Rintisch

Reichenbach.

Este tomo contendrá los siguientes estudios.

R. Scheibe: DOCUMENTOS DE LA COMISION CIENTIFICA NACIONAL.

No. 1.

- / a) Informe sobre los Yacimientos de Carbon en las Haciendas de San Jorge y Llanos de Animas, en el Municipio de Zipaquirá.
- / b) Resultado de la investigacion en la region de Laguna Verde, Corregimiento de Nazaret.
- / c) Resultado de las investigaciones en las regiones de los rios Coello y Luisa.
- / d) Informe acerca de las investigaciones en la region de Tocaima, La Virginia y Girardot
- / e) Informe sobre el yacimiento de sal en Nemocon.

No. 2.

- / a) Las Relaciones entre los pisos de Honda, Gualanday y Barzalosa.
- / b) Observaciones casuales sobre la estructura geológica en la Cordillera Oriental
- / c) Anotaciones sobre un yacimiento de Cinabrio en el Tolima

/ No. 3.

Informe sobre los resultados del trabajo de la Comision Cientifica Nacional en Antioquia.

No. 4.

- / a) Informe geológico resumido sobre la Real Mina de Muzo.
- / b) Ferdinand Bernauer (colaboración): Informe sobre las llamadas maclas múltiples de esmeraldas de Muzo y sus anomalías ópticas.
- / c) Informe sobre las esmeraldas de Nemocon.

(Las cartas geológicas que contienen los estudios, han sido editados por Bogdan Gisevius, Berlin W. B. flowstr. 66, asimismo que algunas de las fotografías. Es preferible contratar con esta casa la confección de los mapas y de las fotografías. Los demás dibujos convendrá reproducirlos y litografiarlos en Bogotá.)

COLABORACION.

/ J. Jimenez Jaramillo.

Informe sobre la región carbonífera de Barzalosa, Golcose y Pubenza, del Municipio de Girardot. 1918

/ W. Rintisch.

Contribución al conocimiento de los yacimientos de minerales auríferos de Colombia: Las vetas auríferas del Recreo.

(Esta obra es una contribución importante al conocimiento de la geología y de la minería aurífera de Colombia. Ella muestra la manera de hacer las investigaciones científicas en una apreciación detallada y la manera de rectificar los errores de elaboración de los minerales. Está en alemán y debe traducirse. Los planos se pueden reproducir en Bogotá; las fotografías se contratarían mejor con W. Knapp, Halle. S. - Alemania.)

E. A. Scheibe.

Los trabajos de este geólogo se hallan en el archivo del Depto. de Minas y hay que seleccionarlos para la publicación.

Contribución:

/ Reichsbach.

Estudio de los carbones de Colombia.

Se trata de una obra, basada en investigaciones analíticas minuciosas, que en todo sentido merece ser traducido. Es sin duda la mejor contribución al conocimiento de las cualidades y del origen del carbon en Colombia. A este estudio que contiene una larga serie de analisis químicos y que se basa en los estudios sobre el terreno verificados por E. A. Scheibe, convendria agregar los analisis de carbon que hasta ahora ha hecho G. Kohn Olaya.

TOMO II.

R. LLERAS CODAZZI. (1903-)1917-1930

WEISKE. (1924)

R. Lleras Codazzi.

- 1) Contribucion al estudio de los minerales de Colombia.
- 2) Reseña Geológica del Departamento de Cundinamarca.
- 3) Un nuevo distrito minero en Colombia.
- 4) Los aerolitos. - Las hoyas hidrográficas al Oriente de Bogotá. - El curso bajo del Magdalena. - La leyenda de los diamantes. - El régimen de las torrentes. - Los distritos petrográficos en Colombia.
- 5) La península de Goajira.
- 6) Publicaciones del mismo autor aparecidas en el Boletín de Minas y Petróleo.

Weiske:

Contribucion a la geologia del valle del Magdalena. Con un mapa.
(Este trabajo hay que revisarlo cuidadosamente)

TOMO III.

O. STUTZER.

Contribucion: R. Schreiter.

O. Stutzer:

- / 1) Sobre rastros de una glaciacion diluvial en la montaña cerca de Bogotá.-No está traducido.
- / 2) Observaciones geológicas durante una doble travesía de la Cordillera Central de Colombia.-No está traducido.
- / 3) Acerca de la geología de la Cordillera Occidental de Colombia, entre Cali y Buenaventura. No está traducido
- / 4) Anotaciones sobre la geología, el petróleo y el agua en el departamento del Atlántico.-No está traducido.
- / 5) Contribuciones a la geología del foso del Cauca-Patia. Traducción preliminar
- / 6) Contribuciones a la geología de la Cordillera Oriental de Colombia, en la cercanía de Bogotá.-No está traducido
- / 7) Acerca de la geología del valle del Magdalena en el curso medio del río.-Traducción preliminar
- / 8) Acerca de la geología de la península Goajira.-No está traducido

Contribucion:

/ R. Schreiter:

Sobre investigaciones microscópicas de minerales y rocas en la piroxenita cuprífera, serpentizada de La Vética, cerca de Santander de Quilichao (Depto. Cauca).

El trabajo es una contribucion científica a la investigación de una mina en Colombia y a su apreciacion económica.-No está traducida.

Tomo IV.

E/ GROSSE.

E. Grosse:

- 1) El terciario carbonífero de Antioquia.

Esta obra importante convendría reproducirla, en vista de que probablemente está agotada. La impresión se podría contratar con la casa editora: Dietrich Reimer, Berlin. Ella se complementaría con los siguientes trabajos de Grosse:

- 2) Estudio sobre los Asfaltos de Boyacá.
- 3) Estudio del Huila-Caquetá.
- 4) Estudio de Patia Nariño.

TOMO V.

E. HUBACH.

- 1) Determinación y apreciación general de las áreas petrolíferas de Colombia.
- 2) Probables caracteres geológicos de la zona petrolífera del Norte de Santander.
- 3) Informe geológico de Urabá.
- 4) Apreciación de los Llanos del Tolima y de sus tierras agrícolas.
- 5) Exploración en la región de Apulo-San Antonio-Viotá.
- 6) Geología petrolífera del Norte de Santander.
- 7) Chiliglo, Calaguata y Paletará.
- 8) Viaje Popayan-Bogotá.
- 9) Estudios geológicos en los departamentos del Cauca y del Valle del Cauca (en elaboración)
- 10) La labor geológica de Don Tulio Ospina en el Occidente de Colombia.
- 11) Los caracteres de la geología de Colombia (por hacer).
- 12) Mapa geológico de Colombia, según los estudios hasta 1933. (por hacer)

Bogotá, Enero 13 de 1933

Geólogo del Depto. de Minas y P.

Popayan, Noviembre 18 de 1950

Excelentísimo señor doctor
Laureano Gomez
Presidente de la República
Bogotá

Excelentísimo señor Presidente:

al agradecer profundamente el honor que me ha hecho Su Excelencia proponiéndome para dirigir el Servicio Geológico Nacional, me es grato acompañar a esta carta el Informe intitulado: Ampliación de la Organización y Plan de Trabajo sugeridos para el Servicio Geológico Nacional., y someterlo a su autorizado criterio. La experiencia que he reunido de mis propios trabajos y de la organización de las compañías petrolíferas me han inducido a presentar los puntos de vista de mi informe. El presupuesto aparentemente puede considerarse elevado, pero el rendimiento del trabajo con técnicos especializados que al mismo tiempo sirvan de instructores del personal nacional compensa en mucho la inversión propuesta.

Con los sentimientos de mi más alta consideración, me suscribo de Su Excelencia muy respetuosamente

Enrique Hubach

DECRETO NUMERO 3679 DE 1950
 (diciembre 7)

por el cual se hace un nombramiento en
 el Ministerio de Minas y Petróleos.-

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA,
 en uso de sus atribuciones legales,

DECRETA:

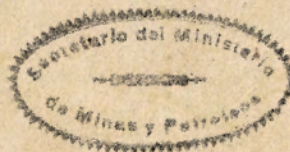
Artículo único.- Nómbrase al doctor Enrique Hubach,
 Geólogo Director de la Sección V
 Servicio Geológico Nacional- dependencia del Minis-
 terio de Minas y Petróleos, cargo que se encuentra
 vacante.

Comuníquese y publíquese.

Dado en Bogotá, a 7 de diciembre
 de mil novecientos cincuenta.

El Ministro de Minas y Petróleos.

MANUEL CARVAJAL .



J.-



SECCION **SECRETARIA**

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS

NUMERO

4007-

BOGOTA, diciembre 11 de 1950

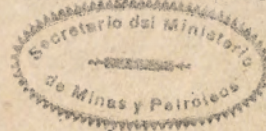
Señor Dr.
ENRIQUE HUBACH
Presente

Me permito comunicarle que por Decreto número 3639 fechado el 7 del presente mes, ha sido nombrado Director de la Sección Quinta -Servicio Geológico de este Ministerio, con un sueldo mensual de MIL PESOS (\$ 1.000.00). Si acepta sírvase acercarse a este Despacho a tomar posesión de su cargo, previa presentación de los documentos requeridos.

Atentamente,

LUIS CARLOS SARASTI APARICIO
Secretario General

Bdd.-



Proyecto de Decreto sobre Declaración de Propiedad

Colombiana de territorios submarinos

EL GOBIERNO DE COLOMBIA

CONSIDERANDO:

- 1) Que la escasez de materias primas en la zona terrestre y el progreso de los métodos de exploración, con proyecciones reales hacia la explotación del suelo y subsuelo del mar han motivado proclamaciones de soberanía de parte de Estados Unidos, Méjico, de Argentina, de Chile, del Perú, de Nicaragua, de Costa Rica y del Brasil sobre la plataforma continental.
- 2) Que la Comisión de Derecho Internacional de las Naciones Unidas, en su tercer período de sesiones, por medio del folleto A/CN.4/L.27, del 17 de julio de 1951 ha propuesto como límite territorial submarino "todos los sitios donde las aguas que lo cubren permiten la explotación" y que esta delimitación es solo aplicable a limitadas zonas costaneras de Colombia fuera de las aguas territoriales.
- 3) Que el Gobierno de Colombia comparte la opinión del Gobierno de los Estados Unidos "que el ejercicio de jurisdicción sobre los recursos naturales del subsuelo y del lecho marítimo de la plataforma continental por la Nación contigua es razonable y justa".
- 4) Que la expresión "plataforma continental" no es jurídicamente cuerpo cierto, y que debe reemplazarse por la expresión corteza terráquea submarina.
- 5) Que las cuencas submarinas del Pacífico adyacente y del Caribe Occidental son cuerpos ciertos y tienen interés preferente como zonas petrolíferas, objetivo más inmediato de la declaración de soberanía submarina.
- 6) Que Colombia posee islas, bancos, cayos y, en la costa del Pacífico, un lomo submarino, que se llamará lomo de Malpelo, que viniendo de las Galápagos y pasando por la isla de Malpelo va hacia el Golfo de Chiriquí en Panamá.
- 7) Que la explotación y protección de los recursos del suelo y del subsuelo submarinos requieren una zona nacional de agua encima de ellas, lo mismo que en tierra hay capa aérea nacional para estos fines,

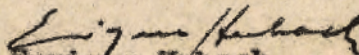
R E S U E L V E :

- 1) Incluyendo una zona de protección en el Pacífico, el Gobierno de Colombia considera nacionales el suelo y subsuelo marinos de la corteza terráquea en los siguientes cuerpo ciertos:
 - a) Océano Pacífico.- La parte que, previo arreglo con el Ecuador y con Panamá, le corresponde a Colombia en la cuenca submarina del Chocó, como se llamará la cuenca

- 2 -

que queda entre la costa del Pacífico del Ecuador, Colombia y Panamá y la línea batimétrica de 3000 m en el lado occidental del lomo submarino de Malpelo. Como zona de protección colombiana se considera aquella parte submarina de la corteza terráquea que se extiende al Oeste de la citada línea batimétrica de 3000 m del lomo de Malpelo entre los 5º latitud Norte del Ecuador y a los 6º N del Ecuador a partir del meridiano de 90º al Oeste de Greenwich, y el paralelo del límite colombo-ecuatoriano en la Boca de Ancon del río San Juan. Esta zona de protección se extenderá entre los paralelos citados hasta dividir derechos de propiedad submarina entre Colombia y Line Islands.

- b) Mar Caribe.- La parte que, previo arreglo con Panamá, Costarica, Nicaragua, Jamaica y Venezuela le corresponda en la cuenca submarina de Bolívar, como se llamará la cuenca que queda bordeada por los países citados de Centroamérica y Jamaica, por una línea desde esta isla al margen territorial submarino oriental de La Guajira, y por la costa Norte de Colombia. A este respecto se tiene en cuenta el derecho de soberanía que concede a Colombia la digitación andina de Bolívar-Urabá hacia la cuenca de Bolívar y la posesión del archipiélago de San Andrés y los bancos de Serranilla.
- 2) Dentro de las zonas incluidas al territorio nacional, el Gobierno de Colombia considera zona acuática de protección nacional aquella que se levanta del fondo del mar hasta una altura encima de ese fondo de 1000 m.
- 3) Esta declaración no afecta la libre navegación en las zonas incorporadas, pero implica la protección nacional y la explotación nacional y de convenios internacionales de ellas.


Enrique Hubach

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
GEOLOGO DIRECTOR



C O P I A

Depto. 5o. Dirección

REPUBLICA DE COLOMBIA

NUMERO 221

MINISTERIO DE FOMENTO

Bogotá, febrero 29 de 1952

Señor doctor
Luis Carlos Sarasti Aparicio,
Secretario General del Ministerio de Fomento
E. S. D.

Después de un estudio detenido de las declaraciones de soberanía de áreas submarinas hechas por varios países americanos, y de las recomendaciones de la Comisión de Derecho Internacional de las Naciones Unidas, resalta el hecho de que todos estos procedimientos adolecen de falta de precisión en cuanto a extensión. La plataforma continental no existe en algunas costas, en otras se halla incluida en la zona de aguas territoriales y en otras su confin es vago. Por ser un cuerpo incierto, se ha descartado la plataforma continental como punto de vista colombiano, y se ha sustituido por la expresión "corteza terráquea submarina" que es general. En cambio se han adoptado como cuerpos ciertos la "cuenca del Chocó" que queda entre la costa del Pacífico de Colombia y el lomo submarino de Malpelo, y la "cuenca de Bolívar" de la parte occidental del mar Caribe.

Para defender estos puntos de vista hay que recalcar con absoluta seguridad que Colombia será en un próximo futuro una potencia económica destacada tanto por la productividad y diversidad de productos del suelo y por el fuerte de sus recursos en combustibles, como por el hecho de que disfruta en medio del ambiente tropical de una gran extensión de tierra fría que es la zona de conservación de la energía y del planeamiento de la expansión económica hacia tierra caliente. En consecuencia, el país merece una preferencia señalada en la repartición de la parte marina de la corteza terráquea.

Además las posesiones insulares, los bancos, cayos y lomos submarinos en el Caribe y en el Atlántico le permiten extender sus derechos a territorios submarinos.



REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE FOMENTO

221

NUMERO

- 2 -

Como usted vé en los mapas que acompaño, la extensión del territorio marino que se cree debe reclamar Colombia no se aparta de puntos de vista reales. La zona de protección en el Pacífico conviene proclamarla para evitar futuras interferencias en la repartición de los baldíos submarinos.

Considero también que al territorio marino deben aplicarse los mismos puntos de vista de subdivisión política, de administración y de aprovechamiento económico como en la parte terrestre de la corteza terráquea.

Al extender el territorio nacional al fondo del mar, deben ejercerse actos de soberanía, así instalar faros y estaciones de vigilancia en los bancos del Caribe y en la isla de Malpelo. Como el ejercicio de exploración dá derecho a explotación, se recomienda habilitar barcos de la armada colombiana para sondeos de eco, con el fin de concluir un mapa detallado de los relieves submarinos de las cuencas del Chocó y de Bolívar.

Al agradecer a usted la confianza conferida y el gusto que he tenido en exponer mis puntos de vista, soy de usted muy atento y seguro servidor,

Enrique Hubach
Geólogo Director

EH/LPP

OBJETIVOS, ORGANIZACION Y PRODUCCION

DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL.

El Instituto Geológico Nacional, órgano de servicio público del Ministerio de Minas y Petróleos, tiene la finalidad de explorar y de interpretar económicamente los recursos del subsuelo y del suelo de Colombia (Geología Económica) sobre la base de la definición de las particularidades de las rocas junto con las cuales se han generado o de las cuales se han derivado (Geología Básica). Para llegar a este fin se ha provisto una organización sistemática de los trabajos - conforme a la necesidad y empleando procedimientos que aseguren prontitud, precisión, economía y comodidad en la ejecución.

OBJETIVOS.

Clasificación de los Objetivos.

Los objetivos principales son los yacimientos de minerales útiles de toda índole sean ellos sólidos, líquidos o gaseosos - (fomento de la minería, de las industrias y de la agricultura). Además se investigan los materiales rocosos y terrosos (fomento de obras e industrias) y el material parental de los suelos (fomento de la agricultura).- Al lado de estos renglones económicos se atienden las condiciones geológicas de obras públicas (deslizamientos, resistencia del subsuelo, efectos de erosión) a las cuales no se hará más referencia en esta información.

El aprovechamiento de los recursos es preferentemente interno como consecuencia del desenvolvimiento históricamente centrifugal de la Nación, o sea desde el interior templado y frío hacia las costas y la llanura oriental tórridas, impuesto por las condiciones topo -

- 2 -

gráfico-climatéricas. A favorecer este proceso de evolución autónoma, lento en sus principios y en las últimas décadas muy acelerado, concurren en gran acopio los recursos básicos del progreso que se califican aquí como materias primas esenciales. Los otros grupos de interés son las materias primas suplementarias de provecho no tanto actual como venidero, y las materias primas preciosas cuya finalidad es más bien financiera que industrial.

Por razón de experiencia, capital y transporte, naturales en la actual fase de desarrollo del país, los productos del subsuelo no son todavía materia apreciable de exportación, excepto el petróleo y las materias primas preciosas.

Las MATERIAS PRIMAS ESENCIALES de que dispone el país en abundancia son el carbón, el petróleo, los gases combustibles, el agua subterránea, el mineral de hierro, la caliza, los materiales de construcción y terrosos, el azufre, la sal de roca y el material parental de los suelos (derivado de las rocas). Siendo casi todas de origen sedimentario y estando amoldadas a las particularidades de la estratigrafía y de la tectónica, su exploración, estimación y explotación son relativamente sencillas, salvo en el caso del petróleo. Por esta razón son de consumo crecientes y han dado lugar a una industria minera próspera y expansiva. La exploración geológica de estas materias en consecuencia debe ser preferencial.

Entre los recursos esenciales de precaria disponibilidad en el país-al menos hasta ahora-figuran el yeso, la dolomita, el manganeso, el fosfato, la potasa, el asbesto y la bauxita. Esto sin duda es un defecto, pero incalculablemente menor que si faltaran los decisivos en el desarrollo de un país, que se nombraron arriba.

Las MATERIAS PRIMAS SUPLEMENTARIAS conocidas en el

- 3 -

país, son los minerales de cobre, zinc y plomo, de cromo, molibdeno, mercurio, uranio y los de antimonio, arsénico, mica, feldespato, cuarzo óptico, los elementos raros y otros. Por ser en la mayoría de origen eruptivo, estos minerales son generalmente complejos y variables de tenor, los yacimientos son irregulares y difíciles de prever en cuanto a su desarrollo, de extensión superficial y afloramientos reducidos y las más de las veces pobres o pequeños. Por estos motivos, el cateo, la explotación y el beneficio metalúrgico requieren inversiones crecidas con las cuales no concuerdan los precios y la escasa demanda en los mercados interiores y el costo del transporte al exterior. La iniciación de la industria pesada en Paz de Río sin embargo da a entender que el aprovechamiento nacional de los minerales suplementarios será pronto una necesidad y por lo tanto una realidad la cual hay que atender oportunamente mediante el estudio geológico de los yacimientos.

Las MATERIAS PRIMAS PRECIOSAS, como el oro, el platino, la plata y las esmeraldas, son una riqueza muy destacada del país que lo han provisto desde el tiempo de la Conquista de los medios para formar y acrecentar el patrimonio que fomentó la economía nacional (y su "vida cara"). Dentro de este grupo se distinguen yacimientos metálicos de placeres que se comportan como los de las materias primas esenciales, y yacimientos de vetas cuyos imponderables son tantos como los de las materias primas, pero que fueron vencidos por el lucro o la excitación de lucro que ofrecen, y que tienen el mérito de haber establecido la experiencia del beneficio minero bajo condiciones difíciles, útil para la etapa vecina del aprovechamiento de los minerales suplementarios. Además, los minerales suplementarios accesorios que acompañan las vetas de minerales preciosos, hasta hoy sin destino como por ejemplo en Marmato, contribuirán a satisfacer la demanda de aquéllos. Por tratarse de recursos vasta y largamente explorados y no ser tanto de finalidad industrial como financiera, la exploración geológica no es tan

urgente como la de los recursos esenciales y suplementarios.

Orden de Distribución de los Objetivos.

La distribución cuantitativa, y en veces la cualitativa, de los minerales no es una cosa caprichosa sino que obedece al orden que procura la evolución geológica, en especial la intensidad con que ella ha actuado en el tiempo y en el espacio. En el caso excepcional de Colombia, durante el ciclo meso-cenozoico, la intensidad con que dicha evolución ha influido regional y localmente, ha establecido una subdivisión fundamental del país en unidades geológicas mayores hasta menores que le han proporcionado a cada una sus particularidades de rocas sedimentarias y eruptivas, de minerales, de estructuras, de relieves, ambientes y suelos. Estas unidades geológicas tienen el mérito de coincidir con las fisiográficas, de manera que es sencillo concebirlas y usarlas como base para la decifración económica. Ellas están señaladas en el croquis adjunto y el lector se servirá consultarlo para poder seguir las explicaciones que a continuación se exponen.

La mitad llana oriental del país, compuesta de la Llanura Oriental y de la Saliente del Vaupés, se distingue por una evolución geológica post-precámbrica muy lenta e intermitente que sólo en el recinto de la cuenca de Arauca fue fuerte durante el Oligo-Mioceno lo cual explica por qué las expectativas de petróleo y las de carbón se concretan prácticamente a esta cuenca (la otra zona petrolífera de la Llanura oriental, o sea la de Mocoa, es propiamente la extensión geológica Sur del Valandino del Magdalena y ha sido asimilada fisiográficamente a la Llanura a consecuencia de la buzada Sur de la Cordillera Oriental en el curso alto del Caquetá). Los sedimentos depositados (Cambro-Ordoviciano, ?Devoniano, Arenisca del Vaupés=Arenisca del Roraima de edad mesozoica o paleozoica, el vasto manto oligo-mioceno y

- 5 -

la cubierta plio-pleistocena) carecen en la demás extensión de yacimientos atrayentes, conociéndose hasta ahora sólo capas delgadas de mineral de lignito, de manganeso, de oolita de hierro y de caolín en el Oligo-Mioceno. El conglomerado basal de la Arenisca del Vaupés, - que es diamantífero en la Guayana, dista en el Oriente de Colombia mucho de las fuentes ^{surtidoras de la gema} para poder abrigar ~~ahí~~ esperanzas similares. - El Basamento Precámbrico o Guayanense que aflora localmente en la Saliente del Vaupés y en La Macarena (y en la mitad oriental del ma cizo de Garzón) proporciona rocas duras para obras, contiene en veces flóculos de molibdenita y podría ser fuente de minerales uraníferos y de arenas de monacita. - Por razones de transporte largo y de lixiviación, el material parental de los suelos generalmente es pobre en la Llanura Oriental, salvo sitios en el pié andino, y mejora evidentemente en las zonas oligo-miocenas de la parte occidental de la Saliente del Vaupés.

En contraste con este efecto de relativa pobreza de recursos producidos por una evolución geológica apática, la Montaña de los Andes, o sea la mitad occidental del país, los ofrece en gran variedad y muchas veces abundantemente en virtud de su desenvolvimiento muy activo desde el Paleozóico y en especial a partir del Mesozóico. - Como ramal más antiguo del ciclo meso-cenozóico, la Cordillera Central ha sido el eje de la actividad magmática con fecunda producción de minerales auríferos y argentíferos, pero al parecer poco importante en cuanto a la de minerales suplementarios. En el volcán de Puracé ha generado el único yacimiento importante de azufre. Talco y otras materias terrosas son abundantes. En cambio carece de posibilidad de combustibles minerales.

Por ser fruto de una evolución excepcionalmente intensa y agitada, el Occidente Andino ha sido mal provisto de petróleo, y menos parejamente que el Oriente Andino en cuanto a carbón, a caliza

- 6 -

y a material parental de los suelos. En compensación disfruta de ricas fuentes de oro y del platino, ~~metales~~^{estc} que, al lado del cromo, del níquel, ~~de~~ de las fuentes juveniles de agua salada y del asbesto, es específico para el Occidente Andino (incluyendo el flanco W de la Cordillera Central). También es evidente que contenga los principales yacimientos de cobre, zinc y plomo del país.

El Oriente Andino, como resultado de una evolución de mediana intensidad (hemitectónica), reúne condiciones superiores por el concepto de recursos esenciales, condición que le ha concedido la supremacía política. Es inmensamente rico en carbón de toda calidad, es la rica fuente productora de petróleo de que dispone hasta el presente el país, contiene ricos yacimientos de caliza, de materiales de construcción y de materias terrosas, y se distingue por la gran extensión de suelos bien dotados de material parental, siendo su distintivo la posesión de yacimientos de sal de roca y depósitos esmerales diferentes. Poco influido por la actividad magmática post-paleozóica, no dispone de recursos tan importantes de materias primas suplementarias y preciosas como el Occidente Andino.

Prosiguiendo a las unidades de menor escala, en el Oriente Andino la Cordillera Oriental se distingue del Valandino del Magdalena por la mejor dotación con carbón, minerales suplementarios y suelos e inferior de petróleo y por los yacimientos de sal y de esmeraldas.- En el Occidente Andino, el Valandino del Cauca contiene, en combinación con la digitación de Bolívar, la mejor dotación de carbón, pero sus expectativas petrolíferas son precarias. También es prometedor en yacimientos de minerales suplementarios y preciosos y ofrece zonas de buen material parental de suelos en la cuenca de San Jorge, en el Quindío y en las planicies del Valle y de Pasto-Ipiales. La Cordillera Occidental en cambio está desprovista de combustibles minerales, excepto en la digitación de Bolívar donde además la bondad de -

- 7 -

los suelos contrasta con la pobreza de éstos en el trayecto de montaña. La dotación con minerales suplementarios es atrayente y su investigación requiere atención, lo mismo que la del platino cuyos placeres importantes están circunscritos a la zona de Quibdó y de Guapi.-El Valandino del Pacífico y la Serranía de la Costa hasta ahora no han revelado recurso alguno del subsuelo que sea de importancia, incluso el petróleo. El exceso de lluvias ha reducido en gran parte el valor destacado que tiene el material parental de los suelos.

Prescindiendo de considerar las unidades menores, lo dicho bastará para juzgar de la importancia que tiene el orden de la evolución geológica sobre la distribución de los minerales y para la programación de investigaciones geológico-económicas.

Objetivos de interés en las unidades.

Los objetivos que hay que atender geológicamente en cada unidad son los que tengan interés y aceptación inmediatos o próximos.

Saliente del Vaupés.- Las condiciones del suelo en los sedimentos terciarios estuarinos y lacustres, dotados de materia orgánica, parecen ser mejores en la parte occidental de la Saliente, arqueada y bastante bien drenada, que en el resto de ella y en la Llanura Oriental, excepto algunos parajes selváticos cerca de la cordillera.-Objetivos teóricos son minerales uraníferos y arenas de monacita.- Ante la abundancia de fuerza eléctrica y la presencia de sedimentos caolínicos desviados del Basamento Guayanense, debe ocupar la atención la exploración de bauxita. Aunque remota la esperanza, conviene examinar las posibilidades diamantíferas del conglomerado basal de la Arenisca del Vaupés entre el salto de Araracuara y el río Apaporis.

- 8 -

Llanura Oriental (Llanos Orientales y Llanos Amazónicos).- El desenvolvimiento de la Llanura Oriental sufriría un incremento súbito si la cuenca de Arauca en el Norte y la zona de Mocoa en el Sur se probaran como petrolíferas.- El aprovechamiento del carbón a lo largo del pié andino no es de actualidad sino en la zona de Villavicencio donde mismo el agua subterránea va siendo elemento de necesidad. Proveniente el suelo de los Llanos Orientales de sedimentos de la Cordillera Oriental, transportados a larga distancia y mezclados y transformados los elementos originales, la geología poco puede contribuir a la interpretación del material parental; en los Llanos Amazónicos, la Hileta Amazónica determina vastamente la pobreza del suelo.

TAREAS Y ORGANIZACION DE TRABAJOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

El Instituto Geológico Nacional está destinado para definir las bases de la interpretación de los yacimientos minerales de todo orden (sólidos, líquidos y gaseosos) que existen en Colombia, además para establecer la relación entre la calidad de los suelos agropecuarios y su material parental derivado de las rocas, y para definir las condiciones y los recursos geológicos de interés para las obras públicas.-

La determinación del valor y de la influencia de los objetivos aludidos depende del conocimiento de las rocas consolidadas o en vía de serlo porque son ellas las que han generado las particularidades de los objetivos. Cada grupo de rocas produce determinados recursos y tiene determinadas cualidades.-

Por consiguiente, el conocimiento de la índole petrográfica, del origen de la distribución, de la estructura, de la edad y de la correlación de las rocas es el punto de partida para la interpretación económica. Dicho conocimiento se obtiene mediante la elaboración del mapa geológico.-

Hacer mediante levantamiento terrestre el mapa geológico de las localidades de interés implica una dispersión del personal disponible, menor precisión del mapa y muy elevados gastos de tiempo y de dinero. Por ser reducido el personal del Instituto en relación con la abundancia de objetivos prácticos que deben investigarse, se procedió a la elaboración de mapas fotogeológicos regionales que parten desde los centros -

-2-

de Bogotá, Cali y Barranquilla-Cartagena y que se basan en la restitución de la geología de las fotografías aéreas verticales que suministra el Instituto Geográfico de Colombia. El procedimiento es económico y preciso porque cada tipo de roca tiene su determinado relieve y en corto espacio de tiempo, el geólogo experimentado en el terreno, puede emplazar geográficamente la distribución de los tipos de roca y sus particularidades tectónicas.-

Para elaborar los mapas fotogeológicos regionales, - se dispone en el Instituto Geológico de la Sección de Fotogeología, con un fotogeólogo Jefe y dos fotogeólogos entrenados. Esta labor tiene que ir respaldada por la determinación de la clase y de la edad de las rocas, trabajo que llevan a cabo las secciones de petrología, de paleontología y de paleobotánica, - cada una con su jefe y su suplente científico.- En la primera etapa de elaboración, no es posible controlar con el personal disponible los pormenores geológicos del terreno y por este motivo, a los mapas se les califica de preliminares, pero la simplificación del estudio de los factores económicos y la ampliación - del radio de acción que dan estos mapas preliminares son de utilidad fundamental, como en el caso del petróleo, del carbón, de las calizas, del mineral de hierro de Paz de Río, etc.-

Con el fin de afianzar los trabajos fotogeológicos y los de petrografía, paleontología y paleobotánica, se ha incluido en el proyecto de nómina del año entrante un estratígrafo.-

-3-

Organización del Instituto.-

En consecuencia de lo que precede, el Instituto consta de dos divisiones, a saber:

- 1) División de Geología Básica, destinada a la elaboración del mapa geológico de Colombia e integrada por las secciones de:
 - a) Fotogeología
 - b) Petrología
 - c) Paleontología
 - d) Paleobotánica (Palinología)
- 2) División de Geología Aplicada o Economía, formada inicialmente por las secciones de:
 - a) Geología Minera (principalmente minerales metálicos)
 - b) Hidrogeología.

La tendencia de la organización de estos trabajos consiste en que, una vez elaborado el mapa geológico de una región por la División Básica, la División de Aplicación haga un reconocimiento detenido de todos los recursos del subsuelo y del suelo de esa área. Ello produciría un conocimiento sistemático de los recursos del país, accesible a todos, y la reducción a un mínimo de las exploraciones de sitios de interés en las más diversas partes de la república. Para llegar a este fin, la División de Aplicación necesitaría poder disponer de profesionales y secciones en cada uno de los ramos económicos.-



Centros de Expansión de los Trabajos Geológicos

Conforme al grado de adelanto alcanzado por las regiones del país, se han tomado como centros de expansión de los trabajos cartográficos y económicos las ciudades de Bogotá, de Cali y Barranquilla.- El deseo de incluir a Medellín, no se ha podido realizar, en parte por la falta de fotografías aéreas, en parte porque las rocas metamórficas e intrusivas que componen la parte central-oriental del Departamento no ofrecen claros contrastes de relieves. Por carencia de fotografías sobre una región amplia, tampoco se ha podido tomar a Bucaramanga como centro de trabajos cartográficos, pero se está atendiendo el sector santandereano del valle del Magdalena.

Estudio Sistemático mediante Unidades Geológicas.-

Colombia se divide de mayor a mediana escala en unidades geológicas de rocas, resultantes de la evolución geológica particular de cada una. Su determinación inicial se desprende de la morfología del país - cuyas unidades coinciden ampliamente con las geológicas. Por tratarse de unidades de roca que dan el criterio sobre los recursos, las unidades geológicas son también unidades económicas.-

Desde que hay un orden en la distribución de las unidades geológicas, el estudio geológico y económico se puede hacer sistemáticamente.-

-5-

El croquis adjunto de las unidades geológicas de Colombia ilustra sobre el particular. La descripción de las unidades se halla en elaboración.-

Comprendiendo el orden de distribución de las unidades geológicas y el orden de su desenvolvimiento, que parten de don Tulio Ospina, se llega a comprender la razón los recursos materiales y de los ambientes creados.-

EH/csm.-

Bogotá, marzo 27 de 1954

Excelentísimo Señor
Teniente General Gustavo Rojas Pinilla,
Presidente de la República
Palacio Presidencial.
L. C.

Excelentísimo Señor:

Al ilustrado criterio de Su Excelencia me permito someter un proyecto de solución de los problemas de derecho territorial de Colombia en las aguas (hidrosfera) y en el suelo y subsuelo (litosfera) de los mares que la bañan. En esta forma se ha querido adelantar un proyecto que parte del distinguido jurisconsulto, Doctor Nicolás García Samudio, quien dió los primeros pasos en este sentido antes de fallecer y cuya documentación me fué entregada por el Doctor Luis Carlos Sarasti cuando fué Secretario General del Ministerio de Fomento al cual pertenecía entonces el Instituto Geológico Nacional.

En el proyecto se ha insistido en que la exploración de las aguas y del fondo del mar hasta profundidades de 4.000 mts. es un problema resuelto y que abre camino a la explotación de los recursos respectivos en un próximo futuro. Este criterio da derecho a extender la soberanía nacional a territorios submarinos sin restricción de profundidades, como hasta ahora no era el caso en relación con la plataforma continental. En segundo lugar se han fundado las aspiraciones colombianas en relieves definidos o circunscritos, o sea en las cuencas del Chocó (Pacífico) y de Colombia (Mar Caribe), y no en conceptos discutibles como las plataformas o zócalos. Dichos relieves submarinos geográficos además son con toda seguridad unidades geológicas que prometen muy importantes recursos petrolíferos según consta de la experiencia en las cuencas de tierra firme. Finalmente, se adopta el criterio de que las aguas submarinas en los territorios submarinos deben ser nacionales porque el aire encima del área terrestre también lo es.

Enterado del fundamental interés que tiene Vues-
tra Excelencia en el desarrollo nacional de la Llanura Oriental de Colombia y de las medidas adoptadas en favor de su progreso, me es grato adjuntar el informe del suscrito, intitulado: "Significado Geológico de la Llanura Oriental de Colombia", que trata de dar a conocer los caracteres de dicha Llanura.

En tercer lugar me permito referirme a la conveniencia que existe de organizar las insituciones oficiales de ciencias naturales aplicadas en una unidad cooperadora que se podría llamar: Sindicatura o Corporación de Ciencias Naturales Aplicadas y que podría reunir bajo su administración y programa el Instituto Geográfico de

Colombia, el Instituto Geológico Nacional, el Instituto de Ciencias Naturales, el Laboratorio Químico Nacional, e instituciones importantes por crear como el Instituto de Suelos y el de Meteorología. En la actualidad, estas entidades afines están trabajando inconectadamente en diversos Ministerios y esto reduce el rendimiento. Para citar un caso, el Instituto Geológico Nacional, como en principio las demás entidades del caso, dependen esencialmente de las bases geográficas suministradas por el Instituto Geográfico de Colombia, en especial de las cartas geográficas con base fotogramétrica y esencialmente de las fotografías aéreas verticales que revelan todos los intereses básicos, simplifican la interpretación científica y económica y permiten al tiempo acelerar y detallar el rendimiento del trabajo y hacerlo con gastos relativamente pequeños. Esto está probado en el Instituto Geológico Nacional que necesita como base para la determinación responsable de los yacimientos los mapas geológicos. En estrecha colaboración con el Instituto Geográfico se ha logrado este fin en poco tiempo y a costo bajo y se han elaborado los mapas geológicos del Tolima, de una tercera parte de Cundinamarca, del Departamento del Atlántico, de la mitad norte de Bolívar y de la zona carbonífera que se extiende de Cali hacia el Sur. Si la fuente geográfica puede facilitar e intensificar en tan alto grado la labor de una entidad de Ciencias Naturales, no cabe duda de que será igualmente fecunda para las demás. Los suelos necesitan este auxilio cómodo y seguro al lado del aporte geológico; la distribución de la vegetación se podrá definir y los árboles útiles de una región selvática podrán calcularse en número, densidad y cantidad de maderas disponibles; la meteorología del País que tanto depende de los relieves y que se manifiesta por la vegetación, tendrá un método sencillo para hacer mapas regionales y locales de distribución de climas, etc.

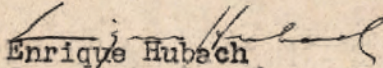
Dispersas estas entidades y en parte (suelos y meteorología) insuficientemente atendidas, están sujetas en la actualidad a las vicisitudes de los cambios políticos y de la dirección de los Ministerios y esto impide desarrollar una labor metódica, a base de personal estable y experimentado y de programas bien organizados con respecto a la finalidad económica. Es esta una razón importante del por qué no se ha obtenido el provecho debido de estas entidades y porqué no han conseguido su desarrollo correspondiente. Reunidos los Institutos respectivos bajo una dirección comprensiva y responsable, suficientemente autónoma en cuanto a presupuesto y designación de personal idóneo, los resultados de las ciencias aplicadas no tardarían en fecundizar la economía del País porque parten de las causas (bases de la comprensión) que deciden el objetivo de interés. La averiguación de las causas exige una labor continua y profunda. Entre los hombres prominentes de Colombia hay quienes puedan desarrollar esa labor directiva en forma sobresaliente.

En otros países no se ha pensado en formar una unidad de ciencias naturales aplicadas porque la tradición lo ha impedido, pero en Colombia esta solución natural del problema es facti-

ble y de gran importancia no sólo en bien de la economía nacional sino porque haría conocer en el exterior lo excepcional del País- que es su naturaleza infinitamente variada y sin embargo ordenada y coordinada- y contribuiría así a definir las razones de la evolución de los objetivos.

En cuanto a la realización del proyecto esbozado, media la circunstancia favorable de que los edificios del Laboratorio Químico Nacional, del Instituto de Ciencias Naturales, del Instituto Geológico Nacional (en construcción) y del Instituto Geográfico de Colombia (planeado) quedarán vecinos en la Ciudad Universitaria desde donde, además, aportarían su colaboración a la Universidad Nacional.

Con la expresión de mi profundo respeto por Su Excelencia, me es muy honroso subscribirme como su atento y sincero servidor,


Enrique Hubach
Instituto Geológico Nacional.

EL PABELLON DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL
EN LA FERIA EXPOSICION DE BOGOTA.

El Ministerio de Minas y Petróleos consideró oportuno instalar en la Feria Exposición un Pabellón Geológico porque la geología estudia y define los yacimientos minerales de donde provienen muchas de las materias primas que emplea la industria.

Para llegar al sitio del Pabellón del Instituto se toma camino diagonal a mano izquierda de la entrada principal a la Feria y se avanza hacia la calle que inicia el Pabellón Lister, señalado con letras grandes que se ven desde la entrada. A unos 50 m adelante se divisa en la calle un aviso circular de neón con la insignia y el nombre del Instituto Geológico Nacional, sitio del Pabellón.

La organización del Pabellón fue encomendada al Instituto Geológico Nacional, dependencia del Ministerio citado, y fue dirigida por el Conservador de Petrografía y Mineralogía del Museo Geológico, señor Luis F. Rincón, de acuerdo con las disposiciones dadas por el Subdirector del Instituto, Dr. Jesús A. Bueno. Contaron ellos con la colaboración diurna y muchas veces nocturna de todo el personal de la institución. Se pudo obtener en esta forma un conjunto atrayente para el público, ordenado por materias y representativo de las que en el campo de las investigaciones geológicas realiza el Gobierno Nacional. Las etapas de las investigaciones, expuestas en el pabellón conducen desde la explicación del estudio de las rocas (Petrografía y Petrología), de los fósiles animales (Paleontología) y vegetales (Paleobotánica) y la confección de los mapas geológicos (Fotogeología) hasta el estudio sistemático de los recursos económicos del subsuelo, minerales y a

- 2 -

guas subterráneas estudio que corresponde a las Secciones de Geología Minera y de Hidrogeología, respectivamente. Cada sección de estudios introduce al público a los objetivos que le son encomendados, mediante muestras, gráficos, fotografías y en parte con instrumentos y folletos.

Con el respaldo de los resultados de estos procedimientos, la interpretación de los yacimientos se concreta y se simplifica, y es necesario proceder así por los muchos imponderables que ofrece la interpretación del valor económico de un yacimiento. Un ejemplo destacado de la utilidad que presta la investigación a fondo y sistemática de materias primas, es el estudio geológico de los yacimientos de mineral de hierro, de carbón y de caliza de Paz de Río por los doctores Benjamín Alvarado B. y Roberto Sarmiento Soto, en su tiempo Directores del Instituto Geológico Nacional, que hizo factible el establecimiento de la industria pesada en Colombia y de la segunda etapa del desarrollo económico del país.

El Proceso Geológico.

Se comprenderá mejor la información que contiene el Pabellón Geológico si se introduce al lector a la actuación de la corteza terrestre como causa de los fenómenos geológicos y de los recursos dependientes de ellos.

La corteza de la tierra que pisamos y recorremos nos parece ser firme y estable, pero ya los terremotos y el hundimiento de costas nos hace dudar del precepto. Mediciones minuciosas de

- 3 -

muestran que la corteza se halla en movimiento general, a la rata de milímetros y partes de milímetros por año, es decir en forma imperceptible dentro de la vida del individuo y aún de generaciones. A través de millones de años con que hay que contar con respecto a la historia de la tierra, dichos movimientos, o sea el tectonismo de la tierra, que son de hundimiento, solevantamiento, plegamiento y fracturamiento de la corteza, pueden causar diferencias de nivel de muchos miles de metros, de manera que, por ejemplo lo que hoy es montaña alta, en el mañana geológico puede ser mar y viceversa. Al hundirse un sector de la corteza, el área de inmersión recibe desde la tierra firme el aporte fluvial de lodo, arena, cascajo y bloques que se depositan ahí y forman los sedimentos. Si el hundimiento es acentuado, el mar puede penetrar y agrega a los sedimentos anorgánicos, valvas de conchas o hacinamientos de éstas, bancos de corales y de ostras y, en ciertas circunstancias de conservación, materias carnosas y grasas; al concentrarse las soluciones del agua del mar en recintos aislados, puede sobrevenir la precipitación en veces copiosa de cal, yeso, anhídrita, de sal gema y sales potásicas. Según la configuración ^{geográfica} geológica del tiempo geológico, el grado del hundimiento y del aporte de sedimentos anorgánicos, el área también puede ser estuarina, lacustre, cenagosa o aluvial. En caso de ambiente cenagoso y en una forma análoga a lo que presenciamos en los pantanos del bajo Atrato, el crecimiento de sucesivas capas de vegetación produce turba, la que va quedando sepultada bajo lodo y arena si el hundimiento se acentúa y se convierte lentamente en carbón mineral. Los movimientos después no son continuos y pueden suspenderse temporalmente por solevantamiento y contracción, lo cual da lugar a que la erosión pueda actuar y a formar una discordancia entre los estratos depositados y los que siguen al reiniciarse el hundimiento. Habiendo actuado el hundimiento y la formación de sedimentos por largos períodos geológicos, sobreviene algún movimiento relativamente breve de contracción

- 4 -

y de solevantamiento que convierte el área en una montaña cuyas cum
bres llegan hasta 7000 m y más de altura. Esta revolución de la cor
teza es un movimiento orogénico (creador de montañas) y por su gran
intensidad se llama paroxismo.

Endurecidos por el peso de las masas suprayacentes y por
la temperatura alta de la profundidad en que se hallan sepultados,
como también por el calor de las rocas ígneas que pueden cruzarlos,
los sedimentos se endurecen y se vuelven rocas. Posteriormente la -
contracción (orogenismo) completan este proceso de petrificación.
Según la constitución de las partes, y marcas de suspensión, de dis-
cordancias y erosión, un conjunto completo de sedimentos puede divi
dirse de mayor a menor en grupos, formaciones y miembros. Los fósi-
les contenidos en ellos definen la edad geológica.

Debajo de la corteza terrestre, en el reino de Plutón
de los griegos, está la zona de rocas ígneas o magnéticas, en esta
do plástico o líquido, sometidas a alta presión. Cuando los movimien-
tos de la corteza se acentúan pueden formarse grietas y fallas que -
lleguen hasta el contacto de la corteza con la masa ígnea y, alivia-
da ésta de la presión, la masa penetra a la corteza y se enfría en -
ella, formando las rocas intrusivas, o llega hasta la superficie com
las manifestaciones del volcanismo (rocas extrusivas y volcánicas).
Los dos tipos de rocas se llaman en conjunto rocas eruptivas.

Un tercer grupo de rocas que se agrega a las ya conoci-
das, o sean las eruptivas y las sedimentarias, corresponde a las ro
cas metamórficas que se forman cuando las rocas eruptivas o las sedi
mentarias quedan sometidas a alta presión y alta temperatura (gran -
profundidad).

En el folleto explicativo de la organización y funcio -
namiento del Instituto que se reparte en el Pabellón, el Petrólogo -
Jefe del Instituto, Dr. W. Nelson, da a conocer en una forma, al tiem

- 5 -

po científica y de divulgación, la clasificación de los tres grupos de rocas a que hemos aludido, a su origen y a los minerales que producen.

En relación con los minerales, se agrega aquí que de acuerdo con el proceso de formación, los sedimentos se distinguen por su contenido en petróleo (materias grasas de animales generalmente diminutos y de algas, transformadas), carbón (proveniente de materia vegetal), en calizas (valvas, corales, etc), yeso, sal, oolitas de hierro (precipitación de soluciones acuáticas), etc. Las rocas eruptivas producen la mayoría de los yacimientos de minerales metálicos, de a - sulfre, etc. Estos productos se hallan a la vista en el Pabellón. Ahí también se ve que en Colombia existen abundantes rocas que, pulidas, dan distinción a las fachadas y al interior de edificios y a monumen - tos.

Muestras del Museo Geológico

El Museo contiene la documentación sistemática del material de rocas, fósiles y minerales que se recolecta durante las exploraciones y este sirve para la ilustración del público sobre la consti - tución geológica y sobre los recursos geológicos del país.

En la exposición se han separado las muestras más impor - tantes para la instrucción del público, divididas por conjuntos que - corresponden a las materias. Así hay una sección de rocas, otra de fós - siles animales, otra de fósiles vegetales y una extensa de minerales - de que dispone el país. En esta forma, el público puede darse cuenta - por categorías de como es la constitución de la corteza terrestre y - qué ofrece.

GEOLOGIA BASICA

SECCION DE PETROLOGIA

La Petrografía es la rama descriptiva de las rocas; la Petrología se refiere a los procesos que originaron y diferenciaron las rocas, especialmente las eruptivas y las metamórficas. Un microscopio muestra como se hace la determinación de la constitución de las rocas por minerales mediante un corte delgado de éstas. Las rocas principales clasificadas conforme a esta investigación también se hallan expuestas. Así el visitante, con la ayuda del folleto mencionado y de los gráficos de la Sección puede formarse una idea cierta de las labores petrográficas, y el muestrario de minerales lo orienta sobre cual clase de roca produce cierto mineral que le interese.

Las rocas metamórficas de origen sedimentario necesitan estudios muy detenidos para poder restituir su aspecto y sucesión originales y determinar la estructura presente. En la sección geológica de Ibagué a Armenia, el petrólogo demuestra como llega a dar frutos inesperados tan delicada labor. Llamará la atención que quizá la mayor parte de estas rocas metamórficas, las prasinitas, hayan sido originalmente cenizas volcánicas. En otra sección, referente al trayecto Dagua-Buenaventura, se muestra la descifración petrológica de un grupo de rocas de gran espesor, constituido en parte de sedimentos ligeramente metamórficos y en parte de derrames volcánicos basálticos (diabasas). Son estas demostraciones de lo que la petrología moderna es capaz de realizar.

- 7 -

Paleontología

Se necesita conocer la edad geológica de las rocas porque de otro modo no se puede determinar a ciencia cierta la distribución de los grupos, de las formaciones y de los miembros en el país y toda la interpretación geológica y de su secuela de yacimientos sería susceptible de graves errores. La interpretación de la edad geológica se hace con base en los fósiles y estos se diferencian de período en período porque los cambios de ambiente que producen los movimientos de la corteza los obligan a especificarse. Un grupo de fósiles se refiere al reino animal y lo trata la Paleontología.

En uno de los gráficos se explican algunos tiempos geológicos, los años que embargan y los fósiles que son característicos de cada tiempo. El visitante verá con sorpresa las formas desconocidas, grandes y microscópicas, que han resultado del proceso geológico. Se pusieron cintas que conducen de la división del tiempo geológico a los fósiles correspondientes tal como se hallan en la naturaleza. Una sección geológica en la región de Leiva lleva a la mente primeramente cómo han sido plegado los sedimentos originalmente horizontales, la sucesión de los estratos y la distribución de los fósiles en el terreno, incluso el sitio donde se halló el reptil marino llamado Plesiosaurio.

El Plesiosaurio con su longitud de 7m, hubo que emplazarlo en el compartimiento anterior del Pabellón. Al lado del esqueleto se hallan algunas amonitas, una clase desaparecida de moluscos. En el fondo hay una fotografía del esqueleto y un cuadro que muestra el Plesiosaurio restituído en su ambiente y actividad.- En el microscopio, como contraste con el reptil gigante, se muestran las caparazones de diminutos seres unicelulares, llamados Foraminíferos.

- 8 -

Con base en los fósiles, la Sección de Paleontología del Instituto ha hecho una labor fundamental y muy abundante en corto tiempo, destinada a concretar los conceptos geológicos.

Paleobotánica

Otro grupo de fósiles se refiere a las plantas y es necesario estudiarlas porque también son diagnósticas de la edad, sobre todo en sedimentos que no contienen fósiles animales. Las hojas, flores, ganchos, troncos conservados en la roca son más bien escasos y reflejan solo una parte de la flora de su tiempo. En cambio el polen de las plantas, llevado por los vientos, es casi ubicundo en los sedimentos y por lo tanto decisivo para la definición de la edad. Como esta ciencia, la Palinología, es nueva, hay necesidad de establecer primero las especies de polen en formaciones que tienen alternativamente estratos marinos con fósiles animales diagnósticos. Esta fase ya se halla lo suficientemente adelantada para poder extender los resultados a las formaciones no marinas.

En un gráfico se ve la distribución del polen en la transición de la edad media de la vida de la tierra, el llamado Mesozóico, a la edad nueva de la vida de la tierra, o sea el Cenozóico. Es la primera vez que se demuestra el cambio de flora de esta transición y el visitante puede ver el contraste que existe entre los polen de la flora antigua del final del Mesozóico y los del principio del Cenozóico. Con base en la diferencia de edad establecida por el polen, la formación de transición llamada formación de Guaduas, se ha podido subdividir en 8 zonas lo que dió lugar a correcciones muy importantes sobre el concepto de la formación y de la correlación de los mantos de carbón.

- 9 -

Bajo el microscopio y con las explicaciones verbales que se agregan, el visitante se puede informar de cómo son estos polen fósiles y— cómo se les extrae de la roca.

Fotogeología

Con el respaldo de las determinaciones petrológicas, paleontológicas y paleobotánicas, y previo estudio de secciones terrestres típicas para conocer la sucesión, estructura y distribución de las rocas, el Fotogeólogo se entrega a la tarea de crear el fundamento más importante de la geología aplicada cual es la carta geológica del país. Por ser dispendiosos y defectuoso el levantamiento terrestre de un mapa geológico, se usan las fotografías aéreas verticales del Instituto Geográfico de Colombia que muestran la distribución conjunta de los objetivos y hacen la restitución a la carta geológica cómoda y precisa, aún en los detalles.

En el tabique interior del Pabellón, la Fotogeología ha expuesto el procedimiento de restitución y los mapas resultantes. Se puede observar el proceso desde la centración y copia de los relieves de la fotografía con sus signos y colores convencionales hasta la discusión de los problemas y el mapa terminado. En el lado opuesto del tabique los mapas de Timba y Jamundí sirven para mostrar al público la aplicación de un mapa fotogeológico a una finalidad práctica, en este caso a los yacimientos de carbón.

Una serie de fotografías muestra aspectos tectónicos desta-

- 10 -

cados para que el visitante pueda darse cuenta en principio como se manifiestan ellos y qué formas y accidentes adquieren las rocas por plegamientos y fallas. Una fotografía muestra la constitución del pequeño volcán de Machinal Norte de Cajamarca y de la carretera de Ibagué a Armenia, parásito del volcán del Tolima.

Una serie de fotografías y una maqueta en relieve acotado muestra la geología de la Laguna de Guatavita, célebre en la historia de Colombia y ahora más interesante porque la Sección de Fotogeología demostró que es el impacto de un meteoro. Como otros rasgos geológicos que no se perciben directamente desde la tierra, éste resalta en las fotografías aéreas.

Una vez ampliada la división de Geología Aplicada del Instituto Geológico, se hará la exploración conjunta de los valores geológicos del subsuelo, del suelo y de las condiciones de obras públicas en la región cartografiada y se prestará así un servicio completo y sistemático que disminuirá a una proporción razonable la necesidad de hacer estudios dispersos en el país.

GEOLOGIA APLICADA

El Instituto Geológico Nacional dispone de las Secciones de Geología Minera y de Hidrogeología en los ramos de la Geología Aplicada. Los demás trabajos se atienden por los geólogos a la medida del tiempo disponible y de la urgencia de la solicitud.

- 11 -

Geología Minera

El Subdirector del Instituto, doctor Jesús A. Bueno, ha presentado el conjunto abarcable de los diferentes yacimientos y explotaciones mineras del país, obra de trascendencia para la información suscinta del visitante, en un mapa de gran tamaño que se halla en el fondo del compartimiento principal. La leyenda muestra los signos que corresponden a cada clase de yacimiento y el mapa muestra la distribución. La disposición y la ejecución del mapa son obra infatigable del Cartógrafo-Dibujante, señor Alfredo Cortés Posada.

Orientado el visitante sobre el mapa con respecto a la distribución de los yacimientos, el muestrario de minerales y de rocas matrices le lleva a la mente el tipo de mineral que corresponde al respectivo sitio.

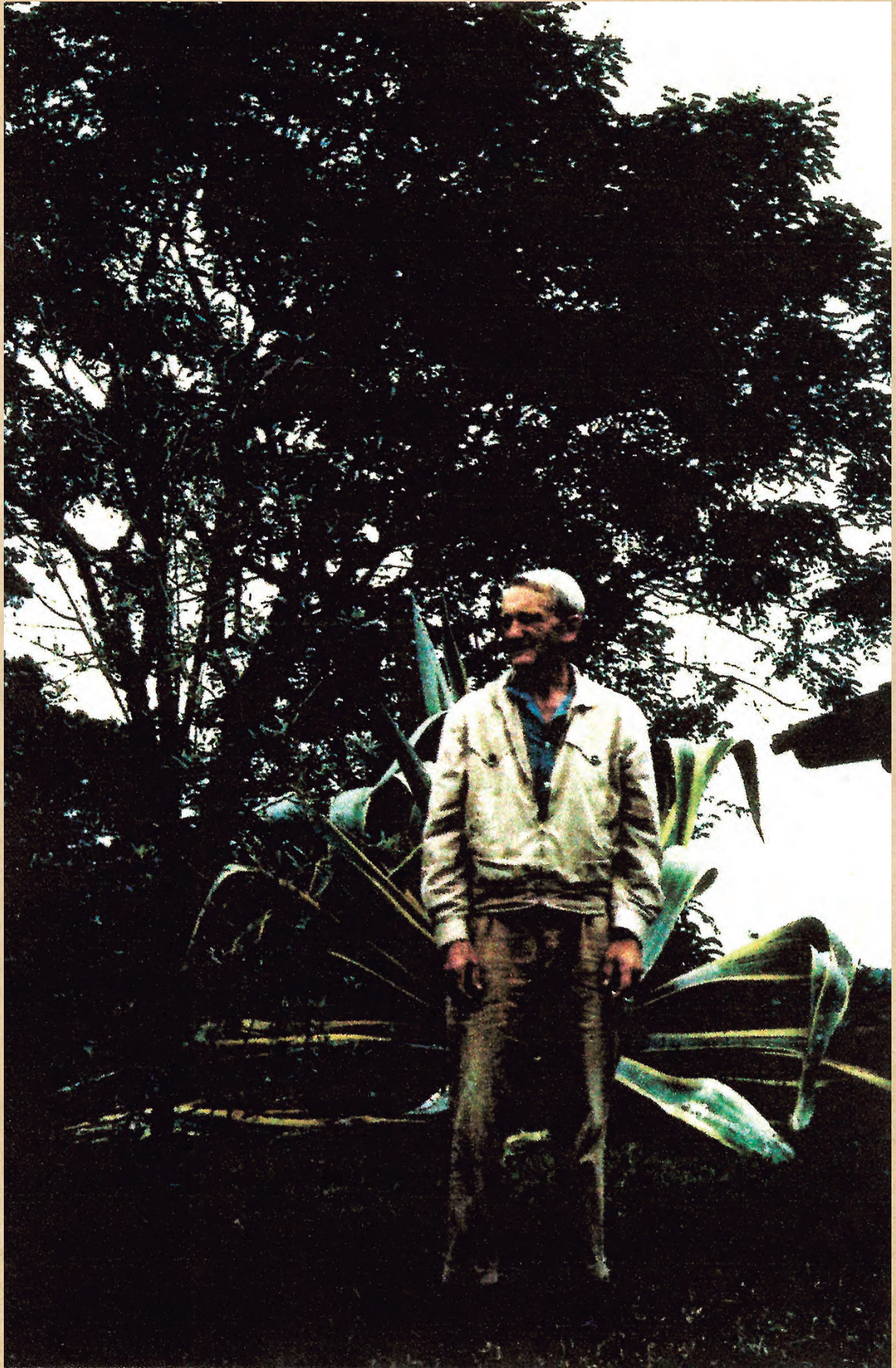
Hidrogeología

La obtención de agua subterránea por medio de estudios hidrogeológicos para fines de abasto individual, de poblaciones de todo tamaño, de las fincas ganaderas y de suministro de riego para la agricultura ha adquirido una importancia imprevista y ha hecho factible la vida y la producción en múltiples sitios y regiones que hasta entonces eran forzosamente baldías. En la entrada del compartimiento principal, a mano izquierda, se ilustra con gráficos y con un modelo la manera acertada de hacer las perforaciones y poder garantizar la vida de un pozo. Se desea así llamar la atención hacia la necesidad de corregir defectos de perforaciones a agua que son perjudiciales. La protección higiénica de un pozo está ilustrada en el lado exterior del compartimiento.

- 12 -

Para fines de abasto se han estudiado las zonas más propicias y de más necesidad, entre ellas la Sabana de Bogotá, la planicie de Ubaté, la vasta planicie del Cauca y Valle con sus inmensos recursos de agua subterránea, Córdoba, Bolívar, Atlántico y la Guajira. Los informes respectivos, como también datos obtenidos de más de 1000 pozos, se pueden consultar en la Sección de Hidrogeología del Instituto.

E. Hubach
Nov. 3, 54.







En 1923 la Comisión Científica Nacional, antecesora del Servicio Geológico Colombiano y creada en 1916 para explorar en busca de recursos mineros y para levantar el mapa geológico de Colombia, había quedado sin personal científico al morir Robert Scheibe y al retirarse Ricardo Lleras Codazzi, sus dos miembros fundadores. Colombia tenía en aquella época grandes necesidades de abastecimiento en recursos minerales para la industria, la construcción, los ferrocarriles y otros pero no tenía especialistas en esos campos. El Gobierno nacional decide entonces solicitar al Gobierno alemán el envío de geólogos y es así como llegan al país Ernest Scheibe, hijo de Robert Scheibe, y Enrique Hubach.

