

Familie P u l c h e l l i d a e DOUVILLÉ

Schale scheibenförmig, Nabel meist eng, Rippen strahlenförmig, mehr oder minder breit, gewöhnlich einfach und von ungleicher Länge, selten gegabelt, im Externteil nach vorn gebogen, mit einer mehr oder minder ausgeprägten medianen Wellung. Ventralregion sehr verschieden entwickelt, manchmal gerundet, manchmal scharfkantig, oder doppelkielig. Lobenlinie sehr konstant, zeigt ein erstes Stadium in der sie sich aus einem weiten Externsattel mit einem kleinen Medianlobus, einem ersten Lobus in Form eines runden Sackes und einer wechselnden Anzahl Hilfsloben zusammensetzt. Unmittelbar danach erscheint eine Spitze am Ende des ersten Laterallobus, doch dieses zweite Stadium (unpaar) hält nicht lange an und die Teilung des Lobus wird fast immer paarig durch die Gabelung des ersten Lobulus, dessen beide Teile sich schnell individualisieren, während die Sekundärzähnelung die Loben und Sättel überflügelt. In anderen Fällen scheint die Teilung des Lobus durch die Entwicklung eines Sekundärlobus paarig zu sein. Der Sekundärlobus wird schliesslich ebenso gross wie der erste Lobus. Die P. erscheinen im Valendis und verzweigen sich später in eine Reihe oberkretazischer Formen.

Platylenticeras
Delphinites

Eulophoceras
Pulchellia

Paquiniceras
Neopulchellia

ESTRATIGRAFIA DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES

A solicitud del Departamento de Suelos del Instituto Geográfico *de Colombia* "Agustín Codazzi" se ha elaborado el croquis estratigráfico de la Sabana de Bogotá, adjunto con sus columnas correspondientes. El Departamento de Fotogeología del ^{Instituto} ~~Servicio~~ Geológico Nacional emprenderá la obra de hacer el mapa geológico detallado de la misma zona.

Aparte de la estratigrafía se caracterizan en este informe las materias útiles del suelo y subsuelo del área croquisada. Otro fin que se persigue es normalizar la nomenclatura estratigráfica.

La Sabana de Bogotá es una cuenca compleja terciaria que prolonga la subsidencia cretácica de la Cordillera Oriental al Oligoceno y, con intermitencias, al Pleistoceno y localmente al Holoceno.

SUCESION ESTRATIGRAFICA

La sucesión estratigráfica se halla especificada en las columnas del croquis, una para el lado occidental y otra para el lado oriental. En la Sabana misma y en su hoya hidrográfica no asoman sino formaciones que van del Cenomaniano Superior (nivel de *Exogyra Mexmeti*) hasta el Pleistoceno y el Reciente. Las formaciones anteriores hay que buscarlas hacia el Oriente y hacia el Occidente de la Sabana. Las columnas y el croquis demuestran hasta donde asoman. Es de advertir que hay fuertes y en veces sorprendentes cambios de facies y de magnitud en casi todas las formaciones, así como también influencias tectónicas con respecto al espesor.

Formación de la Sabana.— Pleistoceno (Cuaternario) y Reciente.
Lacustre y Paludal.

Se trata de depósitos lacustres, paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexas, en los valles que desembocan en ellas y en algunos cerros bajos, como los de Madrid y Mosquera. En las partes altas, arriba de 3.000 metros de elevación,

se encuentran los depósitos glaciares, p.e. en la zona del Cruz Verde, al SE de Bogotá, y en la parte N del Sumapaz, que no se han tenido en cuenta en el croquis.

El Pleistoceno del interior de la Sabana se compone de arcillas plásticas, grises, de arcillas turbosas, restos de maderos, de diatomitas y de arenas finas hasta medianas. Hacia los bordes aumenta la proporción de arena y se presentan bancos irregulares de bloques y de piedras de cantos más o menos angulares, excepto en la vecindad de cerros entrantes donde la facies arcillosa se aproxima al pie y con un espesor grande (Madrid y Mosquera). Cascajos, y en general material transportado por ríos, son escasos y se hallan, por ejemplo, en la salida del Tunjuelo a la Sabana, en el valle del río Frio y en el valle de Sibaté. En las hoyas alternan capas de gredas y de bloques grandes hasta pequeños.

La estratificación es irregular, tanto en las márgenes como en el interior de la Sabana y no se conocen capas de guía. El espesor es muy variable y todavía imposible de fijar en su máximo por la ignorancia del límite preciso entre el Pleistoceno y el Tiltatá. *que suele pasar de 200m*

En la formación de La Sabana se han encontrado restos de mastodontes y caballos vertebrados de los que hay una colección en el Museo Geológico Nacional. Estos restos se encuentran sólo en puntos aislados y por ello no solventan el problema de la determinación del Pleistoceno. Más pueden servir los restos de vegetación ^(polen) que están incluidos en el subsuelo de la Sabana porque los del Pleistoceno indudablemente son de clima frío mientras los del Tiltatá son de clima cálido (Saccoglottis). Esto además indica una inconformidad o una disconformidad.

Las dificultades de separación del Pleistoceno del Tiltatá se manifestaron al hacer una serie de perforaciones en la parte occidental del dique de la represa del Mula donde se hallaron pepas de Saccoglottis en sedimentos arcillosos verdes, azules y anaranjados que ha-

brian podido estimarse litológicamente como Pleistoceno. Capas de color semejante, pero sin la *Sacoglottis* se atravesaron en Huzá S.E. de Bogotá a profundidades de 50 a 80 metros. Esto dá a entender que la mayor parte del subsuelo de la Sabana y aún partes de los bordes sean Tilatá.

Formación de Tilatá. -? Plioceno. Continental.

R. Scheibe dió el nombre de Tilatá a una formación que se halla en capas horizontales entre Tilatá y la represa de Siaga, formada alternativamente de gredas, ~~gredas~~ y arenas y capas arenosas y cascajos con unos 100 metros de grueso visible. Esta misma formación se extiende desde Tilatá por la mayor parte de la cuenca de Chocotá donde presenta conglomerados de bloques hacia los bordes (al N de Villapinzón). Dentro de este área, las capas tienen posición generalmente horizontal, pero se notan pequeñas fallas y ligeros plegamientos, signo de que no se trata de Pleistoceno sino de una formación anterior, derivada de la erosión del Terciario Inferior y del Cretáceo Superior y puesta en fuerte discordancia (inconformidad) sobre ellos.

Con estas capas del lado oriental de la Sabana se hacen coincidir la formación expuesta en la hoya del Charquito (abajo de la salida del río Bogotá de la Sabana) que se considera como tipo occidental del Tilatá formado de la misma clase de sedimentos como la del sitio del Tilatá, pero con la diferencia de que tiene pepas de *Sacoglottis* (cipaconense) ^{Berry} en la base. Como se dijo, dichas pepas también se hallan en la parte Oeste del dique del Maña y en Cipacón, aquí igualmente en la base de la formación (pero no en el Guaduas como lo supone Berry). También en estos lugares se distinguen ligeros plegamientos y fallas, más en ningún sitio el Tilatá está fuertemente plegado ni sobrescurrido y debe haberse formado por lo tanto con posterioridad al paroxismo neoterciario de la Cordillera Oriental. El material proviene en gran parte del Guadalupe Superior, a igual que el del propio Tilatá.

En el lado N de la Sabana, específicamente a la salida de río Bogotá, entre Peicaching y el Charquito, la formación de la Sabana probablemente está representada por la formación de "bloques", con si este un gran bloques angulares de areniscas con matriz cascajosa de granos angulosos (areniscas, lilita) y gredas, todo derivado del Guadalupe Superior. La estratificación es irregular y la superposición al Tilatá Guadalupe fuertemente inconformable. Mas al Oeste, entre Santan derito, Albar, Bache, la formación ocupa mucha extensión y adquiere un espesor hasta de 70m (los Alpes, cerca de Albar). Se supone que los conglomerados redondeados de la Mesa (de Juan Díaz) sean equivalentes de esta formación de planicie y fundida del Pleistoceno.

En el lado exterior occidental de la Sabana se ha considerado que eventualmente pueden ser equivalentes del Tilatá o algo más recientes los residuos de la formación de bloques que se distinguen desde la mesa inclinada de Fusagasugá, por el Salto y la Mesa, hacia Cipacón. Se trata de un hacinamiento de bloques, sobre todo del Guadalupe Superior, que originalmente constituía un plano del flanco W de la Cordillera Oriental inclinado hacia el Magdalena. Al Oriente de la Sabana, los residuos son mucho más reducidos.

En cuanto al resto del Tilatá indicado en el croquis, sobre todo en las hoyas que bajan a la Sabana, no es posible decir si se trata de esa formación o de depósitos pleistocenos y fluvioglaciales.

El espesor observado del Tilatá no pasa de 100 metros pero es posible que en el interior de la Sabana pueda tener una magnitud mayor, como lo indican perforaciones en la Sabana que han pasado 300 m de capas Pleistocenas y Tilatá, entre Funza y Tenjo.

No se han encontrado fósiles distintos a la *Sacoglottis* que únicamente nos dice, por la boca de Berry, que es una planta típica de pantanos a nivel del mar, o sea que en el tiempo del Tilatá, la Sabana, ya preformada y con sus rangos tectónicos y orogénicos actuales, se hallaba a un nivel muy bajo y cálido, cosa sorprendente considerando su posterioridad al paroxismo andino.

Formación de Usume. - (Tu). ? Oligoceno.-Salobre-marina y paludal.

En la sucesión Cretácea-terciaria, conforme hasta desconforme, de ⁶⁰⁰⁰⁻⁸⁰⁰⁰ 10.000 metros que se halla expuesta al Oriente de la Sabana (hacia Quetame), la formación de Usume ocupa la parte superior, aunque en perfil incompleto. Además ella es interesante porque este período terminal de la sedimentación vasta en el Oriente de Colombia, vuelve a presentarse marino, después de que el Guaduas (a excepción de la base) y el Bogotá fueron lacustres y paludales. Los foraminíferos del Usume fueron determinados por la Shell según muestras del

suscrito e indican edad oligocena (1)

El Usme sólo se ha visto expuesto en el interior del sinclinal del Tunjuelo, desde el cerro al Sur del hospital de San Carlos (Bogotá-Sur) hasta las cabeceras de los riachuelos del Gurubital y del Nato. Es probable que se conserve en el subsuelo de la Sabana y en algunas de las anchas hoyas sinclinales del perímetro.

La parte baja está formada de un conjunto de areniscas de grano medio y grueso, entreveradas con cascajos bien redondeados, entre ellos, si bien se recuerda, rodados de plaenars. Entre las areniscas se intercalan arcillas grises. En la parte inferior del Valle del Tunjuelo (lado oriental), el conjunto está subdividido en más horizontes de areniscas (más finas) que en el lado occidental de La Regadera. Encima hay una sucesión de arcillas gris-claras que contienen los foraminíferos y que van separadas por bancos medianos hasta delgados de arenisca clara de grano medio.

El espesor de la parte conservada del Usme se estima en 500 a 600 metros.

Aparentemente, el Usme se halla en concordancia con el Bogotá. Sin embargo, el carácter finamente conglomerático y la posible inclusión de rodados de plaenars (transportados de larga distancia) indican que puede haber desconformidad (hiato).

Según referencias, puede haber un lente alargado de carbón en la quebrada Juan Ray que podría representar el tipo de carbón antioqueño en la Sabana de Bogotá.

Formación de Bogotá. - (Tb). - ^{Paleoceno Superior} ~~Eoceno Superior~~ - Agua dulce.

El límite entre el Guaduas y el Bogotá se distingue fácilmente por el conjunto de areniscas de grano grueso del Cacho (R. Scheibe), el cual se destaca en el terreno como filo y que representa la base del Bogotá. El límite superior está señalado por la are-

1. - Estudios palinológicos de Th. van der Hammen (1954) indican que el Usme de la hoya de Usme comprende el Eoceno Superior y el Oligoceno Superior. Una perforación hecha a continuación del sinclinal del Usme en el lado N de Bogotá (Cerro Cecilia Andina) dio en arcillas rojas Globorotalia fohsi del Oligoceno Superior, según H. Burgl.

nisca de La Regadera del Usme.

Se trata de una sucesión monótona de gredas abigarradas (grises, violáceas, moradas y rojas), sin fósiles de clase alguna, que forman horizontes más o menos gruesos y que van separadas por bancos de arenisca arcillosa blanda, la cual le da a la topografía un aspecto cintoado. En la parte alta, al W de la Regadera hay gredas rojas con concreciones de cal. En la parte baja, en la subida de la carretera al Sur de San Cristóbal, ocasionalmente se encuentra algo de arcilla carbonácea, a poca distancia encima del Cacho. La arenisca basal, o Cacho, está caracterizada en el Sur de Bogotá y otras partes de la Sabana por dos horizontes de arenisca que son, según R. Scheibe, el Infracacho y el Supracacho, éste último de grano fino y aquel de grano grueso y ferruginoso, separados entre sí por greda abigarrada.

Como tipo del Cacho se considera el afloramiento en la zona de Bogotá el afloramiento del río San Cristóbal en la puerta de la Fábrica de Municiones; en la zona de Guatavita el del cruce del río Si y el de la Cueva del Chulo; y en Lenguaque el de la arenisca oriental del Boguero del Rabanal.

El grueso total de la formación probablemente no es menor de 1.500 metros, pero puede ser aún mayor. El Cacho mide 50 hasta 100 metros y adquiere una magnitud mayor en la travesía desde Subachoque hacia el cerro de Tablazo. La parte alta (gredas rojas con nódulos de cal), según exposición al W de la represa de la Regadera, se ha separado como conjunto superior.

Por falta de flora y fauna fósil, la edad sólo se puede inferir, excepto algunos estratos algo carbonáceos encima del Cacho cuyo pólen es paleoceno, ^(van der Hammen) siendo de suponer que se trate del Paleoceno Superior porque la parte alta del Guaduas que está debajo también es paleocena. Así cabe la presunción de que el resto del Bogotá corresponda al Eoceno Inferior y tal vez Medio.

El Bogotá completo sólo se halla expuesto en los flancos del sinclinal de Usme, al Sur de Bogotá. Al NE del Valle de Zipaquirá no parece estar conservada la parte alta, igual que en la cuenca de Chocontá. En los demás ^{lugares} sólo aflora la parte inferior, especialmente la Arenisca del Cacho expuesto típicamente en la parte Sur de Bogotá (puente sobre el río San Cristóbal).

El pólen encontrado por van der Hammen en capas arcillosas a pocos metros encima de la Arenisca del Cacho, pertenecen al Paleoceno. Los estratos que siguen, no llevan pólen.

Formación de Guaduas.- (Kg) /Paleoceno hasta Maestrichtiano.-
Agua dulce, base marina.

Conviene aclarar lo que se entiende aquí por formación de Guaduas ya que hay muchos conceptos sobre ella. Hettner designó como formación de Guaduas la serie que se extiende desde la superficie del Guadalupe de la zona al este de la población de Guaduas hasta el pie sinclinal del valle de Guaduas. Esta serie abarca el Gualanday en la parte alta, cuya base es la arenisca gruesa hasta conglomerática que forma el primer filo destacado al E de la población. En la parte baja se presenta una formación de arcillas oscuras con carbón (Guaduo-Caparrapi) que traspasan a gredas abigarradas y rojas. Esta parte baja es la que R. Scheibe considera como Guaduas en la Sabana de Bogotá (véase columna), y dicha aplicación se divulgó de tal manera que todos los mineros de carbón la conocen con ese nombre de Guaduas. Habiéndose vuelto costumbre, se adopta esta definición del Guaduas, aún cuando la población del mismo nombre queda en el Gualanday de R. Lleras Codazzi. *-La mejor exposición del Guaduas en la Sabana se halla en Guatavita, entre la Arenisca Tierna del Guadalupe Superior que forma el domo del Montecillo y la Arenisca del Cacho que constituye el filo prominente al sur.*

La posición del Guaduas en la Sabana, entre la Arenisca del Cacho y la Arenisca Tierna del Guadalupe Superior, facilita grandemente su determinación. Además es la formación carbonífera de la Sabana.

La formación se divide en tres conjuntos, de los cuales el superior está formado por gredas rojizas, azulesas, verdosas y moradas, entre las cuales localmente hay mantos inexplotables de carbón y bancos de arenisca no estables, de grano más o menos grueso. En el NE de la Sabana suele haber mantos de carbón hacia la base del conjunto Superior que son explotables (con intercalación de arcillas que se soplan). La parte media o productiva contiene los mantos de carbón que usualmente se explotan en la Sabana y se distingue además por la presencia de areniscas de las cuales la superior se llama Lajosa y la inferior La Guía. Las arcillas intermedias gris-oscuras son compactas o franjeadas y muchas veces carbonáceas. Restos de plantas son comunes, pero es raro encontrar hojas enteras.

En la parte occidental de la Sabana, ^{peroya en el conjunto inferior,} hay un manto de carbón subbituminoso hasta semiantrocítico, por ejemplo, en la cuenca del Tequendama y al W de Subachoque. El conjunto inferior consta en el Norte de la Sabana esencialmente de arcillas gris-oscuras que llevan en la base amonitas aplastadas y bivalvas (lado oriental del sinclinal de Suecos, minas de Cogontá), es decir a pocos centímetros encima del Guadalupe. G. Dietrich considera esta fauna maestrichtiana. En la parte Sur de la Sabana el franjeamiento entre arcillas y areniscas cuarcíticas es típico y no hay rastros de fósiles en la base. Sólo en el túnel del Salto de Tequendama (Empresas Unidas de Energía Eléctrica), cerca del mismo, se encontró un lente residual petrolífero de caliza, separado del Guaduas por una capa de arena gruesa como síntoma de disconformidad, y colocado directamente sobre la superficie de la Arenisca Tierna del Guadalupe. A. Glason considera las bivalvas de la caliza como maestrichtianas.

Por lo visto, el Guaduas encierra en su parte baja el Maestrichtiano y como no hay visible suspensión en la sedimentación se juzga que incluya el Daniano y también el Paleoceno. El conjunto superior es principalmente rojo como el "Guaduas" del Alto Magdalena-Alto Caguetá (Grosse) que por su parte guarda relación litológica con la formación Foca de Bolivia y Perú.

El espesor del Guaduas es generalmente de 700 metros, pero puede ascender a 1.000 metros (Lenguazaque).

La variabilidad de la facies del Guaduas es muy grande y se hace menester reconocerla por la ^{distribucion} interpretación ~~económica~~ de los mantos de carbón. A rasgos generales se tiene que de un número de 21 mantos de carbón que hay en El Rabanal, al N de Lenguazaque, se vá reduciendo a 5 hasta 8 mantos explotables en el Norte y Nordeste de la Sabana, luego a uno en la parte Sur y finalmente hacia el alto Tunjuelo se extingue el último. Esta extinción también se presenta en dirección a Cunday y hacia la banda occidental del Río Magdalena. En esa dirección Sur, o sea hacia la masa rígida autóctona de Garzón, la parte infe-

1) Th. van der Hammen determinó mas tarde el límite palinológico Maestrichtiano ~~(Daniano)~~ - Paleoceno en el límite ^{litológico} entre el Guaduas Medio y el Guaduas Superior.

rior y acaso la media tienden a extinguirse también, quedando como parte predominante el conjunto rojo superior. Estas son indicaciones que refuerzan la suposición de que entre el Guadalupe y el Guaduas hay desconformidad, pero no orogenismo (localmente ⁵¹ ~~está~~, por ejemplo, en la carretera de Cambao, en el lado W del Alto del Trigo ^{en Tocaima}).

Con respecto a cambios menores de facies del Guaduas, juzgados por el carbón, se cita el ejemplo del valle de La Calera hasta Sopó, donde no ha sido posible encontrar un manto explotable, a pesar de que se halla en una zona donde todavía debería serlo. En el ascenso de la carretera de Gachetá, desde el Valle de Sopó al de Guasca, el Guaduas parece ser muy delgado, y contiene un mantito ^{grueso} de carbón en la parte baja. Encima, sigue una arenisca de grano ^{que} debería ser el Cacho. Otras zonas en que al menos los conjuntos inferior y medio se reducen mucho, es el Cerro de Suba y el Cerro entre ^{Puerto Común} ~~Gachetá~~ y el Valle de Sopó.

Formación de Guadalupe. - (Kg). - ?Campaniano hasta Turoniano (1).

Marina.

Al establecer la formación, Hettner no determinó su límite inferior, cosa de capital importancia por la variación de facies que la afecta. De todos los niveles vistos, el que mejor se presta para la separación del Villeta - aunque tampoco idealmente - es el de la caliza de *Exogyra mermeti* que puede seguirse intermitentemente hacia Málaga (Santander), hacia la Cabecera del Magdalena, y por el lado occidental de la Cordillera Oriental, desde Tena hacia San Vicente de Chucurí. Esta caliza se considera como la parte alta del Villeta y suele llamarse caliza de Chipaque. Como guía sirve además en el lado oriental y al N y NE de la Sabana su posición a unos 200 metros encima de la arenisca estable de Une que aún se conserva al W ^{y al NE} de Chiquinquirá. Al Oeste de la Sabana, la caliza se halla a unos 50 metros abajo de las lómitas con concreciones amonitíferas ^{de la frontera} del Coniaciano y Turoniano, ya sea representada por areniscas calizas con *Exogyra mermeti*, ya sea por ^{uno o dos bancos de} areniscas margosas que raras veces tienen fósiles. ^{Es} ~~de~~ ^{que} esta manera ^{se} considera que el Guadalupe se desarrolla entre la base del Guaduas y el tope de la Caliza de *Exogyra mermeti*, o sea

T. - H. Buerger halló que al W de Chia y al N de Sueca, el Guadalupe incluye el Maestrichtiano. Así, la desconformidad Guaduas-Guadalupe caería en el Maestrichtiano, probte. el inferior.

entre el ^{Inferior} Masstrichtiano y el Cenomaniano, respectivamente.

El Guadalupe consta en la Sabana de Bogotá de dos conjuntos típicos y bastante bien sostenidos: el conjunto superior, compuesto de areniscas y plaenars, y el inferior que es esquistoso-arcilloso con intercalación de horizontes y bancos de arenisca cuarcítica.

El conjunto superior tiene tres horizontes. El superior se llama la Arenisca Tierna, formada de una arenisca friable, clara hasta blanca, de grano fino hasta medio cuyo tipo se halla bien expuesto en las rocas de Suesca y en las areneras al Norte de Usaquén. El espesor no pasa de 50 a 70 metros. En el lado oriental de la Sabana se encuentra para vez alguna ostrea grande; en los esquistos negros intercalados en el lado W del precipicio del Salto de Tequendama hay foraminíferos que indican edad Campaniana (Shell). Esta Arenisca Tierna parece ser de singular importancia estratigráfica porque es, hasta donde se puede decir, la única guía sostenida en la Cordillera Oriental, ^{hasta el Páramo del Almoradazo} en su borde llanero y en el valle alto del Magdalena, desde Honda al Sur. Todo el resto del Guadalupe puede volverse lúditico o arcilloso ^{dentro de este recinto} como sucede desde la Sabana hacia el NE, pero la Arenisca Tierna no cede.

El horizonte medio consta de los plaenars, formados de cintas planas y paralelas de lúditos artillosos, margosas y puros (vulgarmente "piedra panelita") con intercalación de arcilla gredosa silíceas adherente (Saugschiefer), de arenisca lajosa con ondaje (rippelmark) y de la Arenisca de labor, compacta, ^{revestimiento} de 5 a 8 metros de gruesa que es la que se utiliza como piedra de enlucido en los edificios y para monumentos (tipo Terreros). La abundancia de foraminíferos en los plaenars ya fue constatada por E. Karsten, y R. Valencia Saenger determinó el nivel de amonitas aplastadas y de lamelibranquios al Norte de Usaquén. Se estima que la edad sea santoniense. El grueso del conjunto es de unos 100 metros.

La Arenisca Dura, o sea el horizonte inferior con 300 metros hasta más de magnitud, es una sucesión de bancos gruesos hasta medianos de arenisca de grano fino que se vuelve especialmente dura y apta para triturado en la parte más baja. En el Oriente de la Sabana la intercalación de plañers es escasa y más al Oriente, éstos traspasan a arenisca. Hacia el lado occidental, los plañers aumentan notablemente y predominan como liditas en el trayecto de Apulo-Guaduro. De Villepinzón hacia el NE, la Arenisca Dura se vuelve arcillosa. En la base se ha encontrado en el Oriente la Ostrea Eioaisi. Un control detenido de la fauna de la base de este conjunto es necesario para reconocer el nivel de separación entre el Guadalupe Superior e Inferior fuera de la Sabana donde la facies es distinta.

En el Oriente de la Sabana el conjunto inferior del Guadalupe (Guadalupe Inferior) está compuesto principalmente de arcillas esquistosas ferruginosas, con intercalación de areniscas cuaríticas, bien estratificadas. En la Calera, en la calera del Salitre (valle de Sopó-Sur), en Nenocón, en la Caldera y en la Pradera, ^{algunos} ~~los~~ bancos arenosos margosos han sido sustituidos por limonita, hematita y siderita. Una regresión marina ^{pasa} está determinada por el banco de carbón de El Cerezo (al N de Chipeque), al cual corresponde un hilo de carbón cerca de Cipacón (Sebastopol) y un manto en Saboyá. Hasta ahora no se han encontrado fósiles característicos, siendo frecuentes escamas de peces. El grueso del conjunto es de unos 800 metros. En el lado occidental de la Sabana, la facies es más marina (La Pradera) y se vuelve arcilloso-silíceo en el borde occidental exterior. Ahí se intercalan en la parte media y alta bancos medianos de lidita, pero no subdivididos sino compactos. En la parte baja aparece un importante nivel de guía que es el de las liditas concrecionarias de La Frontera (horno de cal al N de Albán), el cual contiene amonitas de tipo coniaciano y, en la base, amonitas turonianas. Estas últimas se hallan a unos 50 metros encima del nivel de la Exogyra Nemoti que debe considerarse como Cenomaniano Superior. Así, el Turoniano tendría un espesor muy reducido, salvo que las investigaciones paleontológicas demostraran que existe un error de interpretación de edad de la Exogyra ^{mer-}

meti. Llana la atención en este lado la abundancia de restos de peces y con esto puede relacionarse la presentación de gas petrolífero (Sebastopol). Las concreciones calizas y piríticas del horizonte de La Frontera llevan muchas veces intercalación de una especie de "asfaltita" muy dura; esta también se presenta en trozos de madera del mismo nivel. El control de los foraminíferos de la base del conjunto y acaso (calera Wiesner en Zipaquirá y La Pradera) de las anonitas aplastadas es importante para la separación entre el Villota y el Guadalupe. El cambio de especies de Inoceramus, del Villota Superior hasta el Guadalupe Superior en esta parte occidental de la Sabana y de su borde exterior, seguramente concederá otras buenas guías regionales.

Formación de Villota.- (Kv). Cenomaniano hasta Hauteriviense Superior.- Marina y Paludal

Esta potente formación tiene como tope la caliza de *Exogyra Mermeti* ^{litológicos} equivalentes, y se sienta en la Arenisca de Cáqueza (tipo puente de Cáqueza y busada o plunge al W de Villota) que representa la parte alta de la formación de Cáqueza.

En la Sabana, apenas la parte más alta- la caliza de *Exogyra mermeti*- alcanza a aflorar en contados puntos (ojo del anticlinal de Fabio, calera Wiesner de Zipaquirá, calera del Salitre y calera de La Siberia). Por esta razón hay que interpretar la formación por su desarrollo en lado exterior oriental y en el occidental de la Sabana. La facies del lado oriental es nerítica y más al Oriente costanera; la del lado occidental es en general de mar negro, probablemente de aguas no muy profundas, a juzgar por los fósiles. Ella traspasa ^{desde Girardot al Sur,} hacia el pie de la Cordillera Central, a la facies costanera caliza, pero con la transgresión retardada, a partir del Aptiano.

La abundancia de anonitas y el carácter litológico permiten subdividir el Villota, en ambos lados de la Sabana, en un conjunto superior (caliza de Chipaque), otro medio (arenisca de Uña en el Oriente y Norte) ^{afélicos} y el inferior (Esquistos de Fúneque).

El conjunto superior consta en Chipaque de unos 200 metros de sedimentos, constituidos de bancos de caliza con la *Exogyra mermeti*, de bancos de caliza arenosa y de esquistos arcillosos, combinación que da suelos de gran fertilidad. En la Calera y en El Salitre, la caliza presenta un banco uniforme bajo el cual siguen es-
^{arcillosos}quistos en parte bituminosos, con fósiles. En ambos sitios, especialmente en El Salitre, las calizas son bituminosas y encierran ocu-
quedades con petróleo parafínico (~~Calitre~~). En Zipaquirá, la caliza apenas asoma en la calera Wiesner donde la *Exogyra* aparece deforma-
da notablemente a causa del ambiente concentradamente salado en que vivió y que luego dió lugar a la deposición de sal. La caliza de Ta-
bio muestra varios bancos de caliza con intermedios de esquistos ar-
cillosos. Al avanzar hacia el Oeste de la Sabana, la situación cam-
bia. No es seguro si las calizas de la hacienda de La Primavera, en el descenso de la carretera de Facatativá a Anolaima, son del Villeta Superior, pero más al Occidente, es difícil encontrar capas con el fósil de guía. Hasta ahora el único sitio donde se halló es en camino de San Antonio de Tena a Tena, en el descenso hacia la finca de Zaragoza. En los demás sitios, el nivel está indicado por una arenisca gris-clara (fresca), más o menos margosa, en que ocasio-
nalmente se hallan fragmentos de amonita (bajada de Albán a Hiló). Más al Oeste, sobre la línea Apulo-Utiba, toda esta sección puede estar suprimida por un sobrescurrimiento del lado oriental del cor-
dón del Trigo.

El conjunto medio muestra una variación de facies aún más fuerte que el superior. En el lado exterior oriental de la Sabana consta de unos 400 metros de arenisca cuarcítica de grano medio has-
ta grueso (Arenisca de Une), con bancos delgados de esquisto arcillo-
so pirítico y cintas de 20 centímetros de antracita pura y plantas bien conservadas. En esta forma se presenta también al Norte de la Sabana y en especial en el descenso de la carretera de Chiquinquirá a Muzo, donde se halla el *Oxytropidoceras* del Albiano directamente debajo de la arenisca. Hacia el Oriente, teniendo en cuenta la fa-
cies arenosa con plantas que caracteriza todo el Villeta del borde llanero hasta el río Margua, la arenisca de Une es generalmente di-
fícil de separar de las del Albiano hasta el Hauteriviano. Al Occi-

dente de la Sabana no se halla ~~ni~~ rastro de arenisca y el conjunto medio está desarrollado en facies muy pirítica y ^{es} dos a tres veces más grueso que en el Oriente. Esta masa arcillosa esquistosa debe equivaler al Une porque está entre el Albiano y el nivel de *Exogyra mermeti* y, además, contiene ammonitas cenomanianas en la parte baja (al W de San Francisco) que encontró R. Valencia Samper después de largas búsquedas. La parte alta del conjunto medio linda claramente en Zaragoza con el nivel de la *Exogyra mermeti*.

El conjunto inferior consta del Albiano, Aptiano, Barremiano, y, en la base, de la parte alta del Hauteriviano. Se ha incluido esta parte del Hauteriviano al Villeta porque la arenisca de Cáqueza que está debajo y representa la parte alta de la formación de Cáqueza es un nivel de gufa destacado y preciso (1).

En la parte oriental, lo que puede ser el Albiano, consta de esquistos arcillosos piríticos en los cuales no se ha encontrado fósil alguno, pero se halla sobre el Aptiano y debajo de la Arenisca de Une. Hacia el Occidente, este nivel aumenta enormemente de espesor y puede tener hasta 1.000 metros en la zona al N y W de Sasaima. Los esquistos arcillosos de esta formación son negros con meteorización gris clara, y las liditas, en parte arcillosas, divididas en varios horizontes inestables, son negras y contienen abundancia de *Oxytropidoceras*. En la parte alta hay esquistos arcillosos pizarrosos, de fracción nodular, franjeados, que se asemejan exteriormente a liditas y que todavía contienen *Oxytropidoceras*.

El Aptiano del lado oriental consta de esquistos arcillosos más o menos piríticos con intercalación de bancos de caliza arenosa y de arenisca calosa con abundancia de fósiles. Al Occidente, el Aptiano es más pirítico y las calizas ^{bivalves} ^{de la} angostura abajo de Sasaima, son más delgadas, pero engruesan notablemente en el trayecto de Villeta a Guaduas, o sea en dirección hacia la Cordillera Central, -

1.- Estudios posteriores entre Cundinamarca y los Santanderes demuestran que es preferible litológica y paleontológicamente separar el Hauteriviano del Villeta e incluirlo en la parte alta del Cáqueza.

donde son neríticas hasta costaneras y transgreden sobre el Triásico (O. Rens). También el Aptiano es más grueso en este lado de la Sabana que en el Oriental.

El Barremiano con las Pulchellias es un nivel esquistoso arcilloso pirítico con lentes y bancos menores de caliza, más grueso en la zona de Villeta que al Oriente de la Sabana. En la región de Villeta su descomposición rojiza es típica.

La parte alta del Hauteriviano, con Astieria, se halla tanto al Oriente encima de la Arenisca de Cáqueza (puente de Cáqueza) como encima de las mismas areniscas en la buzada Sur de la cúpula de Villeta. Se trata en ambos casos de esquistos arcillosos oscuros con intercalación de arenisca arcillosa. Se vé que, a partir del Barremiano, - las facies oriental y occidental ván asemejándose.

Formación de Cáqueza. (Kc).

Esta formación desempeña un papel importante en la Cordillera Oriental y hubo que separarla del Villeta. Su mayor magnitud la tiene ^{en} el lado oriental de la Cordillera Oriental, desde Gutiérrez-Cáqueza hasta al menos la Salina de Chita, con facies bastante bien sostenida. El espesor entre Cáqueza y Quetame se estima en 3.000 a 4.000 - metros y es de suponer que no disminuya notablemente hacia el NE.

En contraposición al Villeta, los sedimentos arcillosos de esta formación están notablemente transformados y adquieren en la parte baja aspecto de esquistos lustrosos.

En Cáqueza, la parte alta, o sea la Arenisca de Cáqueza consta de dos horizontes de arenisca de grano grueso, separados por esquistos arcillosos. El horizonte superior en partes contiene gravilla y la parte baja es margosa. En Apulo (Cemento Diamante) y entre Ville-

ta y Utica, el desarrollo es semejante, pero con guijos finamente conglomeraceos. Además se intercala en Apulo un banco potente de caliza. La caliza que se encuentra arriba de Utica (Ferrocarril de Cundinamarca) no ha sido todavía definida estratigráficamente. Al lado de una fauna marina, se encuentran restos de plantas. El carácter del conjunto es de regresión. La presencia de Astierias encima y debajo del conjunto indica que este pertenece al Hauteriviano (pero un estudio paleontológico detenido es aconsejable para saber si estas Astierias realmente son hauterivianas, o acaso valanginianas).

El conjunto medio es una sucesión monótona de esquistos arcillosos, con Astierias en la parte alta, y de un gran espesor. La población de Cáqueza está colocada sobre los esquistos arcillosos piríticos de la parte alta.

El conjunto inferior es otra sucesión potente cuya parte alta lleva areniscas cuarcíticas ferruginosas. Debajo siguen esquistos arcillosos en bancos delgados. Más abajo yacen pizarras negras (La Culebra) con una fauna bastante abundante, pero aplastada, de amonitas y braquiópodos, y de plantas del Wealden. Entre las amonitas se distinguen tipos valanginianos inequívocos del Perú. Debajo de este conjunto, los esquistos arcillosos son lustrosos y las areniscas son cuarcíticas. Los restos de la fauna se hallan en malas condiciones de determinación y por este motivo no se puede afirmar si estos estratos incluyen el Titoniano que es el nivel común de transgresión en los Andes. El conglomerado basal de bloques se halla expuesto abajo del puente de Quetame sobre el río Negro y consta de material derivado de las series de Quetame.

Los conjuntos medio e inferior no se hallan expuestos en Apulo y en la cúpula de Villeta-Utica. Por este motivo no se puede definir cómo se extingue el Cretáceo Inferior (hasta el Aptiano exclusivo) hacia la Cordillera Central. Hacia los Llanos, la extinción en -

cambio está bien expuesta en los dos sinclinales que median entre Servitá y Villavicencio, caso que es de interés mayor.

Serie de Quetame.

La expresión "series", usada aquí, se explica en el sentido de que puede tratarse de una serie de formaciones.

El Cáqueza se recuesta en discordancia sobre la serie de Quetame, complejo metamórfico cuya edad no se ha podido definir todavía. Tampoco se sabe con seguridad si la sucesión del Quetame, tal como se halla indicada en la columna respectiva del Croquis, es regular.

Al este de las filitas claras en que se halla la población de Quetame, se encuentra un horizonte de areniscas cuarcíticas que incluye un banco de caliza fétida, al cual siguen al E esquistos filíticos que quedan al contacto con la Arenisca de Monterredondo, cuarcítica, - de grano medio hasta grueso y que está subdividida por esquistos grafiticos que parecen ser menos metamórficos que las filitas. A estas areniscas siguen esquistos cloríticos que representan la transformación de varias especies de filitas.

Hasta ahora no se han encontrado rastros de fósiles y no hay relaciones litológicas para estimar la edad del Quetame.

ANOTACIONES SOBRE LA TECTONICA

La Sabana de Bogotá es una cuenca compleja que consta de la - cuenca de la misma Sabana y de las cuencas de La Calera-Sopó-Suesca, de Guatavita-Guasca y de Chocontá-Sisga. En el lado occidental sólo - hay pequeñas cuencas como la de Facatativá, la de Cipacón y la de Tequendama. Hacia el Sur se desarrolla la cuenca relativamente regular y grande de Fusagasugá.

El elemento predominante en la cuenca de Bogotá es el plegamiento y luego vienen los sobrescurrimientos y las fallas.

Los plegamientos son intensos y la inversión hacia el Oeste y hacia el Este son frecuentes, sin regla fija. Las ondulaciones, visibles en los anticlinales, son abundantes en el lado oriental mientras ^{que} en el lado occidental no lo son e intervienen fallas y sobrescurrimientos. Entre los domos (cúpulas) que son típicos para el lado oriental, el anticlinal de Bogotá lleva las de Bogotá, de Uzaquén, de Torca, La Caro y Tibitó en su curso descendente; desde Tibitó vuelve a levantarse el eje y carga las cúpulas de Gore, la del Arenal y la compleja de Nemocón. Al norte de Suesca se halla la gran cúpula de La Ovejera con su tendido oriental suave y amplio. El domo de Sesquilé es invertido. El de Guatavita tiene la forma de volcán, caso excepcional de un plegamiento. La cúpula de Suesca culmina frente a Suesca y se tiende larga y suavemente hacia el NE. La cúpula del Salitre es ancha y se estrecha bruscamente en el Norte. En la calera de La Siberia está sobrescurrida hacia el Oriente. Se pone de presente que los horizontes de sal no se hallan en la cima de los domos sino siempre hacia o en las depresiones.

Los sinclinales son reconocibles por las hoyas con sedimentos del Guaduas, del Bogotá y del Usme y por las ensenadas de la Sabana de Bogotá, como también son partes de ellos las cuencas menores al Oriente de la Sabana. El sinclinal más sostenido es el de Zipaquirá-Samacá.

Un terreno fuertemente afectado por fallas es el del valle del río Teusacá. También se halla fallado el terreno al Oeste de Facatativá-Subachoque. Un sobrescurrimiento hacia el Norte se presenta entre Facatativá y La Tribuna.

ASPECTOS ECONOMICOS

Suelos.

Los suelos de la formación de la Sabana provienen en su gran mayoría del detrito aportado de las formaciones arcillosas y gredosas del Bogotá y del Guaduas, y del conjunto arenoso del Guadalupe Superior. En menor cuantía (Tunjuelo) provienen del Usme, del Tilatá y del Cuaternario mismo. Todos estos dadores de sedimentos son pobres - en cal, a excepción del horizonte margoso de Flaeners cuyos suelos son típicos entre Bosa y Soacha. Esto explica en parte el poco rendimiento del suelo. Sin embargo, hay zonas de gran fertilidad dentro de la Sabana, específicamente en donde ha habido deposición de sedimentos derivados de excemas de sal y de yacimientos anexos de calizas. Esto es el caso en la hacienda del Salitre (al Sur de Sopó), en la zona de Tabio, en la de Zipaquirá-Nemocón y en la salina de Sesquillé (poca extensión). A la fertilidad de estas tierras también ha contribuido el aporte de sedimentos provenientes de los esquistos del Guadalupe Inferior.

Los suelos del Tilatá que son típicos para la cuenca de Chocontá, se forman de la descomposición de esa formación que tiene abundancia de guijos de Paeners y por lo tanto un aliciente para la vegetación. Los terrenos, en el estado actual de los cultivos, son de mediana calidad (véase región Tilatá-E de Chocontá).

Las arcillas del Usme no manifiestan su valor agrícola porque afloran escasamente y gran parte se halla en la zona de páramo. Se considera que pueden dar suelos de calidad regular a buena.

Las gredas de la formación de Bogotá tienen la ventaja de que se hallan en llanadas, motivo por el cual se someten a cultivos a pe-

sar de su mala calidad, y los suelos se prestan principalmente para cultivos de trigo, lo mismo que las arcillas del Guaduas.

Las Areniscas Tiernas del Guadalupe dan suelos pobres, pero desde que son porosas y admiten vegetación baja, forman suelos arenosos negros aptos para cultivos de papas. De igual modo admiten el desarrollo de árboles de raíz profunda.

Los pacners son un nivel blando entre las areniscas del Guadalupe Superior y por este motivo forman franjas llanas en los cerros, especialmente en el Sur, y éstas se distinguen de lejos por los cultivos de trigo. En lugares abrigados podrían dar lugar al desarrollo de árboles frutales. El secreto de la fertilidad consiste en la cal (foraminíferos) y quizá en alguna proporción ^{de} fosfato proveniente de restos de peces.

Los esquistos arcillosos del Guadalupe Inferior contienen bastantes escamas de peces (fosfato), pero en cuanto a cal no se vislumbra el contenido. Sin embargo, ellos dan un suelo bueno, mejor que el de las formaciones de Guaduas y Bogotá, según se puede estimar por los cultivos (por ejemplo, el crecimiento de los árboles en la hoya del río San Francisco al E de Bogotá, y las labranzas establecidas en suelos de esa índole entre Villapinzón y Fuente Boyacá).

Los mejores suelos geológicos resultan del Villeta Superior - cuya combinación de calizas y esquistos piríticos, es la causante. En la Sabana, los afloramientos son pequeños y en parte han sido cubiertos por explotaciones de cal, razón por la cual no se aprovechan para la agricultura. Pero la región de Chipaque, en la zona de la Exogyra Mermeti, es una manifestación tan palpable de la feracidad que el nivel geológico se puede definir por la bondad de la tierra. Ya se dijo que los suelos más fértiles de la Sabana son aquellos cuyo detrito se deriva del Villeta Superior.

Los suelos en conjuntos más antiguos del Villeta, del Cáqueza y del Quetame no interesan con respecto a la Sabana de Bogotá. Brevemente se hace referencia a ellos. Al Occidente de la Sabana, el Cenomaniano hasta el Barremiano contiene una proporción demasiado alta de pirita y generalmente muy poco o ninguna cal, razón por la cual el suelo resulta ácido y los productos menos nutritivos de lo que serían si la proporción de cal fuese adecuada. Los mismos pisos cretácicos (Villeta Medio e Inferior) dan suelos mejores al Oriente de la Sabana, entre Cáqueza y Choschí, exceptuando desde luego la Arenisca de Una que es más o menos improductiva y la zona del supuesto Albiano que da suelos ácidos. El Aptiano y el Barremiano con su proporción regular (aunque insuficiente) de cal dan suelos buenos, especialmente en el lado de Fómeque donde las condiciones de suelo son comparables a las del Valle de Tenza, de la misma naturaleza ^{estratigráfica} ~~estratigráfica~~ pero con mejor distribución de margas. Cabe llamar la atención aquí sobre el alto contenido local en selenio de la formación de Villeta reconocido por Jorge Ancizar Sordo, en Leiva, Butamarchán y al W de Utica. Este elemento es nocivo y perjudicial a la ganadería y a la agricultura. El Cáqueza no aflora al Oeste de la Sabana sino con respecto a la renisca de Cáqueza que no da margen para estimarlo debidamente. En la zona de Cáqueza - Quetame, los esquistos arcillosos carecen de cal y este es el motivo porqué no dan sino suelos regulares, supeditados además por el clima seco. Seguramente también influye en la reducción de la productividad el hecho de que son más diagenéticos ("metamórficos") que los del Villeta. A este último motivo se debe la pobreza manifiesta de los suelos de la serie metamórfica de Quetame, lenta en la transformación de los minerales en materias de suelo.

Materias Terrosas.

^{Instituto}
El ~~Servicio~~ Geológico Nacional no ha podido prestar todavía la debida atención al estudio de las materias terrosas utilizables para la

drillos, productos refractarios, lozas, porcelanas y vidrios, que tienen una gran demanda. En general, se puede decir que el Cuaternario - (Formación de la Sabana) puede rendir arcillas grasas, tierra diatomácea, tierra caolínica y otros productos. Las gredas del Bogotá tienen preferencia en la fabricación de ladrillos sobre las arcillas del Guaduas. En la parte alta del Guaduas existen buenas arcillas para material refractario. El Guadalupe Superior da arena para vidrio.

Materiales de Construcción.

Arenas de grano medio provienen de la Arenisca Tierna del Guadalupe (N de Usaquén) y se utilizan en proporción mayor a pesar de que el grano es demasiado menudo. Las areniscas de grano grueso se obtienen de un banco del Cacho y de la arenisca de la Regadera y son ferruginosas. La explotación en Bogotá ha sido suspendida y se ha trasladado hacia el lado Sur de San Cristóbal y al valle de La Calera (Alto Teusacá). Los cascajos son materia escasa; hay algunos bancos en el Cuaternario - del bajo Tunjuelo, en el río Prío y en el Tilatá del Charquito, mezclados con materias gredosas.

La piedra de triturado se obtiene en las mejores condiciones de la parte baja de las Areniscas Duras del Guadalupe Superior. Las areniscas de las partes altas son blandas y no llenan satisfactoriamente este fin, sobre todo si se emplean para el balastaje de carreteras. A este fin sirven principalmente las liditas puras y margosas del conjunto de Plaeners, separándolas del material arcilloso y escogiendo las capas útiles. Este material se encuentra en abundancia y da superficies lisas y durables.

La Arenisca de Labor del Conjunto de Plaeners es una arenisca de grano medio, compacta de 5 hasta 8 metros de grueso que es por ahora en Bogotá el único material natural para enlucimiento de fachadas y

para monumentos, relativamente fácil de trabajar, duradero y de aspecto bello.

Debido a que todos los mármoles estudiados hasta ahora se hallan fracturados (chiteados), con excepción del de Leiva cuyos orificios se pueden emparejar artificialmente, puede pensarse en la utilización de la caliza del Villeta Superior (El Salitre, La Siberia) como sustituto del mármol.

Agua Subterránea.

La principal fuente de agua subterránea de la Sabana es el Cuaternario al cual se agrega seguramente en la profundidad el Tilatá. Las condiciones son en general favorables para núcleos de población. La mayor profundidad alcanzada en la formación de la Sabana y del Tilatá es de 300 metros. Para la información sobre agua subterránea se refiere el informe de W. Diezemann: "Informe No. 707 - Aguas Subterráneas en Bogotá y sus Alrededores". Servicio Geológico Nacional.

Agua de roca se podría obtener de la Arenisca de La Regadera, pero ésta sólo se manifiesta en el Valle del Tunjuelo. Más utilidad tendría la Arenisca del Cacho que es porosa y da un agua de buena calidad. La determinación de los puntos de perforación requiere un estudio tectónico adecuado en vista de las complicaciones estructurales que se presentan. Un agua de superior calidad la rinden las Areniscas Tiernas del Guadalupe cuyas condiciones tectónicas son análogas a las del Cacho. Además de obtener el agua mediante perforaciones, se la puede conseguir por medio de socavones y de aljibes. Las Areniscas Duras en sí no favorecen la circulación y el almacenamiento del agua, pero en zonas de fracturamiento pueden producir cantidades satisfactorias.

En cuanto a las aguas termales de la Sabana no se conoce su o-

rigen, influyendo desde luego la profundidad (gradiente térmica), pero es posible que contribuya la descomposición de las piritas de los esquistos arcillosos del Guadalupe Inferior y del Villeta al contacto con agua vadosa que penetra hacia ellos. No hay indicio de que el carácter termal se deba a rocas ígneas como en el caso de Paipa e Iza (volcanes dacíticos). El aprovechamiento de estas fuentes para la salud y para baños públicos es indispensable para la población. Las hay en Suba, en Tabio, en Zipaquirá, en Nemocón, en El Salitre, al Sur de la Calera y en la quebrada Honda, al W de Subachoque.

Sal.

Los yacimientos de sal de la Sabana de Bogotá se han formado por el almacenamiento tectónico de bancos más o menos delgado de sal del Villeta Superior hacia puntos frágiles que son los flancos bajos de los domos. El único sitio donde se ha determinado la sal en su estratificación regular se halla en el eje del anticlinal de Tabio, al Nordeste de las minas de hierro de La Pradera; están ahí en "nivel de la *Exogyra Hermeti*. La extensión del recinto dentro del cual se ha decantado la sal del mar cenomaniano se puede juzgar por las salinas. Estas son: Tabio, Zipaquirá, Nemocón, Tausa, Suesca, Sesquillé, El Salitre y La Calera. En este último sitio, la sal se encontró en capas falladas con fósiles aptianos y puede dar a entender que se trata de otro nivel de sal, más antiguo. En el borde llanero de la Cordillera Oriental, la sal proviene del Valanginiano, así en Upín o Restrepo (al N de Villavicencio) y en las fuentes saladas de la Salina de Chita.

Yeso.

El único sitio de la cuenca de Bogotá donde se explota yeso en cantidades pequeñas es en las gredas de la formación de Bogotá al N de -

Chocontá. Se trata de hojas intercaladas en las diaclasses de la greda, de origen secundario.

Caliza.

Los dos únicos yacimientos de caliza, explotables en grande escala dentro de la cuenca de Bogotá, son los de La Siberia y del Salitre, ambos situados en el domo del Salitre.

Hierro.

El mineral de hierro (limonita, hematita y siderita) se encuentra en el Guadalupe Inferior (El Salitre, La Pradera, La Caldera al N de Zipaquirá) y Nemocón. Como el de Pacho, estos yacimientos se prestan para la instalación de Altos Hornos de mediana y posiblemente mayor capacidad. Un yacimiento pequeño se halla en la parte superior del Guaduas en Gustavita. A este respecto, el estudio de E. Alvarado y R. Sarmiento: Contribución al conocimiento de la riqueza mineral de Colombia, orienta más detalladamente.

Carbón.

Las reservas de carbón de la cuenca de Bogotá son prácticamente inagotables; una estimación de la cantidad tropieza con la variación de facies y con el encubrimiento vasto del Guaduas por depósitos cuaternarios y del Tibatá. Siendo la cantidad suficiente para un abasto indefinido, lo que debe interesar es la explotabilidad en las condiciones actuales y en el próximo futuro. A este respecto debe tenerse presente - que la mayor parte de los mantos de carbón se halla en posición erguida o invertida y esto dificulta la explotación mecánica. Los yacimientos - de suave buzamiento, favorables para ese fin, son escasos (flanco E del domo de Suesca, flanco carbonífero al W de Subachoque y estribación N -

del sinclinal de Subachoque). Un campo ideal puede ser la parte Norte de la cuenca de Fusagasugá donde el Guaduas buza suavemente hacia el SW. Sin embargo, es necesario estudiar detenidamente el desarrollo de los mantos de carbón.

Otro punto de vista importante del carbón es la calidad. En la parte occidental de la Sabana es común el tipo de carbón del Tequendama que corresponde al conjunto inferior del Guaduas y que es bajo en volátiles, en veces antracítico, y alto en valor calorífico (8.000 calorías). Es el mejor carbón de la cuenca de Bogotá, y debería tener la preferencia en el mercado. Es en la cuenca de Fusagasugá, parte Norte, donde mejores expectativas hay para encontrarlo en gran cantidad y en condiciones de explotación mecánica. Los carbones del conjunto medio son bituminosos. Su importancia consiste en que muchos son coquizables. Ellos forman en el Norte y Nordeste de la Sabana un número de 5 a 8 mantos con espesores hasta de 3 metros. De ahí hacia la latitud de Bogotá disminuye el número de mantos explotables a uno, pero hay zonas intermedias como la del lado oriental del Valle de La Calera-Sopó donde no hay manto explotable alguno. De Bogotá hacia el Sur, el carbón vá desapareciendo y menos lentamente en la cuenca de Fusagasugá, donde todavía hay uno cerca del Puente de Fandi. Más al Oeste, el carbón del Guaduas termina desde Tocaima hacia Girardot. Desde luego, esta disminución de los mantos de NE a SW no es pareja sino muy variada dentro y fuera de la Sabana.

Gas Metano.

El metano sólo se encuentra en la formación de la Sabana y acaso en el Tilletá. Las cantidades encontradas hasta ahora son pequeñas - (Madrid-Funza-Mosquera), pero últimamente una perforación en Funza produjo cantidades apreciables. La cuestión por saber es si este y otros - que se puedan encontrar, son durables.

Este gas proviene de la materia vegetal incluida en los sedimentos del subsuelo de la Sabana, y la repartición de esta materia es irregular. Sólo se puede decir que la zona de Mosquera-Funza se conoce como favorable al respecto.

Indicaciones de Petróleo

En los alrededores de la Sabana no se han encontrado indicaciones petrolíferas anteriores al nivel de la *Exogyra* ~~Mamati~~, o sea del Villeta Superior. Con posterioridad al Villeta Superior hay indicios de gas petrolífero en el Guadalupe Inferior y de petróleo parafínico en el lente ocasional y reducido de caliza del Salto de Tequendama que media entre el Guaduas y el Guadalupe (Maestrichtiano).

En las calizas del Villeta Superior que comúnmente son bituminosas, se encuentran manchas de petróleo parafínico en La Siberia (La Cálera) y oquedades de 5 a 10 centímetros de diámetro con petróleo parafínico en la caliza del Salitre al Sur de Sopó. Esto se puede interpretar como un indicio de que en estructuras que mantienen sellado el Villeta puede encontrarse petróleo comercial. La más atrayente al respecto es el domo de Sopó en cuya cima hay puntos donde una perforación puede iniciarse más o menos en el límite del Guadalupe Superior con el Inferior, siendo la profundidad normal para llegar de ahí al Villeta Superior de 700 m. Sin embargo, sobre el anticlinal que carga las cúpulas de Sopó y del Salitre se presenta disminución de espesor del Guaduas y del Guadalupe Superior, de modo que hay la posibilidad de encontrar el Villeta Superior a menor profundidad de los 700 metros previstos. Otro lugar favorable es la planadita de Sagamaza, en el kilómetro 39 de la carretera Central del Norte, situada en la parte N de la cima de la cúpula de La Caro, es decir, sobre el anticlinal de Bogotá. Hay ahí la ventaja de que también se puede iniciar la perforación en la parte baja del Guadalupe Superior; la desventaja consiste en que se desconoce el grueso de la caliza del Villeta Superior, almacenadora del petróleo.

Gas petrolífero se ha encontrado en el lado occidental de la Sabana de Bogotá. Una manifestación se halla en Sebastopol, abajo de Cipacón. Otra fue descubierta por el doctor Jorge Valencia S. en la planta eléctrica abajo del Salto de Tequendama al hacer una perforación de sondeo. Como no hay propiamente capas almacenadoras de gas ni en el Guadalupe Inferior ni en el Villeta Superior, es bastante dudoso si ~~hay~~^{existen} cantidades comerciales de gas. Vale mencionar que una manifestación de gas también se ha encontrado en un manto de carbón del Guaduas del flanco oriental del anticlinal de Guachetá, al NE de Ubaté. En el eje del anticlinal asoma la probable caliza del Villeta Superior, pero no se sabe si el gas asciende desde ese nivel estratigráfico.

En la parte oriental de la Sabana de Bogotá hay numerosos domos, bastante cerca unos de otros. Esto hace presumir que, si hay petróleo en algunos de ellos, la cantidad no será grande aunque sí puede ser comercial. Una cuestión que desorienta bastante con respecto al éxito de una exploración de taladro, es que no se conoce la génesis de las estructuras.

Bogotá, octubre de 1951

ENRIQUE HUBACH
Geólogo Director

COPY 1

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

ESTRATIGRAFIA DE LA SABANA DE BOGOTA Y ALREDEDORES

INFORME 785
ENRIQUE HUBACH
Geólogo

INVESTIGACIONES DE GEOLOGIA ECONOMICA Y GENERAL
Bogotá, Mayo de 1952

ESTRATIGRAFIA DE LA SABANA DE BOGOTA Y ALREDEDORES

A solicitud del Departamento de Suelos - del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" se ha elaborado el croquis estratigráfico de la Sabana de Bogotá, - adjunto con sus columnas correspondientes. El Departamento de Fotogeología del Servicio Geológico Nacional - emprenderá la obra de hacer el mapa geológico detallado de la misma zona.

Aparte de la estratigrafía se caracteri - zan en este informe las materias útiles del suelo y sub - suelo del área croquisada. Otro fin que se persigue es normalizar la nomenclatura estratigráfica.

SUCESION ESTRATIGRAFICA

La sucesión estratigráfica se halla especi - ficada en las columnas del croquis, una para el lado oc - cidental y otra para el lado oriental. En la Sabana mis - ma y en su hoja hidrográfica no asoman sino formaciones que van del Cenomaniano Superior (nivel de Exogyra Her - meti) hasta el Pleistoceno y el Reciente. Las formacio - nes anteriores hay que buscarlas hacia el Oriente y ha - cia el Occidente de la Sabana. Las columnas y el cro - quis demuestran hasta donde asoman. Es de advertir que

hay fuertes y en veces sorprendentes cambios de facies y de magnitud en casi todas las formaciones, así como también influencias tectónicas con respecto al espesor.

Formación de La Sabana.- Pleistoceno (Cuaternario) y Reciente. Lacustre y Paludal.

Se trata de depósitos lacustres, paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexos, en los valles que desembocan en ellas y en algunos cerros bajos, como los de Madrid y Mosquera. En las partes altas, arriba de 3.000 metros de elevación, se encuentran los depósitos glaciares, p.e. en la zona del Cruz Verde, Al SE de Bogotá, y en la parte N del Sumapaz, que no se han tenido en cuenta en el croquis.

El Pleistoceno del interior de la Sabana se compone de arcillas plásticas, grises, de arcillas turbosas, restos de maderos, de diatomitas y de arenas finas hasta medianas. Hacia los bordes aumenta la proporción de arena y se presentan bancos irregulares de bloques y de piedras de cantos más o menos angulares, excepte en la vecindad de cerros entrantes donde la facies arcillosa se aproxima al pie y con un espesor grande (Madrid y Mosquera). Cascajos, y en general material transportado por ríos, son escasos y se hallan, por ejemplo, en la salida del Tunjuelo a la Sabana, en el valle del río Frío, y en el valle de Sibaté. En las hoyas alternan capas de gredas y de bloques grandes hasta pequeños.

La estratificación es irregular, tanto en las márgenes como en el interior de la Sabana y no se conocen capas de guía. El espesor es muy variable y todavía imposible de fijar en su máximo por la ignorancia del límite preciso entre el Pleistoceno y el Tilatá.

En la formación de La Sabana se han encontrado restos de mastodontes y caballos vertebrados de los que hay una colección en el Museo Geológico Nacional. Estos restos se encuentran sólo en puntos aislados y por ello no solventan el problema de la determinación del Pleistoceno. Más pueden servir los restos de vegetación que están incluidos en el subsuelo de la Sabana porque los del Pleistoceno indudablemente son de clima frío mientras los del Tilatá son de clima caliente (*Sacoglottis*). Esto además indica una inconformidad o una disconformidad.

Las dificultades de separación del Pleistoceno del Tilatá se manifestaron al hacer una serie de perforaciones en la parte occidental del dique de la represa del Muña donde se hallaron pepas de *Sacoglottis* en sedimentos arcillosos verdes, azules y anaranjados que habrían podido estimarse litológicamente como Pleistoceno. Capas de color semejante, pero sin la *Sacoglottis* se atravesaron en Musú, S.E. de Bogotá, a profundidades de 50 a 80 metros. Esto da a entender que la mayor parte del subsuelo de la Sabana y aún partes de los bordes sean Tilatá.

Formación de Tilatá.- ? Plioceno. Continental.

R. Scheibe dió el nombre de Tilatá a una formación que se halla en capas horizontales entre Tilatá y la represa de Sisga, formada alternativamente de gredas, gredas y arenas y capas arenosas y cascajos con unos 100 metros de grueso visible. Esta misma formación se extiende desde Tilatá por la mayor parte de la cuenca de Chocontá donde presenta conglomerados de bloque hacia los bordes (al N de Villapinzón). Dentro de este área, las capas tienen posición generalmente horizontal, pero se notan pequeñas fallas y ligeros plegamientos, - signo de que no se trata de Pleistoceno sino de una formación anterior, derivada de la erosión del Terciario Inferior y del Cretáceo Superior y puesta en fuerte discordancia (inconformidad) sobre ellos.

Con estas capas del lado oriental de la Sabana se hace coincidir la formación expuesta en la hoya del Charquito (abajo de la salida del río Bogotá de la Sabana) que se considera como tipo occidental del Tilatá formado de la misma clase de sedimentos como la del sitio del Tilatá, pero con la diferencia de que tiene pepas de *Sacoglottis* (cipaconense) en la base. Como se dijo, dichas pepas también se hallan en la parte Oeste del dique del Muña y en Cipacón, aquí igualmente en la base de la formación (pero no en el Guaduas como lo supone Berry). También en estos lugares se distinguen ligeros plegamientos y fallas, más en ningún sitio el Tilatá está fuertemente plegado ni sobrescurrido y debe haberse formado por lo tanto con posterioridad al paroxis

no neoterciario de la Cordillera Oriental. El material proviene en gran parte del Guadalupe Superior, a igual que el del propio Tilatá.

En el lado exterior occidental de la Sabana se ha considerado que eventualmente pueden ser equivalentes del Tilatá o algo más recientes los residuos de la formación de bloques que se distinguen desde la mesa inclinada de Fusagasugá, por el Salto y La Mesa, hacia Cipacón. Se trata de un hacinamiento de bloques sobre todo del Guadalupe Superior que originalmente constituía un plano del flanco W de la Cordillera Oriental inclinado hacia el Magdalena. Al Oriente de la Sabana los residuos son mucho más reducidos.

En cuanto al resto del Tilatá indicado en el croquis, sobre todo en las hoyas que bajan a la Sabana, no es posible decir si se trata de esa formación o de depósitos pleistocenos y fluvioglaciales.

El espesor observado del Tilatá no pasa de 100 metros pero es posible que en el interior de la Sabana pueda tener una magnitud mayor, como lo indican perforaciones en la Sabana que han pasado 300 m de capas Pleistocenas y ?Tilatá, entre Funza y Tenjo.

No se han encontrado fósiles distintos a la *Sacoglottis* que únicamente nos dice, por la boca de Berry, que es una planta típica de pantanos a nivel del mar, o sea que en el tiempo del Tilatá, La Sabana, ya preformada y con sus rasgos tectónicos y orogénicos

actuales, se hallaba a un nivel muy bajo y cálido, cosa sorprendente considerando su posterioridad al paroxismo andino.

Formación de Usme.- (Tu). ? Oligoceno.-Salobre-marina.

En la sucesión cretáceo-terciaria, conforme hasta disconforme, de 10.000 metros, que se halla expuesta al Oriente de la Sabana (hacia Quetame), la formación de Usme ocupa la parte superior, aunque en perfil incompleto. Además ella es interesante porque este período terminal de la sedimentación vasta en el Oriente de Colombia, vuelve a presentarse marino, después - de que el Guaduas (a excepción de la base) y el Bogotá fueron lacustres y paludales. Los foraminíferos del Ugme fueron determinados por la Shell según muestras del suscrito e indican edad oligocena.

El Usme sólo se ha visto expuesto en el interior del sinclinal del Tunjuelo, desde el cerro al Sur del hospital de San Carlos (Bogotá-Sur) hasta las cabeceras de los riachuelos del Curubital y del Hato. Es probable que se conserve en el subsuelo de la Sabana y en algunas de las anchas hoyas sinclinales del perímetro.

La parte baja está formada de un conjunto de areniscas de grano medio y grueso, entreveradas con cascajos bien redondeados, entre ellos, si bien se recuerda, rodados de plaenara. Entre las areniscas se intercalan arcillas grises. En la parte inferior del Va-

lle del Tunjuelo (lado oriental), el conjunto está subdividido en más horizontes de areniscas (más finas) que en el lado occidental de La Regadera. Encima hay una sucesión de arcillas gris-claras que contienen los foraminíferos y que van separadas por bancos medianos hasta delgados de arenisca clara de grano medio.

El espesor de la parte conservada del Usme se estima en 500 a 600 metros.

Aparentemente, el Usme se halla en concordancia con el Bogotá. Sin embargo, el carácter finamente conglomerático y la posible inclusión de rodados de plaenars (transportados de larga distancia) indican que puede haber disconformidad (hiato).

Según referencias, puede haber un lente alargado de carbón en la quebrada Juan Rey que podría representar el tipo de carbón antioqueño en la Sabana de Bogotá.

Formación de Bogotá.- (Tb).- ?Eoceno Superior.-Agua dulce.

El límite entre el Guaduas y el Bogotá se distingue fácilmente por el conjunto de areniscas de grano grueso del Cacho (R. Scheibe), el cual se destaca en el terreno como filo y que representa la base del Bogotá. El límite superior está señalado por la arenisca de La Regadera del Usme.

Se trata de una sucesión monótona de gredas

abigarradas (grises, violáceas, moradas y rojas), sin fósiles de clase alguna, que forman horizontes más o menos gruesos y que van separadas por bancos de arenisca arcillosa blanda, la cual le dá a la topografía un aspecto cintoado. En la parte alta, al W de la Regadera hay gredas rojas con concreciones de cal. En la parte baja, en la subida de la carretera al Sur de San Cristobal, ocasionalmente se encuentra algo de arcilla carbonácea, a poca distancia encima del Cacho. La arenisca basal, o Cacho, está caracterizada en el Sur de Bogotá y otras partes de la Sabana por dos horizontes de arenisca que son, según R. Scheibe, el Infracacho y el Supracacho, éste último de grano fino y aquel de grano grueso y ferruginoso, separados entre sí por greda abigarrada.

El grueso total de la formación probablemente no es menor de 2.000 metros, pero puede ser aún mayor. El Cacho mide 50 hasta 100 metros y adquiere una magnitud mayor en la travesía desde Subachoque hacia el cerro de Tablazo. La parte alta (gredas rojas con nódulos de cal), según exposición al W de la represa de la Regadera, se ha separado como conjunto superior.

La edad del Bogotá podrá determinarse palinológicamente,, una vez se emprendan los estudios de polen. Mientras tanto, por la correlación vía de la cuenca de Fúgagasugá se puede establecer que el Bogotá es un probable equivalente del Gualanday (R. Lleras Codazzi), con desarrollo conglomeráceo. El Gualanday se considera equivalente del Eoceno Superior, provisionalmente, pero puede quizá determinarse en definitiva con los fósiles que hay en un conglomerado fino, caloso, expuesto en la banca abando

nada de la carretera de Honda-Bogotá, en el sitio del Nermal (al Sur del Salto del Nermal). La relación con el Guaduas muy probablemente es de disconformidad, a juzgar por la apariencia transgresiva que tiene la arenisca de grano grueso del Cacho sobre las gredas del Guaduas Superior.

Formación de Guaduas.- (Kg) ?Paleoceno hasta Maestrichtiano.- Agua dulce, base marina.-

Conviene aclarar lo que se entiende aquí - por formación de Guaduas ya que hay muchos conceptos sobre ella. Hettner designó como formación de Guaduas la serie que se extiende desde la superficie del Guadalupe de la zona al este de la población de Guaduas hasta el pie sinclinal del valle de Guaduas. Esta serie abarca el Gualanday en la parte alta, cuya base es la arenisca gruesa-hasta conglomerácea que forma el primer filo destacado al E de la población. En la parte baja se presenta una formación de arcillas oscuras con carbón (Guaduas-Caparrapí)-que traspasan a gredas ahigarradas y rojas. Esta parte baja es la que R. Scheibe considera como Guaduas en la Sabana de Bogotá (véase columna), y dicha aplicación se divulgó de tal manera que todos los mineros de carbón la conocen con ese nombre de Guaduas. Habiéndose vuelto costumbre, se adopta esta definición del Guaduas, aún cuando la población del mismo nombre queda en el Gualanday de R. - Lleras Codazzi.

La posición del Guaduas en la Sabana, entre-

la Arenisca del Cacho y la Arenisca Tierna del Guadalupe Superior, facilita grandemente su determinación. Además es la formación carbonífera de la Sabana.

La formación se divide en tres conjuntos, de los cuales el superior está formado por gredas rojizas, azulosas, verdosas y moradas, entre las cuales localmente hay mantos inexplotables de carbón y bancos de arenisca no estables, de grano más o menos grueso. En el NE de la Sabana suele haber mantos de carbón hacia la base del conjunto Superior que son explotables (con intercalación de arcillas que se soplan). La parte media o productiva contiene los mantos de carbón que usualmente se explotan en la Sabana y se distingue además por la presencia de areniscas de las cuales la superior se llama Lajosa y la inferior La Guía. Las arcillas intermedias gris-oscúras son compactas o franjeadas y muchas veces carbonáceas. Restos de plantas son comunes, pero es raro encontrar hojas enteras. En la parte occidental de la Sabana hay un manto de carbón subbituminoso hasta semiantracítico, por ejemplo, en la cuenca del Tequendama y al W de Subachoque. El conjunto inferior consta en el Norte de la Sabana esencialmente de arcillas gris-oscúras que llevan en la base amonitas aplastadas y bivalvas (lado oriental del sinclinal de Suesca, minas de Cogontá), es decir a pocos centímetros encima del Guadalupe. O. Dietrich considera esta fauna maestrichtiana. En la parte Sur de la Sabana el franjeamiento entre arcillas y areniscas cuarcíticas es típico y no hay rastros de fósiles en la base. Sólo en el túnel del Salto de Tequendama (Empresas Unidas de Energía Eléctrica), cerca del mismo, se encontró un lente residual petrolífero de caliza, separado -

del Guaduas por una capa de arena gruesa como síntoma de disconformidad, y colocado directamente sobre la superficie de la Arenisca Tierna del Guadalupe. A. Olsson considera las bivalvas de la caliza como maestrichtianas.

Por lo visto, el Guaduas encierra en su parte baja el Maestrichtiano y como no hay visible suspensión en la sedimentación se juzga que incluya el Daniano y también el Paleoceno. El conjunto superior es principalmente rojo como el "Guaduas" del Alto Magdalena-Alto-Caquetá (Grosse) que por su parte guarda relación litológica con la formación Puca de Bolivia y Perú.

El espesor del Guaduas es generalmente de 700 metros, pero puede ascender a 1.000 metros (Lenguazaque).

La variabilidad de la facies del Guaduas es muy grande y se hace menester reconocerla por la interpretación económica de los mantos de Carbón. A rasgos generales se tiene que de un número de 21 mantos de carbón que hay en El Rabanal, al N de Lenguazaque, se vá reduciendo a 5 hasta 8 mantos explotables en el Norte y Nordeste de la Sabana, luego a uno en la parte Sur y finalmente hacia el alto Tunjuelo se extingue el último. Esta extinción también se presenta en dirección a Cunday y hacia la banda occidental del Río Magdalena. En esa dirección Sur, o sea hacia la masa rígida azóica de Garzón, la parte inferior y acaso la media tienden a extinguirse también, quedando como parte predominante el conjunto rojo superior. Estas son indicaciones que refuerzan la suposición de que entre el Guadalupe y el Guaduas hay dis-

conformidad, pero no orogenismo (localmente quizá, por ejemplo, en la carretera de Cambao, en el Lado W del Alto del Trigo.)

Con respecto a cambios menores de facies del Guaduas, juzgados por el carbón, se cita el ejemplo del Valle de La Calera hasta Sopó, donde no ha sido posible encontrar un manto explotable, a pesar de que se halla en una zona donde todavía debería serlo. En el ascenso de la carretera de Gachetá, desde el Valle de Sopó al de Guasca, el Guaduas parece ser muy delgado, y contiene un mantillo de carbón en la parte baja. Encima, sigue una arenisca de grano que debería ser el Cache. Otras zonas en que al menos los conjuntos inferior y medio se reducen mucho, es el Cerro de Suba y el Cerro entre Cajicá y el Valle de Sopó.

Formación de Guadalupe. - (Kg). - ? Campaniano hasta Turoniano. Marina.

Al establecer la formación, Hettner no determinó su límite inferior, cosa de capital importancia por la variación de facies que la afecta. De todos los niveles vistos, el que mejor se presta para la Separación del Villota -aunque tampoco idealmente- es el de la caliza de *Exogyra Hermeti* que puede seguirse intermitentemente hacia Málaga (Santander), hacia la Cabecera del Magdalena, y por el lado occidental de la Cordillera Oriental, desde Tena hacia San Vicente de Chucurí. Esta caliza se considera como la parte alta del Villota y suele llamarse

caliza de Chipaque. Como guía sirve además en el lado oriental y al N y NE de la Sabana su posición a unos 200-metros encima de la arenisca estable de Une que aún se conserva al W de Chiquinquirá. Al Oeste de la Sabana, la caliza se halla a unos 50 metros abajo de las lilitas con concreciones amonítíferas del Coniaciano y Turoniano, ya sea representada por areniscas calizas con *Exogyra Hermeti*, ya sea por areniscas margosas que raras veces tienen fósiles. De esta manera se considera que el Guadalupe se desarrolla entre la base del Guaduas y el tope de la Caliza de *Exogyra Hermeti*, o sea entre el Maestrichtiano y el Cenomaniano, respectivamente.

El Guadalupe consta en la Sabana de Bogotá de dos conjuntos típicos y bastante bien sostenidos: el conjunto superior, compuesto de areniscas y plaeners, y el inferior que es esquistoso-arcilloso con intercalación de horizontes y bancos de arenisca cuarcítica.

El conjunto superior tiene tres horizontes. El Superior se llama la Arenisca Tierna, formada de una arenisca friable, clara hasta blanca, de grano fino hasta medio cuyo tipo se halla bien expuesto en las rocas de Suesca y en las areneras al Norte de Usaquén. El espesor no pasa de 50 a 70 metros. En el lado oriental de la Sabana se encuentra rara vez alguna estrea grande; en los esquistos negros intercalados en el lado W del precipicio del Salto de Tequendama hay foraminíferos que indican edad Campaniana (Shell). Esta arenisca Tierna parece ser de singular importancia estratigráfica porque es, hasta donde se puede decir, la única guía sostenida en la Cordillera Oriental, en su borde llanero y en el valle

alto del Magdalena, desde Honda al Sur. Todo el resto del Guadalupe puede volverse lidítico o arcilloso, como sucede desde la Sabana hacia el NE, pero la Arenisca Tierna no cede.

El horizonte medio consta de los plaeners, - formados de cintas planas y paralelas de liditas arcillosas, margosas y puras (vulgarmente "piedra panelita") con intercalación de arcilla gredosa silícea adherente (Saugu chiefer), de arenisca lajosa con ondaje (rippelmarks) y - de la Arenisca de Labor, compacta, de 5 a 8 metros de - gruesa que es la que se utiliza como piedra de enlucido - en los edificios y para monumentos (tipo Terreros). La abundancia de foraminíferos en los plaeners ya fue constatada por H. Karsten, y R. Valencia Samper determinó el - nivel de amonites aplastadas y de lamelibranquios al Nor - te de Usaquén. Se estima que la edad sea santoniana. El grueso del conjunto es de unos 100 metros.

La Arenisca Dura, o sea el horizonte inferior con 300 metros hasta más de magnitud, es una sucesión de - bancos gruesos hasta medianos de arenisca de grano fino - que se vuelve especialmente dura y apta para triturado en la parte más baja. En el Oriente de la Sabana la intercala - ción de plaeners es escasa y más al Oriente, éstos tras - pasan a arenisca. Hacia el lado occidental, los plaeners - aumentan notablemente y predominan como liditas en el tra - yecto de Apulo-Guaduaire. De Villapinzón hacia el NE, la - Arenisca Dura se vuelve arcillosa. En la base se ha encon - trado en el Oriente la Ostrea Nicaisei. Un control deten - do de la fauna de la base de este conjunto es necesario -

para reconocer el nivel de separación entre el Guadalupe Superior e Inferior fuera de la Sabana donde la facies es distinta.

En el Oriente de la Sabana el conjunto inferior del Guadalupe (Guadalupe Inferior) está compuesto principalmente de arcillas esquistosas ferruginosas, con intercalación de areniscas cuarcíticas, bien estratificadas. En La Calera, en la calera del Salitre (valle de Sopó-Sur), en Nemocón, en La Caldera y en la Pradera, los bancos arenosos margosos han sido sustituidos por limonita, hematita y siderita. Una regresión marina está determinada por el banco de carbón de El Cerezo (al N de Chiquaque), al cual corresponde un hilo de carbón cerca de Cipacón (Sebastopol) y un manto en Saboyá. Hasta ahora no se han encontrado fósiles característicos, siendo frecuentes escamas de peces. El grueso del conjunto es de unos 800 metros. En el lado occidental de la Sabana, la facies es más marina (La Pradera) y se vuelve arcilloso-silíceo en el borde occidental exterior. Ahí se intercalan en la parte media y alta bancos medianos de lidita, pero no subdivididos sino compactos. En la parte baja aparece un importante nivel de guía que es el de las liditas concrecionarias de La Frontera (horno de cal al N de Alban), el cual contiene amonitas de tipo ceniaciano, y, en la base, amonitas turonianas. Estas últimas se hallan a unos 50 metros encima del nivel de la Exogyra-Mermeti que debe considerarse como Cenomaniano Superior. Así, el Turoniano tendría un espesor muy reducido, salvo que las investigaciones paleontológicas demostraran que existe un error de interpretación de edad de la Exogyra-

Hermeti. Llama la atención en este lado la abundancia de restos de peces y con esto puede relacionarse la presentación de gas petrolífero (Sebastopol). Las concreciones calosas y piríticas del horizonte de La Frontera llevan muchas veces intercalación de una especie de "asfaltita" muy dura; ésta también se presenta en trezos de madera - del mismo nivel. El control de los foraminíferos de la base del conjunto y acaso (calera Wiesner en Zipaquirá - y La Pradera) de las amonitas aplastadas es importante - para la separación entre el Villeta y el Guadalupe. El cambio de especies de *Inoceramus*, del Villeta Superior - hasta el Guadalupe Superior en esta parte occidental de la Sabana y de su borde exterior, seguramente concederá - otras buenas guías regionales.

Formación de Villeta. - (Kv) Cenomaniano hasta Hauterivia - no Superior. - Marina y Paludal. -

Esta potente formación tiene como tope la - caliza de *Exogyra Hermeti* equivalentes, y se sienta en - la Arenisca de Cáqueza (tipo puente de Cáqueza y buzada - o plunge al W de Villeta) que representa la parte alta - de la formación de Cáqueza.

En la Sabana, apenas la parte más alta - la caliza de *Exogyra Hermeti* - alcanza a aflorar en contados puntos (eje del anticlinal de Tabio, calera Wiesner de - Zipaquirá, calera del Salitre y calera de La Siberia) . Por esta razón hay que interpretar la formación por su - desarrollo en lado exterior oriental y en el occidental - de la Sabana. La facies del lado oriental es nerítica y

más al Oriente costanera; la del lado occidental es en general de mar negro, probablemente de aguas no muy profundas, a juzgar por los fósiles. Ella traspasa hacia el pie de la Cordillera Central a la facies costanera calcárea, pero con la transgresión retardada, a partir del Aptiano.

La abundancia de amonitas y el carácter litológico permiten subdividir el Villeta, en ambos lados de la Sabana, en un conjunto superior (caliza de Chipaque), otro medio (arenisca de Une en el Oriente y Norte) y el inferior (Esquistos de Fómeque).

El conjunto superior consta en Chipaque de unos 200 metros de sedimentos, constituidos de bancos de caliza con la *Exogyra Hermeti*, de bancos de caliza arenosa y de esquistos arcillosos, combinación que da suelos de gran fertilidad. En la Calera y en El Salitre, la caliza presenta un banco uniforme bajo el cual siguen esquistos en parte bituminosos, con fósiles. En ambos sitios, especialmente en El Salitre, las calizas son bituminosas y encierran equedades con petróleo parafínico (Salitre). En Zipaquirá, la caliza apenas asoma en la calera Wiesner donde la *Exogyra* aparece deformada notablemente a causa del ambiente concentradamente salado en que vivía y que luego dió lugar a la deposición de sal. La caliza de Tabio muestra varios bancos de caliza con intermedios de esquistos arcillosos. Al avanzar hacia el Oeste de la Sabana, la situación cambia. No es seguro si las calizas de la hacienda de La Primavera, en el descenso de la carretera de Facatativá a Anolaima, son del Villeta Superior, pero más al Occidente, es difícil encon-

trar capas con el fósil de guía. Hasta ahora el único sitio donde se halló es en el camino de San Antonio de Tena a Tena, en el descenso hacia la finca de Zaragoza. En los demás sitios, el nivel está indicado por una arenisca gris-clará (fresca), más o menos margosa, en que ocasionalmente se hallan fragmentos de amonita (bajada de Albán a Hiló). Más al Oeste, sobre la línea Apulo-Utica, toda esta sección puede estar suprimida por un sobrescurrimiento del lado oriental del cordón del Trigo.

El conjunto medio muestra una variación de facies aún más fuerte que el superior. En el lado exterior oriental de la Sabana consta de unos 400 metros de arenisca cuarcítica de grano medio hasta grueso (Arenisca de Une), con bancos delgados de esquisto arcilloso pirítico y cintas de 20 centímetros de antracita pura y plantas bien conservadas. En esta forma se presenta también al Norte de la Sabana y en especial en el descenso de la Carretera de Chiquinquirá a Muzo, donde se halla el *Oxytropidoceras* del Albano directamente debajo de la arenisca. Hacia el Oriente, teniendo en cuenta la facies arenosa con plantas que caracteriza todo el Villota del borde llanero hasta el río Margua, la arenisca de Une es generalmente difícil de separar de las del Albano hasta el Hauteriviano. Al Occidente de la Sabana no se halla ni rastro de arenisca y el conjunto medio está desarrollado en facies muy pirítica y dos a tres veces más grueso que en el Oriente. Esta masa arcillosa esquistosa debe equivaler al Une porque está entre el Albano y el nivel de *Exogyra*

Mermeti y, además, contiene amonitas cenomanianas en la parte baja (al W de San Francisco) que encontró R. Valencia Samper después de largas búsquedas. La parte alta del conjunto medio linda claramente en Zaragoza con el nivel de la *Exogyra Mermeti*.

El conjunto inferior consta del Albiano, Aptiano Barremiano y, en la base, de la parte alta del Hauteriviano. Se ha incluido esta parte del Hauteriviano al Villeta porque la arenisca de Cáqueza que está debajo y representa la parte alta de la formación de Cáqueza es un nivel de guía destacado y preciso.

En la parte oriental, lo que puede ser el Albiano, consta de esquistos arcillosos piríticos en los cuales no se ha encontrado fósil alguno, pero se halla sobre el Albiano y debajo de la Arenisca de Uña. Hacia el Occidente, este nivel aumenta enormemente de espesor y puede tener hasta 1.000 metros en la zona al N y W de Sasaima. Los esquistos arcillosos de esta formación son negros con meteorización gris clara y las liditas, en parte arcillosas, divididas en varios horizontes inestables, son negras y contienen abundancia de *Oxytropidoceras*. En la parte alta hay esquistos arcillosos pizarrosos, de fracción nodular, franjeados, que se asemejan exteriormente a liditas y que todavía contienen *Oxytropidoceras*.

El Aptiano del lado oriental consta de esquistos arcillosos más o menos piríticos con intercalaciones de bancos de caliza arenosa y de arenisca calosa

con abundancia de fósiles. Al Occidente, el Aptiano es más pirítico y las calizas (angostura abajo de Sasaima), son más delgadas, pero engruesan notablemente en el trayecto de Villota a Guaduas, o sea en dirección hacia la Cordillera Central, donde son neríticas hasta costaneras y transgreden sobre el Tríasico (O.Renz). También el Aptiano es más grueso en este lado de la Sabana que en el Oriental.

El Barremiano con las Pulchellias es un nivel esquistoso arcilloso pirítico con lentes y bancos menores de caliza, más grueso en la zona de Villota que al Oriente de la Sabana. En la región de Villota su descomposición regiza es típica.

La parte alta del ?Hauteriviano, con Astieria, se halla tanto al Oriente encima de la Arenisca de Cáqueza (puente de Cáqueza) como encima de las mismas areniscas en la buzada Sur de la cúpula de Villota. Se trata en ambos casos de esquistos arcillosos oscuros con intercalación de arenisca arcillosa. Se vé que, a partir del Barremiano, las facies oriental y occidental van asemejándose.

Formación de Cáqueza. (Kc).

Esta formación desempeña un papel importante en la Cordillera Oriental y hubo que separarla del Villota. Su mayor magnitud la tiene el lado oriental de la Cordillera Oriental, desde Gutiérrez-Cáqueza hasta al menos -

la Salina de Chita, con facies bastante bien sostenida. El espesor entre Cáqueza y Quetame se estima en 5.000 a 6.000 metros y es de suponer que no disminuya notablemente hacia el NE.

En contraposición al Villeta, los sedimentos arcillosos de esta formación están notablemente transformados y adquieren en la parte baja aspecto de esquistos lustrosos.

En Cáqueza, la parte alta, o sea la Arenisca de Cáqueza consta de dos horizontes de arenisca de grano grueso, separados por esquistos arcillosos. El horizonte superior en partes contiene gravilla y la parte baja es margosa. En Apulo (Cemento Diamante) y entre Villeta y Utica, el desarrollo es semejante, pero con guijos finamente conglomeráceos. Además se intercala en Apulo un banco potente de caliza. La caliza que se encuentra arriba de Utica (Ferrocarril de Cundinamarca) no ha sido todavía definida estratigráficamente. Al lado de una fauna marina, se encuentran restos de plantas. El carácter del conjunto es de regresión. La presencia de Astierias encima y debajo del conjunto indica que este pertenece al Hauteriviano (pero un estudio paleontológico detenido es aconsejable para saber si estas Astierias realmente son hauterivianas, o acaso valanginianas)

El conjunto medio es una sucesión monótona de esquistos arcillosos, con Astierias en la parte alta, y de un gran espesor. La población de Cáqueza está-

colocada sobre los esquistos arcillosos piríticos de la parte alta.

El conjunto inferior es otra sucesión potente cuya parte alta lleva areniscas cuarcíticas ferruginosas. Debajo siguen esquistos arcillosos en bancos delgados. Más abajo yacen pizarras negras (La Culebra) con una fauna bastante abundante, pero aplastada, de amonitas y braquiopodos, y de plantas del Wealden. Entre las amonitas se distinguen tipos valanginianos inequívocos del Perú. Debajo de este conjunto, los esquistos arcillosos son lustrosos y las areniscas son cuarcitas. Los restos de la fauna se hallan en malas condiciones de determinación y por este motivo no se puede afirmar si estos estratos incluyen el Titoniano que es el nivel común de transgresión en los Andes. El conglomerado basal de bloques se halla expuesto abajo del puente de Quetame sobre el río Negro y consta de material derivado de las series de Quetame.

Los conjuntos medio e inferior no se hallan expuestos en Apulo y en la cúpula de Villeta-Utica. Por este motivo no se puede definir cómo se extingue el Cretáceo Inferior (hasta el Aptiano exclusivo) hacia la Cordillera Central. Hacia los Llanos, la extinción en cambio está bien expuesta en los dos sinclinales que median entre Servitá y Villavicencio, caso que es de interés mayor.

Serie de Quetame.-

La expresión "series", usada aquí, se explica en el sentido de que puede tratarse de una serie de formación.

El Cáqueza se recuesta en discordancia sobre la serie de Quetame, complejo metamórfico cuya edad no se ha podido definir todavía. Tampoco se sabe con seguridad si la sucesión del Quetame, tal como se halla indicada en la columna respectiva del Croquis, es regular.

Al este de las filitas claras en que se halla la población de Quetame, se encuentra un horizonte de areniscas cuarcíticas que incluye un banco de caliza fétida, al cual siguen al E esquistos filíticos que quedan al contacto con la Arenisca de Monterredondo, cuarcítica, de grano medio hasta grueso y que está subdividida por esquistos grafiticos que parecen ser menos metamórficos que las filitas. A estas areniscas siguen esquistos cloríticos que representan la transformación de varias especies de filitas.

Hasta ahora no se han encontrado rastros de fósiles y no hay relaciones litológicas para estimar la edad del Quetame.

ANOTACIONES SOBRE LA TECTONICA

La Sabana de Bogotá es una cuenca compleja - que consta de la cuenca de la misma Sabana y de las cuen-

cas de La Calera-Sopó-Suesca, de Guatavita-Guasca y de Chocontá-Sisga. En el lado occidental sólo hay pequeñas cuencas como la de Facatativá, la de Cipacón y la de Tequendama. Hacia el Sur se desarrolla la cuenca relativamente regular y grande de Fusagasugá.

El elemento predominante en la cuenca de Bogotá es el plegamiento y luego vienen los sobrescurrimientos y las fallas.

Los plegamientos son intensos y la inversión hacia el Oeste y hacia el Este son frecuentes, sin regla fija. Las ondulaciones, visibles en los anticlinales, son abundantes en el lado oriental mientras en el lado occidental no lo son e intervienen fallas y sobrescurrimientos. Entre los domos (cúpulas) que son típicos para el lado oriental, el anticlinal de Bogotá lleva los de Bogotá, de Usaquén, de Torca, La Caro y Tibitó en su curso descendente; desde Tibitó vuelve a levantarse el eje y carga las cúpulas de Gore, la del Arenal y la compleja de Nemocón. Al norte de Suesca se halla la gran cúpula de La Ovejera con su tendido oriental suave y amplio. El domo de Sesquilé es invertido. El de Guatavita tiene la forma de volcán, caso excepcional de un plegamiento. La cúpula de Suesca culmina frente a Suesca y se tiende larga y suavemente hacia el NE. La cúpula del Salitre es ancha y se estrecha bruscamente en el Norte. En la calera de La Sibra está sobrescurrida hacia el Oriente. Se pone de presente que los horizontes de sal no se hallan en la cima de los domos sino siempre hacia o en las depresiones.

Los sinclinales son reconocibles por las hoyas con sedimentos del Guaduas, del Bogotá y del Usme y por las ensenadas de la Sabana de Bogotá, como también son partes de ellos las cuencas menores al Oriente de la Sabana. El sinclinal más sostenido es el de Zipaquirá-Samacá.-

Un terreno fuertemente afectado por fallas es el del valle del río Teusacá. También se halla fallado el terreno al Oeste de Facatativá-Cubachoque. Un sobresorrimiento hacia el Norte se presenta entre Facatativá y La Tribuna.

ASPECTOS ECONOMICOS

Suelos.-

Los suelos de la formación de la Sabana provienen en su gran mayoría del detrito aportado de las formaciones arcillosas y gredosas del Bogotá y del Guaduas, y del conjunto areniscoso del Guadalupe Superior. En menor-cuántía (Tunjuelo) provienen del Usme, del Tilatá y del Cuaternario mismo. Todos estos dadores de sedimentos son pobres en cal, a excepción del horizonte margoso de Placena cuyos suelos son típicos entre Bosa y Soacha. Esto explica en parte el poco rendimiento del suelo. Sin embargo, hay zonas de gran fertilidad dentro de la Sabana, específicamente en donde ha habido deposición de sedimentos derivados de excremas de sal y de yacimientos anexos de calizas. Esto es el caso en la hacienda del Salitre -

(al Sur de Sopó), en la zona de Tabio, en la de Zipaquirá-Nemocón y en la salina de Sesquilé (poca extensión).-- A la fertilidad de estas tierras también ha contribuido el aporte de sedimentos provenientes de los esquistos del Guadalupe Inferior.

Los suelos del Tilatá que son típicos para la cuenca de Chocontá, se forman de la descomposición de esa formación que tiene abundancia de guijos de Plaeners y por lo tanto un aliciente para la vegetación. Los terrenos, en el estado actual de los cultivos, son de mediana calidad (véase región Tilatá-E de Chocontá).

Las arcillas del Usme no manifiestan su valor agrícola porque afloran escasamente y gran parte se halla en la zona de páramo. Se considera que pueden dar suelos de calidad regular a buena.

Las gredas de la formación de Bogotá tienen la ventaja de que se hallan en llanadas, motivo por el cual se cometen a cultivos a pesar de su mala calidad, y los suelos se prestan principalmente para cultivos de trigo, lo mismo que las arcillas del Guaduas.

Las areniscas Tiernas del Guadalupe dan suelos pobres, pero desde que son porosas y admiten vegetación baja, forman suelos arenosos negros aptos para cultivos de papas. De igual modo admiten el desarrollo de árboles de raíz profunda.

Los plaeners son un nivel blando entre las areniscas del Guadalupe Superior y por este motivo forman franjas llanas en los cerros, especialmente en el Sur, y éstas se distinguen de lejos por los cultivos de trigo. En lugares abrigados podrían dar lugar al desarrollo de árboles frutales. El secreto de la fertilidad consiste en la cal (foraminíferos) y quizá en alguna proporción de fosfato proveniente de restos de peces.

Los esquistos arcillosos del Guadalupe Inferior contienen bastantes escamas de peces (fosfato), pero en cuanto a cal no se vislumbra el contenido. Sin embargo, ellos dan un suelo bueno, mejor que el de las formaciones de Guaduas y Bogotá, según se puede estimar por los cultivos (por ejemplo, el crecimiento de los árboles en la hoya del río San Francisco al E de Bogotá, y las labranzas establecidas en suelos de esa índole entre Villapinzón y Puente Boyacá).

Los mejores suelos geológicos resultan del Villeta Superior cuya combinación de calizas y esquistos piríticos, es la causante. En la Sabana, los afloramientos son pequeños y en parte han sido cubiertos por explotaciones de cal, razón por la cual no se aprovechan para la agricultura. Pero la región de Chipaque, en la zona de la Exogyra Hermeti, es una manifestación tan palpable de la feracidad que el nivel geológico se puede definir por la bondad de la tierra. Ya se dijo que los suelos más fértiles de la Sabana son aquellos cuyo detrito se deriva del Villeta Superior.

Los suelos en conjuntos más antiguos del Villeta, del Cáqueza y del Quetame no interesan con respecto a la Sabana de Bogotá. Brevemente se hace referencia a ellos. Al Occidente de la Sabana, el Cenomaniano - hasta el Barremiano contiene una proporción demasiado alta de piritita y generalmente muy poco o ninguna cal, razón por la cual el suelo resulta ácido y los productos - menos nutritivos de lo que serían si la proporción de cal fuese adecuada. Los mismos pisos cretáceos (Villeta-Medio e Inferior) dan suelos mejores al Oriente de la Sabana, entre Cáqueza y Choachí, exceptuando desde luego - la Arenisca de Une que es más o menos improductiva y la zona del supuesto Albiano que da suelos ácidos. Al Aptiano y el Barremiano con su proporción regular (aunque insuficiente) de cal dan suelos buenos, especialmente en el lado de Pómeque donde las condiciones de suelo son comparables a las del Valle de Tenza, de la misma naturaleza estratigráfica pero con mejor distribución de margas. Cabe llamar la atención aquí sobre el alto contenido local en selenio de la formación de Villeta reconocido por Jorge Ancizar Serdo, en Leiva, Sutamarchán y al W de Utica. Este elemento es nocivo y perjudicial a la ganadería y la agricultura. El Cáqueza no aflora al Oeste de la Sabana sino con respecto a la arenisca de Cáqueza que no da margen para estimarlo debidamente. En la zona de Cáqueza-Quetame, los esquistos arcillosos carecen de cal y este es el motivo por qué no dan sino suelos regulares, supeditados además por el clima seco. Seguramente también influye en la reducción de la productividad el hecho de que son más diagenéticos ("metamórficos") que los del Villeta. A este último motivo se debe la pobreza manifiesta de los suelos de la serie metamórfica de Que-

tame, lenta en la transformación de los minerales en materia de suelo.

Materias Terrosas.-

El Servicio Geológico Nacional no ha podido prestar todavía la debida atención al estudio de las materias terrosas utilizables para ladrillos, productos refractarios, lozas, porcelanas y vidrios, que tienen una gran demanda. En general, se puede decir que el Cuaternario (formación de la Sabana) puede rendir arcillas grasas, tierra diatomácea, tierra caolínica y otros productos. Las gredas del Bogotá tienen preferencia en la fabricación de ladrillos sobre las arcillas del Guaduas. En la parte alta del Guaduas existen buenas arcillas para material refractario. El Guadalupe Superior da arena para vidrio.

Materiales de Construcción.-

Arenas de grano medio provienen de la Arenisca Tierna del Guadalupe (N de Usaquén) y se utilizan en proporción mayor a pesar de que el grano es demasiado menudo. Las areniscas de grano grueso se obtienen de un banco del Cacho y de la arenisca de la Regadera y son ferruginosas. La explotación en Bogotá ha sido suspendida y se ha trasladado hacia el lado Sur de San Cristóbal y al valle de La Calera (Alto Teusacá). Los cascajos son materia escasa; hay algunos bancos en el Cuaternario del

bajo Tunjuelo, en el río Frío y en el Tilatá del Charquito, mezclados con materias gredosas.

La piedra de triturado se obtiene en las mejores condiciones de la parte baja de las Areniscas Duras del Guadalupe Superior. Las areniscas de las partes altas son blandas y no llenan satisfactoriamente este fin, sobre todo si se emplean para el balastaje de carreteras. A este fin sirven principalmente las liditas puras y margosas del conjunto de Plasenera, separándolas del material arcilloso y escogiendo las capas útiles. Este material se encuentra en abundancia y da superficies lisas y durables.

La Arenisca de Labor del Conjunto de Plasenera es una arenisca de grano medio, compacta de 5 hasta 8 metros de grueso que es por ahora en Bogotá el único material natural para enlucimiento de fachadas y para monumentos, relativamente fácil de trabajar, duradero y de aspecto bello.

Debido a que todos los mármoles estudiados hasta ahora se hallan fracturados (chiteados), con excepción del de Leiva cuyos orificios se pueden emparejar artificialmente, puede pensarse en la utilización de la caliza del Villeta Superior (El Salitre, La Siberia) como sustituto del mármol.

Agua Subterránea.-

La principal fuente de agua subterránea de

la Sabana es el Cuaternario al cual se agrega seguramente en la profundidad el Tilatá. Las condiciones son en general favorables para núcleos de población. La mayor profundidad alcanzada en la formación de la Sabana y del Tilatá es de 300 metros. Para la información sobre aguas subterráneas se refiere al informe de W. Diezemann: "Informe 707 - Aguas Subterráneas en Bogotá y sus Alrededores". - Servicio Geológico Nacional.

Agua de roca se podría obtener de la Arenisca de La Regadera, pero ésta solo se manifiesta en el Valle del Tunjuelo. Más utilidad tendría la Arenisca del Cacho que es porosa y da un agua de buena calidad. La determinación de los puntos de perforación requiere un estudio tectónico adecuado en vista de las complicaciones estructurales que se presentan. Un agua de superior calidad la rinden las Areniscas Tiernas del Guadalupe cuyas condiciones tectónicas son análogas a las del Cacho. Además de obtener el agua mediante perforaciones, se la puede conseguir por medio de socavones y de aljibes. Las Areniscas Duras en sí no favorecen la circulación y el almacenamiento del agua, pero en zonas de fracturamiento pueden producir cantidades satisfactorias.

En cuanto a las aguas termales de la Sabana no se conoce su origen, influyendo desde luego la profundidad (gradiente térmico), pero es posible que contribuya la descomposición de las piritas de los esquistos arcillosos del Guadalupe Inferior y del Villota al contacto con agua vadosa que penetra hacia ellos. No hay indicio de que el carácter termal se deba a rocas ígneas como en el caso de Paipa e Isa (volcanes dacíticos). El aprovecha -

miento de estas fuentes para la salud y para baños públicos es indispensable para la población. Las hay en Suba, en Tabio, En Zipaquirá, en Nemocón, en El Salitre, al Sur de la Calera y en la quebrada Honda, al W de Subachoque.

Sal.-

Los yacimientos de sal de la Sabana de Bogotá se han formado por el almacenamiento tectónico de bancos más o menos delgado de sal del Villeta Superior hacia puntos frágiles que son los flancos bajos de los domos. El único sitio donde se ha determinado la sal en su estratificación regular se halla en el eje del anticlinal de Tabio, al Nordeste de las minas de hierro de La Pradera; están ahí en nivel de la Exogyra Mermeti. La extensión del recinto dentro del cual se ha decantado la sal del mar cenomaniano se puede juzgar por las salinas. Estas son: Tabio, Zipaquirá, Nemocón, Tausa, Suesca, Sesquillé, El Salitre y La Calera. En este último sitio, la sal se encontró en capas falladas con fósiles aptianos y puede dar a entender que se trata de otro nivel de sal, más antiguo. En el borde llanero de la Cordillera Oriental, la sal proviene del Valanginiano, así en Upín o Retrepo (al N de Villavicencio) y en las fuentes saladas de la Salina de Chita.

Yeso.-

El único sitio de la cuenca de Bogotá donde se explota yeso en cantidades pequeñas es en las gredas de la formación de Bogotá al N de Chocontá. Se trata de

hojas intercaladas en las diaclasas de la greda, de origen secundario.

Caliza.-

Los dos únicos yacimientos de caliza, explotables en grande escala dentro de la cuenca de Bogotá, - son los de La Siberia y del Salitre, ambos situados en el domo del Salitre.

Hierro.-

El mineral de hierro (limonita, hematita y siderita) se encuentra en el Guadalupe Inferior (El Salitre, La Pradera, La Caldera al N de Zipaquirá y Nemocón.) Como el de Pacho, estos yacimientos se prestan para la instalación de Altos Hornos de mediana y posiblemente mayor capacidad. Un yacimiento pequeño se halla en la parte superior del Guaduas en Guatavita. A este respecto, el estudio de B. Alvarado y R. Sarmiento: Contribución al conocimiento de la riqueza mineral de Colombia, orienta más detalladamente.

Carbón.-

Las reservas de carbón de la cuenca de Bogotá son prácticamente inagotables; una estimación de la cantidad tropieza con la variación de facies y con el encubrimiento vasto del Guaduas por depósitos cuaternarios

y del Tilatá. Siendo la cantidad suficiente para un abasto indefinido, lo que debe interesar es la explotabilidad en las condiciones actuales y en el próximo futuro. A este respecto debe tenerse presente que la mayor parte de los mantos de carbón se halla en posición erguida e invertida y esto dificulta la explotación mecánica. Los yacimientos de suave buzamiento, favorables para ese fin, son escasos (flanco E del domo de Suesca, flanco carbonífero al W de Subachoque y estribación E del sinclinal de Subachoque). Un campo ideal puede ser la parte Norte de la cuenca de Fusagasugá donde el Guaduas buza suavemente hacia el SW. Sin embargo, es necesario estudiar detenidamente el desarrollo de los mantos de carbón.

Otro punto de vista importante del carbón es la calidad. En la parte occidental de la Sabana es común el tipo de carbón del Tequendama que corresponde al conjunto inferior del Guaduas y que es bajo en volátiles, en veces antracítico, y alto en valor calorífico (8.000 calorías). Es el mejor carbón de la cuenca de Bogotá, y debería tener la preferencia en el mercado. Es en la cuenca de Fusagasugá, parte Norte, donde mejores expectativas hay para encontrarlo en gran cantidad y en condiciones de explotación mecánica. Los carbones del conjunto medio son bituminosos. Su importancia consiste en que muchos son coqueables. Ellos forman en el Norte y Nordeste de la Sabana un número de 5 a 8 mantos con espesores hasta de 3 metros. De ahí hacia la latitud de Bogotá disminuye el número de mantos explotables a uno, pero hay zonas intermedias como la del lado oriental del Valle de La Calera-Sopó donde no hay manto explotable alguno. De Bogotá hacia el Sur, el carbón vá desapareciendo y menos lentamente en la cuenca

de Fusagasugá, donde todavía hay uno cerca del Puente de Pandi. Más al Oeste, el carbón del Guaduas termina desde Tocaima hacia Girardot. Desde luego, esta disminución de los mantos de NE a SW no es pareja sino muy variada dentro y fuera de la Sabana.

Gas Metano.-

El metano sólo se encuentra en la forma -ción de la Sabana y acaso en el Tilatá. Las cantidades encontradas hasta ahora son pequeñas (Madrid-Funza-Mosquera), pero últimamente una perforación en Funza produjo cantidades apreciables. La cuestión por saber es si este y otros que se puedan encontrar, son durables.

Este gas proviene de la materia vegetal -incluida en los sedimentos del subsuelo de la Sabana, y la repartición de esta materia es irregular. Sólo se puede decir que la zona de Mosquera-Madrid-Funza se conoce como favorable al respecto.

Indicaciones de Petróleo.-

En los alrededores de la Sabana no se han encontrado indicaciones petrolíferas anteriores al nivel de la Exogyra Hermeti, o sea del Villeta Superior. Con posterioridad al Villeta Superior hay indicios de gas petrolífero en el Guadalupe Inferior y de petróleo-parafínico en el lente ocasional y reducido de caliza -del Salto de Tequendama que media entre el Guaduas y el Guadalupe (Maestrichtiano).

En las calizas del Villeta Superior que comúnmente son bituminosas, se encuentran manchas de petróleo parafínico en La Siberia (La Calera) y oquedades de 5 a 10 centímetros de diámetro con petróleo parafínico en la caliza del Salitre al Sur de Sopó. Esto se puede interpretar como un indicio de que en estructuras que mantienen sellado el Villeta puede encontrarse petróleo comercial. La más atrayente al respecto es el domo de Sopó en cuya cima hay puntos donde una perforación puede iniciarse más o menos en el límite del Guadalupe Superior con el Inferior, siendo la profundidad normal para llegar de ahí al Villeta Superior de 700 m. Sin embargo, sobre el anticlinal que carga las cúpulas de Sopó y del Salitre se presenta disminución de espesor del Guadalupe Superior, de modo que hay la posibilidad de encontrar el Villeta Superior a menor profundidad de los 700 metros previstos. Otro lugar favorable es la planadita de Sagamaza, en el kilómetro 39 de la carretera Central del Norte, situada en la parte N de la cima de la cúpula de La Caro, es decir, sobre el anticlinal de Bogotá. Hay ahí la ventaja de que también se puede iniciar la perforación en la parte baja del Guadalupe Superior; la desventaja consiste en que se desconoce el grueso de la caliza del Villeta Superior, almacenadora del petróleo.

Gas petrolífero se ha encontrado en el lado occidental de la Sabana de Bogotá. Una manifestación se halla en Sebastopol, abajo de Cipacón. Otra fué descubierta por el doctor Jorge Valencia S. en la planta eléctrica abajo del Salto de Tequendama al hacer una perforación de sondeo. Como no hay propiamente capas almacenadoras de gas ni en el Guadalupe Inferior ni en el Villeta-

Superior, es bastante dudoso si hay cantidades comerciales de gas. Vale mencionar que una manifestación de gas también se ha encontrado en un manto de carbón del Guaduas del flanco oriental del anticlinal de Guachetá, al NE de Ubaté. En el eje del anticlinal asoma la probable caliza del Villeta Superior, pero no se sabe si el gas asciende desde ese nivel estratigráfico.

En la parte oriental de la Sabana de Bogotá hay numerosos domos, bastante cerca unos de otros. Esto hace presumir que, si hay petróleo en alguno de ellos, la cantidad no será grande aunque sí puede ser comercial. Una cuestión que desorienta bastante con respecto al éxito de una exploración a taladro, es que no se conoce la génesis de las estructuras.

Bogotá, octubre de 1951

ENRIQUE HUBACH
Geólogo - Director

EH/mml.-

COPY 2

ESTRATIGRAFIA DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES

A solicitud del Departamento de Suelos del Instituto Geográfico *de Colombia* "Agustín Codazzi" se ha elaborado el croquis estratigráfico de la Sabana de Bogotá, adjunto con sus columnas correspondientes. El Departamento de Fotogeología del ^{Instituto} Servicio Geológico Nacional emprenderá la obra de hacer el mapa geológico detallado de la misma zona.

Aparte de la estratigrafía se caracterizan en este informe las materias útiles del suelo y subsuelo del área croquizada. Otro fin que se persigue es normalizar la nomenclatura estratigráfica.

La Sabana de Bogotá es una cuenca terciaria compleja que prolonga la subsidencia cretácea del área de la Cordillera Oriental del Oligoceno, con intermitencias, al Pleistoceno y localmente al Holoceno.

SUCESION ESTRATIGRAFICA

La sucesión estratigráfica se halla especificada en las columnas del croquis, una para el lado occidental y otra para el lado oriental. En la Sabana misma y en su hoya hidrográfica no asoman sino formaciones que van del Cenomaniano Superior (nivel de *Exogyra Hemmeti*) hasta el Pleistoceno y el Reciente. Las formaciones anteriores hay que buscarlas hacia el Oriente y hacia el Occidente de la Sabana. Las columnas y el croquis demuestran hasta donde asoman. Es de advertir que hay fuertes y en veces sorprendentes cambios de facies y de magnitud en casi todas las formaciones, así como también influencias tectónicas con respecto al espesor.

Formación de La Sabana.— Pleistoceno (Cuaternario) y Reciente.
Lacustre y Paludal.

Se trata de depósitos lacustres, paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexos, en los valles que desembocan en ellas y en algunos cerros bajos, como los de Madrid y Mosquera. En las partes altas, arriba de 3.000 metros de elevación,

se encuentran los depósitos glaciares, p.e. en la zona del Cruz Verde, al SE de Bogotá, y en la parte N del Sumapaz, que no se han tenido en cuenta en el croquis.

El Pleistoceno del interior de la Sabana se compone de arcillas plásticas, grises, de arcillas turbosas, restos de maderos, de diatomitas y de arenas finas hasta medianas. Hacia los bordes aumenta la proporción de arena y se presentan bancos irregulares de bloques y de piedras de cantos más o menos angulares, excepto en la vecindad de cerros entrantes donde la facies arcillosa se aproxima al pie y con un espesor grande (Madrid y Mosquera). Cascajos, y en general material transportado por ríos, son escasos y se hallan, por ejemplo, en la salida del Tunjuelo a la Sabana, en el valle del río Frío y en el valle de Sibaté. En las hoyas alternan capas de gredas y de bloques grandes hasta pequeños.

La estratificación es irregular, tanto en las márgenes como en el interior de la Sabana y no se conocen capas de guía. El espesor ^{que suele pasar de 200 m,} es muy variable y todavía imposible de fijar en su máximo por la ignorancia del límite preciso entre el Pleistoceno y el Tilatá.

En la formación de La Sabana se han encontrado restos de mastodontes y ~~caballos~~, vertebrados de los que hay una colección en el Museo Geológico Nacional. Estos restos se encuentran sólo en puntos aislados y por ello no solventan el problema de la determinación del Pleistoceno. Más pueden servir los restos de vegetación ^(pólen) que están incluidos en el subsuelo de la Sabana porque los del Pleistoceno indudablemente son de clima frío mientras los del Tilatá son de clima cálido (Saccoglottis). Esto además indica una inconformidad o una disconformidad.

Para obtener un criterio más detallado del Cuaternario y de la formación de Tilatá, en especial de los cambios de clima (glaciaciones) y vegetación, se tratará de hacer un estudio palinológico a base de muestras obtenibles de una perforación, proyectada entre Funza y Tenjo.

Las dificultades de separación del Pleistoceno del Tilatá se manifestaron al hacer una serie de perforaciones en la parte occidental del dique de la represa del Muña donde se hallaron pepas de Saccoglottis en sedimentos arcillosos verdes, azules y anaranjados que ha-

brian podido estimarse litológicamente como Pleistoceno. Capas de color semejante, pero sin la *Sacoglottis* se atravesaron en Muzú S.E. de Bogotá a profundidades de 50 a 80 metros. Esto dá a entender que la mayor parte del subsuelo de la Sabana y aún partes de los bordes sean Tilatá.

Formación de Tilatá.--? Plioceno. Continental.

R. Scheibe dió el nombre de Tilatá a una formación que se halla en capas horizontales entre Tilatá y la represa de Sisga, formada alternativamente de gredas, ~~gredas~~ y arenas y capas arenosas y cascajos con unos 100 metros de grueso visible. Esta misma formación se extiende desde Tilatá por la mayor parte de la cuenca de Chocontá donde presenta conglomerados de bloques hacia los bordes (al N de Villapinzón). Dentro de este área, las capas tienen posición generalmente horizontal, pero se notan pequeñas fallas y ligeros plegamientos, signo de que no se trata de Pleistoceno sino de una formación anterior, derivada de la erosión del Terciario Inferior y del Cretáceo Superior y puesta en fuerte discordancia (inconformidad) sobre ellos.

Con estas capas del lado oriental de la Sabana se hace coincidir la formación expuesta en la hoya del Charquito (abajo de la salida del río Bogotá de la Sabana) que se considera como tipo occidental del Tilatá formado de la misma clase de sedimentos como la del sitio del Tilatá, pero con la diferencia de que tiene pepas de *Sacoglottis* (cipaconense) ^{Berry} en la base. Como se dijo, dichas pepas también se hallan en la parte Oeste del dique del Maña y en Cipacón, aquí igualmente en la base de la formación (pero no en el Guaduas como lo supone Berry). También en estos lugares se distinguen ligeros plegamientos y fallas, más en ningún sitio el Tilatá está fuertemente plegado ni sobrecorrido y debe haberse formado por lo tanto con posterioridad al paroxismo neoterciario de la Cordillera Oriental. El material proviene en gran parte del Guadalupe Superior, a igual que el del propio Tilatá.

En el lado occidental de la Sabana, especialmente a la salida del río Bogotá entre Plicachín, se encuentran la formación de la Sabana probablemente está representada por la formación de "Bogotá" consistente en grandes bloques de areniscas y gredas, todo cubierto de guijeros de arcilla y greda, todo cubierto de guijeros de arcilla y greda. La estratificación es irregular y la superposición de las capas es irregular. En las faldas de Santa Tecla hasta Albarín, la formación tiene una gran extensión y en algunas partes hasta 70 m (los Alpes, cerca de Albarín). Se supone que los conglomerados neoterciarios de la Mesa (de Juan Díaz) sean un equivalente de esta formación de Pleistoceno.

En el lado exterior occidental de la Sabana se ha considerado que eventualmente pueden ser equivalentes del Tilatá o algo más recientes los residuos de la formación de bloques que se distinguen desde la mesa inclinada de Fusagasugá, por el Salto y La Mesa, hacia Cipacón. Se trata de un hacinamiento de bloques, sobre todo del Guadalupe Superior, que originalmente constituía un plano del flanco W de la Cordillera Oriental inclinado hacia el Magdalena. Al Oriente de la Sabana, los residuos son mucho más reducidos.

En cuanto al resto del Tilatá indicado en el croquis, sobre todo en las hoyas que bajan a la Sabana, no es posible decir si se trata de esa formación o de depósitos pleistocenos y fluvioglaciales.

El espesor observado del Tilatá no pasa de 100 metros pero es posible que en el interior de la Sabana pueda tener una magnitud mayor, como lo indican perforaciones en la Sabana que han pasado 300 m de capas Pleistocenas y Tilatá, entre Funza y Tenjo.

No se han encontrado fósiles distintos a la *Sacoglottis* que únicamente nos dice, por la boca de Berry, que es una planta típica de pantanos a nivel del mar, o sea que en el tiempo del Tilatá, la Sabana, ya preformada y con sus rasgos tectónicos y orogénicos actuales, se hallaba a un nivel muy bajo y cálido, cosa sorprendente considerando su posterioridad al paraxismo andino.

Formación de Usme.- (Tu). ? Oligoceno.-Salobre-marina y paludal.

En la sucesión cretáceo-terciaria, conforme hasta desconforme, de ^{6000 a 8000} 10.000 metros que se halla expuesta al Oriente de la Sabana (hacia Quetame), la formación de Usme ocupa la parte superior, aunque en perfil incompleto. Además ella es interesante porque este período terminal de la sedimentación vasta en el Oriente de Colombia, vuelve a presentarse marino, después de que el Guaduas (a excepción de la base) y el Bogotá fueron lacustres y paludales. Los foraminíferos del Usme fueron determinados por la Shell según muestras del

suscrito e indican edad oligocena⁽¹⁾.

El Usme sólo se ha visto expuesto en el interior del sinclinal del Tunjuelo, desde el cerro al Sur del hospital de San Carlos (Bogotá-Sur) hasta las cabeceras de los riachuelos del Gurubital y del Hato. Es probable que se conserve en el subsuelo de la Sabana y en algunas de las anchas hoyas sinclinales del perímetro.

La parte baja está formada de un conjunto de areniscas de grano medio y grueso, entreveradas con cascajos bien redondeados, entre ellos, si bien se recuerda, rodados de plaenens. Entre las areniscas se intercalan arcillas grises. En la parte inferior del Valle del Tunjuelo (lado oriental), el conjunto está subdividido en más horizontes de areniscas (más finas) que en el lado occidental de La Regadera. Encima hay una sucesión de arcillas gris-claras que contienen los foraminíferos y que van separadas por bancos medianos hasta delgados de arenisca clara de grano medio.

El espesor de la parte conservada del Usme se estima en 500 a 600 metros.

Aparentemente, el Usme se halla en concordancia con el Bogotá. Sin embargo, el carácter finamente conglomeráceo y la posible inclusión de rodados de plaenens (transportados de larga distancia) indican que puede haber disconformidad (hiato).

Según referencias, puede haber un lente alargado de carbón en la quebrada Juan Rey que podría representar el tipo de carbón antioqueño en la Sabana de Bogotá.

Formación de Bogotá. - (Tb). - ^{Paleoceno Superior - ?Eoceno} ~~Eoceno Superior~~ - Agua dulce.

El límite entre el Guaduas y el Bogotá se distingue fácilmente por el conjunto de areniscas de grano grueso del Cacho (R. Scheibe), el cual se destaca en el terreno como filo y que representa la base del Bogotá. El límite superior está señalado por la arenisca de Th. van der Hammen.
^{1) Estudios palinológicos posteriores (1954) indican que el Usme de la hoya de Usme comprende el Eoceno Superior y el Oligoceno Inferior. Una perforación hecha a continuación del sinclinal de Usme hacia la Sabana en el lado W de Bogotá (Cervecería Andina) dio en arcillas rojas: Globorotalia fohsi del Oligoceno Superior, según H. Búrgli.}

nisca de La Regadera del Usme.

Se trata de una sucesión monótona de gredas abigarradas (grises, violáceas, moradas y rojas), sin fósiles de clase alguna, que forman horizontes más o menos gruesos y que van separadas por bancos de arenisca arcillosa blanda, la cual le dá a la topografía un aspecto cinteado. En la parte alta, al W de la Regadera hay gredas rojas con concreciones de cal. En la parte baja, en la subida de la carretera al Sur de San Cristobal, ocasionalmente se encuentra algo de arcilla carbonácea, a poca distancia encima del Cacho. La arenisca basal, o Cacho, está caracterizada en el Sur de Bogotá y otras partes de la Sabana por dos horizontes de arenisca que son, según R. Scheibe, el Infracacho y el Supracacho, éste último de grano fino y aquel de grano grueso y ferruginoso, separados entre sí por greda abigarrada.

Como tipo del Cacho se considera en la zona de Bogotá el afloramiento del río San Cristobal en la puerta de la Fabrica de Humos; en la zona de Guatavita el del cruce del río Siecha y el de la Cueva del Chulo; y en Lenguaque el de la arenisca oriental del Boqueron del Rabanal.

El grueso total de la formación probablemente no es menor de 1.500 metros, ~~pero puede ser aún mayor~~. El Cacho mide 50 hasta 100 metros y adquiere una magnitud mayor en la travesía desde Subachoque hacia el cerro de Tablazo. La parte alta (gredas rojas con nódulos de cal), según exposición al W de la represa de la Regadera, se ha separado como conjunto superior.

Por falta de flora y fauna fósil, la edad sólo se puede inferir, excepto algunos estratos algo carbonáceos encima del Cacho cuyo ^(van der Hammen) pólenes paleoceno, siendo de suponer que se trate del Paleoceno Superior porque la parte alta del Guaduas que está debajo también es paleocena. Así cabe la presunción de que el resto del Bogotá corresponda al Eoceno Inferior y tal vez Medio ~~64~~.

El Bogotá completo sólo se halla expuesto en los flancos del sinclinal de Usme, al Sur de Bogotá. Al NE del Valle de Zipaquirá no parece estar conservada la parte alta, igual que en la cuenca de Chocontá. En los demás ^{lugares} sólo aflora la parte inferior, especialmente la Arenisca del Cacho, ~~exposto típicamente en la parte Sur de Bogotá (puente sobre el río San Cristobal).~~

**) El pólen encontrado por Th. van der Hammen en capas carbonáceas a pocos metros encima de la Arenisca del Cacho pertenece al Paleoceno. Los estratos siguientes no llevan pólen.*

Formación de Guaduas.- (Kg) /Paleoceno hasta Maestrichtiano.-
Agua dulce, base marina.

Conviene aclarar lo que se entiende aquí por formación de Guaduas ya que hay muchos conceptos sobre ella. Hettner designó como formación de Guaduas la serie que se extiende desde la superficie del Guadalupe de la zona al este de la población de Guaduas hasta el pie sinclinal del valle de Guaduas. Esta serie abarca el Gualanday en la parte alta, cuya base es la arenisca gruesa hasta conglomerática que forma el primer filo destacado al E de la población. En la parte baja se presenta una formación de arcillas oscuras con carbón (Guaduo-Caparrapi) que traspasan a gredas abigarradas y rojas. Esta parte baja es la que R. Scheibe considera como Guaduas en la Sabana de Bogotá (véase columna), y dicha aplicación se divulgó de tal manera que todos los mineros de carbón la conocen con ese nombre de Guaduas. Habiéndose vuelto costumbre, se adopta esta definición del Guaduas, aún cuando la población del mismo nombre queda en el Gualanday de R. Lleras Codazzi. *- La mejor exposición del Guaduas de la Sabana se halla en Guatavita, entre la Arenisca Tierna del Guadalupe que forma el domo del Montecillo y el filo prominente al Sur constituido de la Arenisca del Cacho.*

La posición del Guaduas en la Sabana, entre la Arenisca del Cacho y la Arenisca Tierna del Guadalupe Superior, facilita grandemente su determinación. Además es la formación carbonífera de la Sabana.

La formación se divide en tres conjuntos, de los cuales el superior está formado por gredas rojizas, azulosas, verdosas y moradas, entre las cuales localmente hay mantos inexplotables de carbón y bancos de arenisca no estables, de grano más o menos grueso. En el NE de la Sabana suele haber mantos de carbón hacia la base del conjunto Superior que son explotables (con intercalación de arcillas que se soplan). La parte media o productiva contiene los mantos de carbón que usualmente se explotan en la Sabana y se distingue además por la presencia de areniscas de las cuales la superior se llama Lajosa y la inferior La Guía. Las arcillas intermedias gris-oscuras son compactas o franjeadas y muchas veces carbonáceas. Restos de plantas son comunes, pero es raro encontrar hojas enteras.

En la parte occidental de la Sabana, ^{pero ya en el conjunto inferior,} hay un manto de carbón subbituminoso hasta semiantracítico, por ejemplo, en la cuenca del Tequendama y al W de Subachoque. El conjunto inferior consta en el Norte de la Sabana esencialmente de arcillas gris-oscuras que llevan en la base amonitas aplastadas y bivalvas (lado oriental del sinclinal de Suesca, minas de Cogontá), es decir a pocos centímetros encima del Guadalupe. O. Dietrich considera esta fauna maestrichtiana. En la parte Sur de la Sabana el franqueamiento entre arcillas y areniscas cuarcíticas es típico y no hay rastros de fósiles en la base. Sólo en el túnel del Salto de Tequendama (Empresas Unidas de Energía Eléctrica), cerca del mismo, se encontró un lente residual petrolífero de caliza, separado del Guaduas por una capa de arena gruesa como síntoma de disconformidad, y colocado directamente sobre la superficie de la Arenisca Tierna del Guadalupe. A. Olsson considera las bivalvas de la caliza como maestrichtianas.

Por lo visto, el Guaduas encierra en su parte baja el Maestrichtiano y como no hay visible suspensión en la sedimentación se juzga que incluya el Daniano y también el Paleoceno. El conjunto superior es principalmente rojo como el "Guaduas" del Alto Magdalena-Alto Caguetá (Grosse) que por su parte guarda relación litológica con la formación Puca de Bolivia y Perú.

El espesor del Guaduas es generalmente de 700 metros, pero puede ascender a 1.000 metros (Lenguazaque).

La variabilidad de la facies del Guaduas es muy grande y se hace menester reconocerla por la ^{distribución} interpretación económica de los mantos de carbón. A rasgos generales se tiene que de un número de 21 mantos de carbón que hay en El Rabanal, al N de Lenguazaque, se vá reduciendo a 5 hasta 8 mantos explotables en el Norte y Nordeste de la Sabana, luego a uno en la parte Sur y finalmente hacia el alto Tunjuelo se extingue el último. Esta extinción también se presenta en dirección a Cunday y hacia la banda occidental del Río Magdalena. En esa dirección Sur, o sea hacia la masa rígida azóica de Garzón, la parte infe-

1) Th. van der Hammen determinó más tarde el límite ^{palinológico} Maestrichtiano (Daniano)-Paleoceno en el límite ^{litológico} entre el Guaduas Medio y el Guaduas Superior.

rior y acaso la media tienden a extinguirse también, quedando como parte predominante el conjunto rojo superior. Estas son indicaciones que refuerzan la suposición de que entre el Guadalupe y el Guaduas hay desconformidad, pero no orogenismo (localmente ^{si} quizá, por ejemplo, en la carretera de Cambao, en el lado W del Alto del Trigo ^{y en Tocaima}).

Con respecto a cambios menores de facies del Guaduas, juzgados por el carbón, se cita el ejemplo del valle de La Calera hasta Sopó, donde no ha sido posible encontrar un manto explotable, a pesar de que se halla en una zona donde todavía debería serlo. En el ascenso de la carretera de Gachetá, desde el Valle de Sopó al de Guasca, el Guaduas parece ser muy delgado, y contiene un mantito de carbón en la parte baja. Encima, sigue una arenisca de grano ^{grueso} que debería ser el Cacho. Otras zonas en que al menos los conjuntos inferior y medio se reducen mucho, es el Cerro de Suba y el Cerro entre ^{Puerto Común} Cajicá y el Valle de Sopó.

Formación de Guadalupe. - (Kg). - ?Campaniano hasta Turoniano (1).
Marina.

Al establecer la formación, Hettner no determinó su límite inferior, cosa de capital importancia por la variación de facies que la afecta. De todos los niveles vistos, el que mejor se presta para la Separación del Villeta - aunque tampoco idealmente - es el de la caliza de Exogyra mermeti que puede seguirse intermitentemente hacia Málaga (Santander), hacia la Cabecera del Magdalena, y por el lado occidental de la Cordillera Oriental, desde Tena hacia San Vicente de Chucurí. Esta caliza se considera como la parte alta del Villeta y suele llamarse caliza de Chipaque. Como guía sirve además en el lado oriental y al N y NE de la Sabana su posición a unos 200 metros encima de la arenisca estable de Une que aún se conserva al W ^{y al NE} de Chiquinquirá. Al Oeste de la Sabana, la caliza se halla a unos 50 metros abajo de las liditas con concreciones amonitíferas ^{de la frontera} del Coniaciano y Turoniano, ya sea representada por areniscas calosas con Exogyra mermeti, ya sea por ^{uno o dos bancos de} areniscas margosas que raras veces tienen fósiles. ^{Es} ^{que} de esta manera se considera que el Guadalupe se desarrolla entre la base del Guaduas y el tope de la Caliza de Exogyra mermeti, o sea

T. - H. Børgesen halló que en la Sabana de Bogotá (al W de Chia y al N de Suesca), el Guadalupe incluye el Maestrichtiano. Así, la desconformidad Guaduas - Guadalupe caería dentro del Maestrichtiano, probte. el Inferior.

entre el Maestrichtiano ^{inferior} y el Cenomaniano, respectivamente.

El Guadalupe consta en la Sabana de Bogotá de dos conjuntos típicos y bastante bien sostenidos: el conjunto superior, compuesto de areniscas y plaeners, y el inferior que es esquistoso-arcilloso con intercalación de horizontes y bancos de arenisca cuarcítica.

El conjunto superior tiene tres horizontes. El superior se llama la Arenisca Tierna, formada de una arenisca friable, clara hasta blanca, de grano fino hasta medio cuyo tipo se halla bien expuesto en las rocas de Suesca y en las areneras al Norte de Usaquén. El espesor no pasa de 50 a 70 metros. En el lado oriental de la Sabana se encuentra para vez alguna ostrea grande; en los esquistos negros intercalados en el lado W del precipicio del Salto de Tequendama hay foraminíferos que indican edad campaniana (Shell). Esta Arenisca Tierna parece ser de singular importancia estratigráfica porque es, hasta donde se puede decir, la única guía sostenida en la Cordillera Oriental, ^{hasta el Páramo del Almorladore} en su borde llanero y en el valle alto del Magdalena, desde Honda al Sur. Todo el resto del Guadalupe puede volverse lúditico o arcilloso, ^{dentro de este cincuenta} como sucede desde la Sabana hacia el NE, pero la Arenisca Tierna no cede.

El horizonte medio consta de los plaeners, formados de cintas planas y paralelas de lúditas arcillosas, margosas y puras (vulgarmente "piedra panelita") con intercalación de arcilla gredosa silíceas adherente (Saugschiefer), de arenisca lajosa con endaje (rippel-marks) y de la Arenisca de Labor, compacta, ^{revestimiento} de 5 a 8 metros de gruesa que es la que se utiliza como piedra de enlucido en los edificios y para monumentos (tipo Terreros). La abundancia de foraminíferos en los plaeners ya fue constatada por H. Karsten, y R. Valencia Samper determinó el nivel de amonitas aplastadas y de lamelibranquios al Norte de Usaquén. Se estima que la edad sea santoniana. El grueso del conjunto es de unos 100 metros.

La Arenisca Dura, o sea el horizonte inferior con 300 metros hasta más de magnitud, es una sucesión de bancos gruesos hasta medianos de arenisca de grano fino que se vuelve especialmente dura y apta para triturado en la parte más baja. En el Oriente de la Sabana la intercalación de plaeners es escasa y más al Oriente, éstos traspasan a arenisca. Hacia el lado occidental, los plaeners aumentan notablemente y predominan como liditas en el trayecto de Apulo-Guaduoero. De Villapinzón hacia el NE, la Arenisca Dura se vuelve arcillosa. En la base se ha encontrado en el Oriente la *Ostrea Nicaisi*. Un control detenido de la fauna de la base de este conjunto es necesario para reconocer el nivel de separación entre el Guadalupe Superior e Inferior fuera de la Sabana donde la facies es distinta.

En el Oriente de la Sabana el conjunto inferior del Guadalupe (Guadalupe Inferior) está compuesto principalmente de arcillas esquistosas ferruginosas, con intercalación de areniscas cuarcíticas, bien estratificadas. En La Calera, en la calera del Salitre (valle de Sopó-Sur), en Nemocón, en La Caldera y en la Pradera, ^{algunos} los bancos arenosos margosos han sido sustituidos por limonita, hematita y siderita. Una regresión marina ^{pasó} está determinada por el banco de carbón de El Cerezo (al N de Chipaque), al cual corresponde un hilo de carbón cerca de Cipacón (Sebastopol) y un manto en Saboyá. Hasta ahora no se han encontrado fósiles característicos, siendo frecuentes escamas de peces. El grueso del conjunto es de unos 800 metros. En el lado occidental de la Sabana, la facies es más marina (La Pradera) y se vuelve arcilloso-silíceo en el borde occidental exterior. Ahí se intercalan en la parte media y alta bancos medianos de lidita, pero no subdivididos sino compactos. En la parte baja aparece un importante nivel de guía que es el de las liditas concrecionarias de La Frontera (horno de cal al N de Albán), el cual contiene amonitas de tipo coniaciano y, en la base, amonitas turonianas. Estas últimas se hallan a unos 50 metros encima del nivel de la *Exogyra Hermeti* que debe considerarse como Cenomaniano Superior. Así, el Turoniano tendría un espesor muy reducido, salvo que las investigaciones paleontológicas demostraran que existe un error de interpretación de edad de la *Exogyra mer-*

meti. Llama la atención en este lado la abundancia de restos de peces y con esto puede relacionarse la presentación de gas petrolífero (Sebastopol). Las concreciones calosas y piríticas del horizonte de La Frontera llevan muchas veces intercalación de una especie de "asfaltita" muy dura; esta también se presenta en trozos de madera del mismo nivel. El control de los foraminíferos de la base del conjunto y acaso (calera Wiesner en Zipaquirá y La Pradera) de las amonitas aplastadas es importante para la separación entre el Villeta y el Guadalupe. El cambio de especies de *Inoceramus*, del Villeta Superior hasta el Guadalupe Superior en esta parte occidental de la Sabana y de su borde exterior, seguramente concederá otras buenas guías regionales.

Formación de Villeta. - (Kv). Cenomaniano hasta Hauteriviano Superior.- Marina y Paludal

Esta potente formación tiene como tope la caliza de *Exogyra* *mermeti*, equivalentes^{litológicos}, y se sienta en la Arenisca de Cáqueza (tipo puente de Cáqueza y buzada o plunge al W de Villeta) que representa la parte alta de la formación de Cáqueza.

En la Sabana, apenas la parte más alta- la caliza de *Exogyra mermeti*- alcanza a aflorar en contados puntos (eje del anticlinal de Tabio, calera Wiesner de Zipaquirá, calera del Salitre y calera de La Siberia). Por esta razón hay que interpretar la formación por su desarrollo en lado exterior oriental y en el occidental de la Sabana. La facies del lado oriental es nerítica y más al Oriente costanera; la del lado occidental es en general de mar negro, probablemente de aguas no muy profundas, a juzgar por los fósiles. Ella traspasa desde Girardot al Sur, hacia el pie de la Cordillera Central, a la facies costanera calosa, pero con la transgresión retardada, a partir del Aptiano.

La abundancia de amonitas y el carácter litológico permiten subdividir el Villeta, en ambos lados de la Sabana, en un conjunto superior (caliza de Chipaque), otro medio (arenisca de Une en el Oriente y Norte) y el inferior (Esquistos^{arcillosos} de Fomeque).

El conjunto superior consta en Chipaque de unos 200 metros de sedimentos, constituidos de bancos de caliza con la *Exogyra mermeti*, de bancos de caliza arenosa y de esquistos arcillosos, combinación que da suelos de gran fertilidad. En la Calera y en El Salitre, la caliza presenta un banco uniforme bajo el cual siguen esquistos ^{arcillosos} en parte bituminosos, con fósiles. En ambos sitios, especialmente en El Salitre, las calizas son bituminosas y encierran oquedades con petróleo parafínico (*Salitre*). En Zipaquirá, la caliza apenas asoma en la calera Wiesner donde la *Exogyra* aparece deformada notablemente a causa del ambiente concentradamente salado en que vivió y que luego dió lugar a la deposición de sal. La caliza de Tabio muestra varios bancos de caliza con intermedios de esquistos arcillosos. Al avanzar hacia el Oeste de la Sabana, la situación cambia. No es seguro si las calizas de la hacienda de La Primavera, en el descenso de la carretera de Facatativá a Anolaima, son del Villeta Superior, pero más al Occidente, es difícil encontrar capas con el fósil de guía. Hasta ahora el único sitio donde se halló es en camino de San Antonio de Tena a Tena, en el descenso hacia la finca de Zaragoza. En los demás sitios, el nivel está indicado por una arenisca gris-clara (fresca), más o menos margosa, en que ocasionalmente se hallan fragmentos de amonita (bajada de Albán a Hiló). Más al Oeste, sobre la línea Apulo-Utiña, toda esta sección puede estar suprimida por un sobrescurrimiento del lado oriental del cordón del Trigo.

El conjunto medio muestra una variación de facies aún más fuerte que el superior. En el lado exterior oriental de la Sabana consta de unos 400 metros de arenisca cuarcítica de grano medio hasta grueso (Arenisca de Une), con bancos delgados de esquisto arcilloso pirítico y cintas de 20 centímetros de antracita pura y plantas bien conservadas. En esta forma se presenta también al Norte de la Sabana y en especial en el descenso de la carretera de Chiquinquirá a Muzo, donde se halla el *Oxytropidoceras* del Albiano directamente debajo de la arenisca. Hacia el Oriente, teniendo en cuenta la facies arenosa con plantas que caracteriza todo el Villeta del borde llanero hasta el río Margua, la arenisca de Une es generalmente difícil de separar de las del Albiano hasta el Hauteriviano. Al Occi-

dente de la Sabana no se halla ~~ni~~ rastro de arenisca y el conjunto medio está desarrollado en facies muy pirítica y ^{es} dos a tres veces más grueso que en el Oriente. Esta masa arcillosa esquistosa debe equivaler al Une porque está entre el Albiano y el nivel de *Rxogyra mermeti* y, además, contiene amonitas cenomanianas en la parte baja (al W de San Francisco) que encontró R. Valencia Samper después de largas búsquedas. La parte alta del conjunto medio linda claramente en Zaragoza con el nivel de la *Rxogyra mermeti*.

El conjunto inferior consta del Albiano, Aptiano, Barremiano, y, en la base, de la parte alta del Hauteriviano. Se ha incluido esta parte del Hauteriviano al Villeta porque la arenisca de Cáqueza que está debajo y representa la parte alta de la formación de Cáqueza es un nivel de guía destacado y preciso (7).

En la parte oriental, lo que puede ser el Albiano, consta de esquistos arcillosos piríticos en los cuales no se ha encontrado fósil alguno, pero se halla sobre el Aptiano y debajo de la Arenisca de Une. Hacia el Occidente, este nivel aumenta enormemente de espesor y puede tener hasta 1.000 metros en la zona al N y W de Sasaima. Los esquistos arcillosos de esta formación son negros con meteorización gris clara, y las liditas, en parte arcillosas, divididas en varios horizontes inestables, son negras y contienen abundancia de *Oxytropidoceras*. En la parte alta hay esquistos arcillosos pizarrosos, de fracción nodular, franjeados, que se asemejan exteriormente a liditas y que todavía contienen *Oxytropidoceras*.

El Aptiano del lado oriental consta de esquistos arcillosos más o menos piríticos con intercalación de bancos de caliza arenosa y de arenisca calosa con abundancia de fósiles. Al Occidente, el Aptiano es más pirítico y las calizas ^{de la} angostura abajo de Sasaima), son más delgadas, pero engruesan notablemente en el trayecto de Villeta a Guaduas, o sea en dirección hacia la Cordillera Central, -

1. - Estudios posteriores entre Condinamarca y Los Santanderes demuestran que es preferible, litológica y paleontológicamente separar la parte hauteriviana de la base del Villeta e incluirla en la parte alta del Cáqueza.

donde son neríticas hasta costaneras y transgreden sobre el Tríasico (O. Renz). También el Aptiano es más grueso en este lado de la Sabana que en el Oriental.

El Barremiano con las Pulchellias es un nivel esquistoso arcilloso pirítico con lentes y bancos menores de caliza, más grueso en la zona de Villeta que al Oriente de la Sabana. En la región de Villeta su descomposición rojiza es típica.

La parte alta del Hauteriviano, con Astieria, se halla tanto al Oriente encima de la Arenisca de Cáqueza (puente de Cáqueza) como encima de las mismas areniscas en la buzada Sur de la cúpula de Villeta. Se trata en ambos casos de esquistos arcillosos oscuros con intercalación de arenisca arcillosa. Se vé que, a partir del Barremiano, - las facies oriental y occidental v^{an} asemejándose.

Formación de Cáqueza. (Kc).

Esta formación desempeña un papel importante en la Cordillera Oriental y hubo que separarla del Villeta. Su mayor magnitud la tiene ^{en} el lado oriental de la Cordillera Oriental, desde Gutiérrez-Cáqueza hasta al menos la Salina de Chita, con facies bastante bien sostenida. El espesor entre Cáqueza y Quetame se estima en 3.000 a 4.000 - metros y es de suponer que no disminuya notablemente hacia el NE.

En contraposición al Villeta, los sedimentos arcillosos de esta formación están notablemente transformados y adquieren en la parte baja aspecto de esquistos lustrosos.

En Cáqueza, la parte alta, o sea la Arenisca de Cáqueza consta de dos horizontes de arenisca de grano grueso, separados por esquistos arcillosos. El horizonte superior en partes contiene gravilla y la parte baja es margosa. En Apulo (Cemento Diamante) y entre Ville-

ta y Utica, el desarrollo es semejante, pero con guijos finamente congloméraceos. Además se intercala en Apulo un banco potente de caliza. La caliza que se encuentra arriba de Utica (Ferrocarril de Qundinamarca) no ha sido todavía definida estratigráficamente. Al lado de una fauna marina, se encuentran restos de plantas. El carácter del conjunto es de regresión. La presencia de Astierias encima y debajo del conjunto indica que este pertenece al Hauteriviano (pero un estudio paleontológico detenido es aconsejable para saber si estas Astierias realmente son hauterivianas, o acaso valanginianas).

El conjunto medio es una sucesión monótona de esquistos arcillosos, con Astierias en la parte alta, y de un gran espesor. La población de Cáqueza está colocada sobre los esquistos arcillosos piríticos de la parte alta.

El conjunto inferior es otra sucesión potente cuya parte alta lleva areniscas cuarcíticas ferruginosas. Debajo siguen esquistos arcillosos en bancos delgados. Más abajo yacen pizarras negras (La Culebra) con una fauna bastante abundante, pero aplastada, de amonitas y braquiopodos, y de plantas del Wealden. Entre las amonitas se distinguen tipos valanginianos inequívocos del Perú. Debajo de este conjunto, los esquistos arcillosos son lustrosos y las areniscas son cuarcíticas. Los restos de la fauna se hallan en malas condiciones de determinación y por este motivo no se puede afirmar si estos estratos incluyen el Titoniano que es el nivel común de transgresión en los Andes. El conglomerado basal de bloques se halla expuesto abajo del puente de Quetame sobre el río Negro y consta de material derivado de las series de Quetame.

Los conjuntos medio e inferior no se hallan expuestos en Apulo y en la cúpula de Villeta-Utica. Por este motivo no se puede definir cómo se extingue el Cretáceo Inferior (hasta el Aptiano exclusivo) hacia la Cordillera Central. Hacia los Llanos, la extinción en -

cambio está bien expuesta en los dos sinclinales que median entre Servitá y Villavicencio, caso que es de interés mayor.

Serie de Quetame.

La expresión "series", usada aquí, se explica en el sentido de que puede tratarse de una serie de formaciones.

El Cáqueza se recuesta en discordancia sobre la serie de Quetame, complejo metamórfico cuya edad no se ha podido definir todavía. Tampoco se sabe con seguridad si la sucesión del Quetame, tal como se halla indicada en la columna respectiva del Croquis, es regular.

Al este de las filitas claras en que se halla la población de Quetame, se encuentra un horizonte de areniscas cuarcíticas que incluye un banco de caliza fétida, al cual siguen al E esquistos filíticos que quedan al contacto con la Arenisca de Monterredondo, cuarcítica, - de grano medio hasta grueso y que está subdividida por esquistos grafiticos que parecen ser menos metamórficos que las filitas. A estas areniscas siguen esquistos cloríticos que representan la transformación de varias especies de filitas.

Hasta ahora no se han encontrado rastros de fósiles y no hay - relaciones litológicas para estimar la edad del Quetame.

ANOTACIONES SOBRE LA TECTONICA

La Sabana de Bogotá es una cuenca compleja que consta de la - cuenca de la misma Sabana y de las cuencas ^{anexas} de La Calera-Sopó-Suesca, de Guatavita-Quasca y de Chocontá-Sisga. En el lado occidental sólo - hay pequeñas cuencas como la de Facatativá, la de Cipacón y la de Tequendama. Hacia el Sur se desarrolla la cuenca relativamente regular y grande de Fusagasugá.

El elemento predominante en la cuenca de Bogotá es el plegamiento y luego vienen los sobrescurrimientos y las fallas.

Los plegamientos son intensos y la inversión hacia el Oeste y hacia el Este son frecuentes, sin regla fija. Las ondulaciones, visibles en los anticlinales, son abundantes en el lado oriental mientras ^{que} en el lado occidental no lo son e intervienen fallas y sobrescurrimientos. Entre los domos (cúpulas) que son típicos para el lado oriental, el anticlinal de Bogotá lleva las de Bogotá, de Usaquén, de Torca, La Caro y Tibitó en su curso descendente; desde Tibitó vuelve a levantarse el eje y carga las cúpulas de Gore, la del Arenal y la compleja de Nemocón. Al norte de Suesca se halla la gran cúpula de La Ovejera con su tendido oriental suave y amplio. El domo de Sesquilé es invertido. El de Guatavita tiene la forma de volcán, caso excepcional de un plegamiento. La cúpula de Suesca culmina frente a Suesca y se tiende larga y suavemente hacia el NE. La cúpula del Salitre es ancha y se estrecha bruscamente en el Norte. En la calera de La Siberia está sobrescurrida hacia el Oriente. Se pone de presente que los horizontes de sal no se hallan en la cima de los domos sino siempre hacia o en las depresiones.

Los sinclinales son reconocibles por las hoyas con sedimentos del Guaduas, del Bogotá y del Usme y por las ensenadas de la Sabana de Bogotá, como también son partes de ellos las cuencas menores al Oriente de la Sabana. El sinclinal más sostenido es el de Zipaquirá-Samacá.

Un terreno fuertemente afectado por fallas es el del valle del río Teusacá. También se halla fallado el terreno al Oeste de Facatativá-Subachoque. Un sobrescurrimiento hacia el Norte se presenta entre Facatativá y La Tribuna.

ASPECTOS ECONOMICOS

Suelos.

Los suelos de la formación de la Sabana provienen en su gran mayoría del detrito aportado de las formaciones arcillosas y gredosas del Bogotá y del Guaduas, y del conjunto arenisco del Guadalupe Superior. En menor cuantía (Tunjuelo) provienen del Usme, del Tilatá y del Cuaternario mismo. Todos estos dadores de sedimentos son pobres - en cal, a excepción del horizonte margoso de Flaeners cuyos suelos son típicos entre Bosa y Soacha. Esto explica en parte el poco rendimiento del suelo. Sin embargo, hay zonas de gran fertilidad dentro de la Sabana, específicamente en donde ha habido deposición de sedimentos derivados de excemas de sal y de yacimientos anexos de calizas. Esto es el caso en la hacienda del Salitre (al Sur de Sopó), en la zona de Tabio, en la de Zipaquirá-Nemocón y en la salina de Sesquilé (poca extensión). A la fertilidad de estas tierras también ha contribuido el aporte de sedimentos provenientes de los esquistos del Guadalupe Inferior.

Los suelos del Tilatá que son típicos para la cuenca de Chocontá, se forman de la descomposición de esa formación que tiene abundancia de guijos de Flaeners y por lo tanto un aliciente para la vegetación. Los terrenos, en el estado actual de los cultivos, son de mediana calidad (véase región Tilatá-E de Chocontá).

Las arcillas del Usme no manifiestan su valor agrícola porque afloran escasamente y gran parte se halla en la zona de páramo. Se considera que pueden dar suelos de calidad regular a buena.

Las gredas de la formación de Bogotá tienen la ventaja de que se hallan en llanadas, motivo por el cual se someten a cultivos a pe-

sar de su mala calidad, y los suelos se prestan principalmente para cultivos de trigo, lo mismo que las arcillas del Guaduas.

Las Areniscas Tiernas del Guadalupe dan suelos pobres, pero desde que son porosas y admiten vegetación baja, forman suelos arenosos negros aptos para cultivos de papas. De igual modo admiten el desarrollo de árboles de raíz profunda.

Los ⁶paeners son un nivel blando entre las areniscas del Guadalupe Superior y por este motivo forman franjas llanas en los cerros, especialmente en el Sur, y éstas se distinguen de lejos por los cultivos de trigo. En lugares abrigados podrían dar lugar al desarrollo de árboles frutales. El secreto de la fertilidad consiste en la cal (foraminíferos) y quizá en alguna proporción ^{de} fosfato proveniente de restos de peces.

Los esquistos arcillosos del Guadalupe Inferior contienen bastantes escamas de peces (fosfato), pero en cuanto a cal no se vislumbra el contenido. Sin embargo, ellos dan un suelo bueno, mejor que el de las formaciones de Guaduas y Bogotá, según se puede estimar por los cultivos (por ejemplo, el crecimiento de los árboles en la hoya del río San Francisco al E de Bogotá, y las labranzas establecidas en suelos de esa índole entre Villapinzón y Fuente Boyacá).

Los mejores suelos geológicos resultan del Villeta Superior - cuya combinación de calizas y esquistos piríticos, es la causante. En la Sabana, los afloramientos son pequeños y en parte han sido cubiertos por explotaciones de cal, razón por la cual no se aprovechan para la agricultura. Pero la región de Chipaque, en la zona de la Exogyra Mermeti, es una manifestación tan palpable de la feracidad que el nivel geológico se puede definir por la bondad de la tierra. Ya se dijo que los suelos más fértiles de la Sabana son aquellos cuyo detrito se deriva del Villeta Superior.

Los suelos en conjuntos más antiguos del Villeta, del Cáqueza y del Quetame no interesan con respecto a la Sabana de Bogotá. Brevemente se hace referencia a ellos. Al Occidente de la Sabana, el Cenomaniano hasta el Barremiano contiene una proporción demasiado alta de pirita y generalmente muy poco o ninguna cal, razón por la cual el suelo resulta ácido y los productos menos nutritivos de lo que serían si la proporción de cal fuese adecuada. Los mismos pisos cretácicos (Villeta Medio e Inferior) dan suelos mejores al Oriente de la Sabana, entre Cáqueza y Choachí, exceptuando desde luego la Arenisca de Une que es más o menos improductiva y la zona del supuesto Albiano que da suelos ácidos. El Aptiano y el Barremiano con su proporción regular (aunque insuficiente) de cal dan suelos buenos, especialmente en el lado de Fómeque donde las condiciones de suelo son comparables a las del Valle de Tenza, de la misma naturaleza ^{litológica} estratigráfica pero con mejor distribución de margas. Cabe llamar la atención aquí sobre el alto contenido local en selenio de la formación de Villeta reconocido por Jorge Ancizar Sordo, en Leiva, Sutamarchán y al W de Utica. Este elemento es nocivo y perjudicial a la ganadería y a la agricultura. El Cáqueza no aflora al Oeste de la Sabana sino con respecto a la renisca de Cáqueza que no da margen para estimarlo debidamente. En la zona de Cáqueza - Quetame, los esquistos arcillosos carecen de cal y este es el motivo porqué no dan sino suelos regulares, supeditados además por el clima seco. Seguramente también influye en la reducción de la productividad el hecho de que son más diagenéticos ("metamórficos") que los del Villeta. A este último motivo se debe la pobreza manifiesta de los suelos de la serie metamórfica de Quetame, lenta en la transformación de los minerales en materias de suelo.

Materias Terrosas.

^{Instituto}
El Servicio Geológico Nacional no ha podido prestar todavía la debida atención al estudio de las materias terrosas utilizables para la

drillos, productos refractarios, lozas, porcelanas y vidrios, que tienen una gran demanda. En general, se puede decir que el Cuaternario - (Formación de la Sabana) puede rendir arcillas grasas, tierra diatomácea, tierra caolínica y otros productos. Las gredas del Bogotá tienen preferencia en la fabricación de ladrillos sobre las arcillas del Guaduas. En la parte alta del Guaduas existen buenas arcillas para material refractario. El Guadalupe Superior da arena para vidrio.

Materiales de Construcción.

Arenas de grano medio provienen de la Arenisca Tierna del Guadalupe (N de Usaquén) y se utilizan en proporción mayor a pesar de que el grano es demasiado menudo. Las areniscas de grano grueso se obtienen de un banco del Cacho y de la arenisca de la Regadera y son ferruginosas. La explotación en Bogotá ha sido suspendida y se ha trasladado hacia el lado Sur de San Cristóbal y al valle de La Calera (Alto Teusacá). Los cascajos son materia escasa; hay algunos bancos en el Cuaternario - del bajo Tunjuelo, en el río Frio y en el Tilatá del Charquito, mezclados con materias gredosas.

La piedra de triturado se obtiene en las mejores condiciones de la parte baja de las Areniscas Duras del Guadalupe Superior. Las areniscas de las partes altas son blandas y no llenan satisfactoriamente este fin, sobre todo si se emplean para el balastaje de carreteras. A este fin sirven principalmente las liditas puras y margosas del conjunto de Plaeners, separándolas del material arcilloso y escogiendo las capas útiles. Este material se encuentra en abundancia y da superficies lisas y durables.

La Arenisca de Labor del Conjunto de Plaeners es una arenisca de grano medio, compacta de 5 hasta 8 metros de grueso que es por ahora en Bogotá el único material natural para enlucimiento de fachadas y

para monumentos, relativamente fácil de trabajar, duradero y de aspecto bello.

Debido a que todos los mármoles estudiados hasta ahora se hallan fracturados (chiteados), con excepción del de Leiva cuyos orificios se pueden emparejar artificialmente, puede pensarse en la utilización de la caliza del Villeta Superior (El Salitre, La Siberia) como sustituto del mármol.

Agua Subterránea.

La principal fuente de agua subterránea de la Sabana es el Cuaternario al cual se agrega seguramente en la profundidad el Tiltatá, Las condiciones son en general favorables para núcleos de población. La mayor profundidad alcanzada en la formación de la Sabana y del Tiltatá es de 300 metros. Para la información sobre agua subterránea se refiere el informe de W. Diszemann: "Informe No. 707 - Aguas Subterráneas en Bogotá y sus Alrededores". Servicio Geológico Nacional.

Agua de roca se podría obtener de la Arenisca de La Regadera, pero ésta sólo se manifiesta en el Valle del Tunjuelo. Más utilidad tendría la Arenisca del Cacho que es porosa y da un agua de buena calidad. La determinación de los puntos de perforación requiere un estudio tectónico adecuado en vista de las complicaciones estructurales que se presentan. Un agua de superior calidad la rinden las Areniscas Tiernas del Guadalupe cuyas condiciones tectónicas son análogas a las del Cacho. Además de obtener el agua mediante perforaciones, se la puede conseguir por medio de socavones y de aljibes. Las Areniscas Duras en sí no favorecen la circulación y el almacenamiento del agua, pero en zonas de fracturamiento pueden producir cantidades satisfactorias.

En cuanto a las aguas termales de la Sabana no se conoce su o-

rigen, influyendo desde luego la profundidad (gradiente térmica), pero es posible que contribuya la descomposición de las piritas de los esquistos arcillosos del Guadalupe Inferior y del Villeta al contacto con agua vadosa que penetra hacia ellos. No hay indicio de que el carácter termal se deba a rocas ígneas como en el caso de Paipa e Iza (volcanes dacíticos). El aprovechamiento de estas fuentes para la salud y para baños públicos es indispensable para la población. Las hay en Suba, en Tabio, en Zipaquirá, en Nemocón, en El Salitre, al Sur de la Calera y en la quebrada Honda, al W de Subachoque.

Sal.

Los yacimientos de sal de la Sabana de Bogotá se han formado por el almacenamiento tectónico de bancos más o menos delgado de sal del Villeta Superior hacia puntos frágiles que son los flancos bajos de los domos. El único sitio donde se ha determinado la sal en su estratificación regular se halla en el eje del anticlinal de Tabio, al Nordeste de las minas de hierro de La Pradera; están ahí en "nivel de la Exogyra ~~hermeti~~. La extensión del recinto dentro del cual se ha decantado la sal del mar cenomaniano se puede juzgar por las salinas. Estas son: Tabio, Zipaquirá, Nemocón, Tausa, Suesca, Sesquilé, El Salitre y La Calera. En este último sitio, la sal se encontró en capas falladas con fósiles aptianos y puede dar a entender que se trata de otro nivel de sal, más antiguo. En el borde llanero de la Cordillera Oriental, la sal proviene del Valanginiano, así en Upín o Restrepo (al N de Villavicencio) y en las fuentes saladas de la Salina de Chita.

Yeso.

El único sitio de la cuenca de Bogotá donde se explota yeso en cantidades pequeñas es en las gredas de la formación de Bogotá al N de -

Chocotá. Se trata de hojas intercaladas en las diáclisas de la greda, de origen secundario.

Caliza.

Los dos únicos yacimientos de caliza, explotables en grande escala dentro de la cuenca de Bogotá, son los de La Siberia y del Salitre, ambos situados en el domo del Salitre.

Hierro.

El mineral de hierro (limonita, hematita y siderita) se encuentra en el Guadalupe Inferior (El Salitre, La Pradera, La Caldera al N de Zipaquirá) y Nemocón. Como el de Pacho, estos yacimientos se prestan para la instalación de Altos Hornos de mediana y posiblemente mayor capacidad. Un yacimiento pequeño se halla en la parte superior del Guaduas en Guatavita. A este respecto, el estudio de B. Alvarado y R. Sarmiento: Contribución al conocimiento de la riqueza mineral de Colombia, orienta más detalladamente.

Carbón.

Las reservas de carbón de la cuenca de Bogotá son prácticamente inagotables; una estimación de la cantidad tropieza con la variación de facies y con el encubrimiento vasto del Guaduas por depósitos cuaternarios y del Tiltá. Siendo la cantidad suficiente para un abasto indefinido, lo que debe interesar es la explotabilidad en las condiciones actuales y en el próximo futuro. A este respecto debe tenerse presente - que la mayor parte de los mantos de carbón se halla en posición erguida o invertida y esto dificulta la explotación mecánica. Los yacimientos - de suave buzamiento, favorables para ese fin, son escasos (flanco E del domo de Suesca, flanco carbonífero al W de Subachoque y estribación N -

del sinclinal de Subachoque). Un campo ideal puede ser la parte Norte de la cuenca de Fusagasugá donde el Guaduas buza suavemente hacia el SW. Sin embargo, es necesario estudiar detenidamente el desarrollo de los mantos de carbón.

Otro punto de vista importante del carbón es la calidad. En la parte occidental de la Sabana es común el tipo de carbón del Tequendama que corresponde al conjunto inferior del Guaduas y que es bajo en volátiles, en veces antracítico, y alto en valor calorífico (8.000 calorías). Es el mejor carbón de la cuenca de Bogotá, y debería tener la preferencia en el mercado. Es en la cuenca de Fusagasugá, parte Norte, donde mejores expectativas hay para encontrarlo en gran cantidad y en condiciones de explotación mecánica. Los carbones del conjunto medio son bituminosos. Su importancia consiste en que muchos son coquizables. Ellos forman en el Norte y Nordeste de la Sabana un número de 5 a 8 mantos con espesores hasta de 3 metros. De ahí hacia la latitud de Bogotá disminuye el número de mantos explotables a uno, pero hay zonas intermedias como la del lado oriental del Valle de La Calera-Sopó donde no hay manto explotable alguno. De Bogotá hacia el Sur, el carbón va desapareciendo y menos lentamente en la cuenca de Fusagasugá, donde todavía hay uno cerca del Puente de Pandi. Más al Oeste, el carbón del Guaduas termina desde Tocaima hacia Girardot. Desde luego, esta disminución de los mantos de NE a SW no es pareja sino muy variada dentro y fuera de la Sabana.

Gas Metano.

El metano sólo se encuentra en la formación de la Sabana y acaso en el Tilatá. Las cantidades encontradas hasta ahora son pequeñas (Madrid-Funza-Mosquera), pero últimamente una perforación en Funza produjo cantidades apreciables. La cuestión por saber es si este y otros que se puedan encontrar, son durables.

Este gas proviene de la materia vegetal incluida en los sedimentos del subsuelo de la Sabana, y la repartición de esta materia es irregular. Sólo se puede decir que la zona de Mosquera-Funza se conoce como favorable al respecto.

Indicaciones de Petróleo

En los alrededores de la Sabana no se han encontrado indicaciones petrolíferas anteriores al nivel de la *Exogyra Mermeti*, o sea del Villeta Superior. Con posterioridad al Villeta Superior hay indicios de gas petrolífero en el Guadalupe Inferior y de petróleo parafínico en el lente ocasional y reducido de caliza del Salto de Tequendama que media entre el Guaduas y el Guadalupe (Maestrichtiano).

En las calizas del Villeta Superior que comúnmente son bituminosas, se encuentran manchas de petróleo parafínico en La Siberia (La Carrera) y oquedades de 5 a 10 centímetros de diámetro con petróleo parafínico en la caliza del Salitre al Sur de Sopó. Esto se puede interpretar como un indicio de que en estructuras que mantienen sellado el Villeta puede encontrarse petróleo comercial. La más atrayente al respecto es el domo de Sopó en cuya cima hay puntos donde una perforación puede iniciarse más o menos en el límite del Guadalupe Superior con el Inferior, siendo la profundidad normal para llegar de ahí al Villeta Superior de 700 m. Sin embargo, sobre el anticlinal que carga las cúpulas de Sopó y del Salitre se presenta disminución de espesor del Guaduas y del Guadalupe Superior, de modo que hay la posibilidad de encontrar el Villeta Superior a menor profundidad de los 700 metros previstos. Otro lugar favorable es la planadita de Saganaza, en el kilómetro 39 de la carretera Central del Norte, situada en la parte N de la cima de la cúpula de La Caro, es decir, sobre el anticlinal de Bogotá. Hay ahí la ventaja de que también se puede iniciar la perforación en la parte baja del Guadalupe Superior; la desventaja consiste en que se desconoce el grueso de la caliza del Villeta Superior, almacenadora del petróleo.

Gas petrolífero se ha encontrado en el lado occidental de la Sabana de Bogotá. Una manifestación se halla en Sebastopol, abajo de Cipacón. Otra fue descubierta por el doctor Jorge Valencia S. en la planta eléctrica abajo del Salto de Tequendama al hacer una perforación de sondeo. Como no hay propiamente capas almacenadoras de gas ni en el Guadalupe Inferior ni en el Villeta Superior, es bastante dudoso si ~~hay~~^{existen} cantidades comerciales de gas. Vale mencionar que una manifestación de gas también se ha encontrado en un manto de carbón del - Guaduas del flanco oriental del anticlinal de Guachetá, al NE de Ubaté. En el eje del anticlinal asoma la probable caliza del Villeta Superior, pero no se sabe si el gas asciende desde ese nivel estratigráfico.

En la parte oriental de la Sabana de Bogotá hay numerosos domos, bastante cerca unos de otros. Esto hace presumir que, si hay petróleo en algunos de ellos, la cantidad no será grande aunque sí puede ser comercial. Una cuestión que desorienta bastante con respecto - al éxito de una exploración de taladro, es que no se conoce la génesis de las estructuras.

Bogotá, octubre de 1951

ENRIQUE HUBACH
Geólogo Director

EH/Onu.

COPY 3

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

ESTR~~U~~ATIGRAFIA DE LA SABANA
DE BOGOTA Y SUS ALREDEDORES

(con 1 mapa y 2 columnas estratigráficas)

por

ENRIQUE HUBACH
Geólogo Director

BOGOTA OCTUBRE 1951

C O N T E N I D O

Resumen

Abstract

Zusammenfassung

Introducción

Sucesión estratigráfica

Formación de La Sabana, Pleistoceno y reciente

Formación de Tilatá, ? Plioceno

Formación de Usme, ? Oligoceno

Formación de Bogotá ? Paleoceno Superior- ?Eoceno

Formación de Guaduas, Maestrichtiano Superior hasta Paleoceno

Grupo de Guadalupe, Turoniano hasta Maestrichtiano Inf.

Grupo de Cáqueza, Valanginiano y Hauteriviano

Grupo de Cáqueza, Valanginiano y Hauteriviano

Serie de Quetame.

Anotaciones sobre la tectónica

Aspectos económicos

Suelos

Materias terrosas

Materiales de construcción

Agua subterránea

Sal

Yeso

Caliza

Hierro

Carbón

Gas metano

Indicaciones de petróleo

Bibliografía

ESTRATIGRAFIA DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES

INTRODUCCION

A solicitud del Departamento de Suelos del Instituto Geográfico de Colombia "Agustín Codazzi" se ha elaborado el croquis estratigráfico de la Sabana de Bogotá, adjunto con ~~las~~ columnas correspondientes. El Departamento de Fotogeología del ^{Instituto} Servicio Geológico Nacional emprenderá la obra de hacer el mapa geológico detallado de la misma zona.

Aparte de la estratigrafía se caracterizan en este informe las materias útiles del suelo y subsuelo del área croquizada. Otro fin que se persigue es normalizar la nomenclatura estratigráfica.

La Sabana de Bogotá es una cuenca terciaria que prolonga la subsidencia del Cretáceo de la Cordillera Oriental hasta el Oligoceno y, con intermitencias hasta el Pleistoceno y localmente hasta el Holoceno.

SUCESION ESTRATIGRAFICA

La sucesión estratigráfica se halla especificada en las columnas del croquis, una para el lado occidental y otra para el lado oriental. En la Sabana misma y en su hoya hidrográfica no asoman sino formaciones que van del Cenomaniano Superior (nivel de *Exogyra Mermeti*) hasta el Pleistoceno y el Reciente. Las formaciones anteriores hay que buscarlas hacia el Oriente y hacia el Occidente de la Sabana. Las columnas y el croquis demuestran hasta donde asoman. Es de advertir que hay fuertes y en veces sorprendentes cambios de facies y de magnitud en casi todas las formaciones, así como también influencias tectónicas con respecto al espesor.

Formación de La Sabana. - Pleistoceno (*Cuaternario*) y Reciente.
Lacustre y Paludal.

Se trata de depósitos lacustres, paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexos, en los valles que desembocan en ellas y en algunos cerros bajos, como los de Madrid y Mosquera. En las partes altas, arriba de 3.000 metros de elevación,

se encuentran los depósitos glaciares, p.e. en la zona del Cruz Verde, al SE de Bogotá, y en la parte N del Sumapaz, que no se han tenido en cuenta en el croquis.

El Pleistoceno del interior de la Sabana se compone de arcillas plásticas, grises, de arcillas turbosas, restos de maderos, de diatomitas y de arenas finas hasta medianas. Hacia los bordes aumenta la proporción de arena y se presentan bancos irregulares de bloques y de piedras de cantos más o menos angulares, excepto en la vecindad de cerros entrantes donde la facies arcillosa se aproxima al pie y con un espesor grande (Madrid y Mosquera). Cascajos, y en general material transportado por ríos, son escasos y se hallan, por ejemplo, en la salida del Tunjuelo a la Sabana, en el valle del río Frío y en el valle de Sibaté. En las hoyas alternan capas de gredas y de bloques grandes hasta pequeños.

La estratificación es irregular, tanto en las márgenes como en el interior de la Sabana y no se conocen capas de guía. El espesor ^{que pasa en vez de 200m,} es muy variable y todavía imposible de fijar en su máximo por la ignorancia del límite preciso entre el Pleistoceno y el Tilatá.

En la formación de La Sabana se han encontrado restos de mastodontes y caballos ~~vertebrados~~ de los que hay una colección en el Museo Geológico Nacional. Estos restos se encuentran sólo en puntos aislados y por ello no solventan el problema de la determinación del Pleistoceno. Más pueden servir los restos de vegetación ^(polen) que están incluidos en el subsuelo de la Sabana porque los del Pleistoceno indudablemente son de clima frío mientras los del Tilatá son de clima cálido (Sacoglottis). Esto además indica una inconformidad o una disconformidad.

Las dificultades de separación del Pleistoceno del Tilatá se manifestaron al hacer una serie de perforaciones en la parte occidental del dique de la represa del Muña donde se hallaron pepas de Sacoglottis en sedimentos arcillosos verdes, azules y anaranjados que ha-

brian podido estimarse litológicamente como Pleistoceno. Capas de color semejante, pero sin la Sacoglottis se atravesaron en Muzú S.E. de Bogotá a profundidades de 50 a 80 metros. Esto dá a entender que la mayor parte del subsuelo de la Sabana y aún partes de los bordes sean Tilatá.

Formación de Tilatá. -? Plioceno. Continental.

R. Scheibe dió el nombre de Tilatá a una formación que se halla en capas horizontales entre Tilatá y la represa de Sisga, formada alternativamente de gredas, ~~gredas y~~ arenas y capas arenosas y cascajos con unos 100 metros de grueso visible. Esta misma formación se extiende desde Tilatá por la mayor parte de la cuenca de Chocontá donde presenta conglomerados de bloques hacia los bordes (al N de Villapinzón). Dentro de este área, las capas tienen posición generalmente horizontal, pero se notan pequeñas fallas y ligeros plegamientos, signo de que no se trata de Pleistoceno sino de una formación anterior, derivada de la erosión del Terciario Inferior y del Cretáceo Superior y puesta en fuerte discordancia (inconformidad) sobre ellos.

Con estas capas del lado oriental de la Sabana se hacen coincidir la formación expuesta en la hoya del Charquito (abajo de la salida del río Bogotá de la Sabana) que se considera como tipo occidental del Tilatá formado de la misma clase de sedimentos como la del sitio del Tilatá, pero con la diferencia de que tiene pepas de Sacoglottis (^{BERRY} cipaconense) en la base. Como se dijo, dichas pepas también se hallan en la parte Oeste del dique del Muña y en Cipacón, aquí igualmente en la base de la formación (pero no en el Guaduas como lo supone Berry). También en estos lugares se distinguen ligeros plegamientos y fallas, más en ningún sitio el Tilatá está fuertemente plegado ni sobrescurrido y debe haberse formado por lo tanto con posterioridad al paroxismo neoterciario de la Cordillera Oriental. El material proviene en gran parte del Guadalupe Superior, a igual que el del propio Tilatá.

En el lado occidental de la Sabana, especialmente a la salida del río Bogotá entre Alicachín, El Charquito, bloques angulosos de granito, gredas y arenas, todo derivado del Guadalupe Superior; la estratificación es irregular y la superposición fuertemente inconformable sobre el Tilatá y el Guadalupe. Mas al Oeste, en las faldas de la Santa Cruz hasta Albán, la formación tiene una gran extensión y su espesor llega hasta 70m (los Alpes, cerca de Albán). Se supone que los conglomerados redondeados de la Mesa (de Juan Díaz) sean un equivalente de esta formación de planicie tendida de la Sabana.

En el lado exterior occidental de la Sabana se ha considerado que eventualmente pueden ser equivalentes del Tilatá o algo más recientes los residuos de la formación de bloques que se distinguen desde la mesa inclinada de Fusagasugá, por el Salto y La Mesa, hacia Cipacón. Se trata de un hacinamiento de bloques, sobre todo del Guadalupe Superior, que originalmente constituía un plano del flanco W de la Cordillera Oriental inclinado hacia el Magdalena. Al Oriente de la Sabana, los residuos son mucho más reducidos.

En cuanto al resto del Tilatá indicado en el croquis, sobre todo en las hoyas que bajan a la Sabana, no es posible decir si se trata de esa formación o de depósitos pleistocenos y fluvioglaciales.

El espesor observado del Tilatá no pasa de 100 metros pero es posible que en el interior de la Sabana pueda tener una magnitud mayor, como lo indican perforaciones en la Sabana que han pasado 300 m de capas Pleistocenas y ?Tilatá, entre Funza y Tenjo.

No se han encontrado fósiles distintos a la *Sacoglottis* que únicamente nos dice, por la boca de Berry, que es una planta típica de pantanos a nivel del mar, o sea que en el tiempo del Tilatá, la Sabana, ya preformada y con sus rasgos tectónicos y orogénicos actuales, se hallaba a un nivel muy bajo y cálido, cosa sorprendente considerando su posterioridad al paraxismo andino.

Formación de Usme. - (Tu). ? Oligoceno. ^{Marina, salobre y paludal.} ~~Salobre marina y paludal.~~

En la sucesión Eretáceo-terciaria, conforme hasta desconforme, de ^{6000 a 8000} ~~10.000~~ metros que se halla expuesta al Oriente de la Sabana (hacia Quetame), la formación de Usme ocupa la parte superior, aunque en perfil incompleto. Además ella es interesante porque este período terminal de la sedimentación vasta en el Oriente de Colombia, vuelve a presentarse marino, después de que el Guaduas (a excepción de la base) y el Bogotá fueron lacustres y paludales. Los foraminíferos del Usme fueron determinados por la Shell según muestras del

suscrito e indican edad oligocena(1)

El Usme sólo se ha visto expuesto en el interior del sinclinal del Tunjuelo, desde el cerro al Sur del hospital de San Carlos (Bogotá-Sur) hasta las cabeceras de los riachuelos del Curubital y del Hato. Es probable que se conserve en el subsuelo de la Sabana y en algunas de las anchas hoyas sinclinales del perímetro.

La parte baja está formada de un conjunto de areniscas de grano medio y grueso, entreveradas con cascajos bien redondeados, entre ellos, si bien se recuerda, rodados ~~de~~ plaeners. Entre las areniscas se intercalan arcillas grises. En la parte inferior del Valle del Tunjuelo (lado oriental), el conjunto está subdividido en más horizontes de areniscas (más finas) que en el lado occidental de La Regadera. Encima hay una sucesión de arcillas gris-claras que contienen los foraminíferos y que van separadas por bancos medianos hasta delgados de arenisca clara de grano medio.

El espesor de la parte conservada del Usme se estima en 500 a 600 metros.

Aparentemente, el Usme se halla en concordancia con el Bogotá. Sin embargo, el carácter finamente conglomeráceo y la posible inclusión de rodados de plaeners (transportados de larga distancia) indican que puede haber ~~dis~~conformidad (hiato).

Según referencias, puede haber un lente alargado de carbón en la quebrada Juan Rey que podría representar el tipo de carbón antioqueño en la Sabana de Bogotá.

Formación de Bogotá. - (Tb). - ^{"Paleoceno Superior" - "Eoceno Superior"} ~~Eoceno Superior~~ - Agua dulce.

El límite entre el Guaduas y el Bogotá se distingue fácilmente por el conjunto de areniscas de grano grueso del Cacho (R. SCHEIBE), el cual se destaca en el terreno como filo y que representa la base del Bogotá. El límite superior está señalado por la are-

(de Th. van der Hammen)
1) - Estudios palinológicos posteriores (1954) demostraron que el Usme de la hoyita del Tunjuelo comprenden probablemente el Eoceno Superior y el Oligoceno Inferior. Una perforación hecha en Bogotá occidental (Cerrocería Andina), en la prolongación N del sinclinal de Usme, dio en arcillas rojas Globorotalia foehsi del Oligoceno Superior, según H. BORG (1955)

nisca de La Regadera del Usme.

Se trata de una sucesión monótona de gredas abigarradas (grises, violáceas, moradas y rojas), sin fósiles de clase alguna, que forman horizontes más o menos gruesos y que van separadas por bancos de arenisca arcillosa blanda, la cual le dá a la topografía un aspecto cinteado. En la parte alta, al W de la Regadera hay gredas rojas con concreciones de cal. En la parte baja, en la subida de la carretera al Sur de San Cristobal, ocasionalmente se encuentra algo de arcilla carbonácea, a poca distancia encima del Cacho. La arenisca basal, o Cacho, está caracterizada en el Sur de Bogotá y otras partes de la Sabana por dos horizontes de arenisca que son, según R. Scheibe, el Infracacho y el Supracacho, éste último de grano fino y aquel de grano grueso y ferruginoso, separados entre sí por greda abigarrada.

Como tipo del Cacho se considera en la zona de Bogotá el afloramiento del río San Cristobal en la puerta de la Fábrica de Municiones; en la zona de Guatavita, el de la Cueva del Chulo y del río Siecha; y en Lenguaque el de la arenisca oriental del Boqueron del Rabanal.

El grueso total de la formación probablemente no es menor de 2.500 metros, pero puede ser aún mayor. El Cacho mide 50 hasta 100 metros y adquiere una magnitud mayor en la travesía desde Subachoque hacia el cerro de Tablazo. La parte alta (gredas rojas con nódulos de cal), según exposición al W de la represa de la Regadera, se ha separado como conjunto superior.

Por falta de flora y fauna fósil, la edad sólo se puede inferir, excepto algunos estratos algo carbonáceos encima del Cacho cuyo ^(van der Hammen) pólenes paleoceno, siendo de suponer que se trate del Paleoceno Superior porque la parte alta del Guaduas que está debajo también es paleocena. Así cabe la presunción de que el resto del Bogotá corresponda al Eoceno Inferior y tal vez Medio ~~(4)~~

El Bogotá completo sólo se halla expuesto en los flancos del sinclinal de Usme, al Sur de Bogotá. Al NE del Valle de Zipaquirá no parece estar conservada la parte alta, igual que en la cuenca de Chocontá. En los demás ^{Lugares} sólo aflora la parte inferior, especialmente la Arenisca del Cacho, expuesto típicamente en la parte Sur de Bogotá (puente sobre el río San Cristobal).

El pólen encontrado por van der Hammen en capas arcillosas carbonáceas, a pocos metros encima de la Arenisca de Cacho, pertenecen al Paleoceno. Los estratos subsiguientes no llevan pólen.

Formación de Guaduas. - (Kg) ~~4 Paleoceno hasta Maestrichtiano~~ *hasta Paleoceno*
Agua dulce, base marina.

Conviene aclarar lo que se entiende aquí por formación de Guaduas ya que hay muchos conceptos sobre ella. Hettner designó como formación de Guaduas la serie que se extiende desde la superficie del Guadalupe de la zona al este de la población de Guaduas hasta el pie sinclinal del valle de Guaduas. Esta serie abarca el Gualanday en la parte alta, cuya base es la arenisca gruesa hasta conglomerácea que forma el primer filo destacado al E de la población. En la parte baja se presenta una formación de arcillas oscuras con carbón (Guaduo-Caparrapí) que traspasan a gredas abigarradas y rojas. Esta parte baja es la que R. Scheibe considera como Guaduas en la Sabana de Bogotá (véase columna), y dicha aplicación se divulgó de tal manera que todos los mineros de carbón la conocen con ese nombre de Guaduas. Habiéndose vuelto costumbre, se adopta esta definición del Guaduas, aún cuando la población del mismo nombre queda en el Gualanday de R. Lleras Codazzi. - *La exposición mejor que se halla en la Sabana está entre Guatavita, entre la Arenisca Tierna del Guadalupe Superior (domo de Montecillo), la Arenisca del Cacho que forma el filo prominente al Sur de la población.*

La posición del Guaduas en la Sabana, entre la Arenisca del Cacho y la Arenisca Tierna del Guadalupe Superior, facilita grandemente su determinación. Además es la formación carbonífera de la Sabana.

La formación se divide en tres conjuntos, de los cuales el superior está formado por gredas rojizas, azulosas, verdosas y moradas, entre las cuales localmente hay mantos inexplotables de carbón y bancos de arenisca no estables, de grano más o menos grueso. En el NE de la Sabana suele haber mantos de carbón hacia la base del conjunto Superior que son explotables (con intercalación de arcillas que se soplan). La parte media o productiva contiene los mantos de carbón que usualmente se explotan en la Sabana y se distingue además por la presencia de areniscas de las cuales la superior se llama Lajosa y la inferior La Guía. Las arcillas intermedias gris-oscuras son compactas o franjeadas y muchas veces carbonáceas. Restos de plantas son comunes, pero es raro encontrar hojas enteras.

En la parte occidental de la Sabana, ^{pero ya en el conjunto inferior,} hay un manto de carbón subbituminoso hasta semiantracítico, por ejemplo, en la cuenca del Tequendama y al W de Subachoque. El conjunto inferior consta en el Norte de la Sabana esencialmente de arcillas gris-oscuras que llevan en la base amonitas aplastadas y bivalvas (lado oriental del sinclinal de Suesca, minas de Cogontá), es decir a pocos centímetros encima del Guadalupe. O. Dietrich considera esta fauna maestrichtiana. En la parte Sur de la Sabana el franjeamiento entre arcillas y areniscas cuarcíticas es típico y no hay rastros de fósiles en la base. Sólo en el túnel del Salto de Tequendama (Empresas Unidas de Energía Eléctrica), cerca del mismo, se encontró un lente residual petrolífero de caliza, separado del Guaduas por una capa de arena gruesa como síntoma de ~~dis~~conformidad, y colocado directamente sobre la superficie de la Arenisca Tierna del Guadalupe. A. Olsson considera las bivalvas de la caliza como maestrichtianas.

Por lo visto, el Guaduas encierra en su parte baja el Maestrichtiano y como no hay visible suspensión en la sedimentación se juzga que incluya ~~el Daniano y también el Paleoceno~~ ^(?). El conjunto superior es principalmente rojo como el "Guaduas" del Alto Magdalena-Alto Caguetá (Grosse) que por su parte guarda relación litológica con la formación Puca de Bolivia y Perú.

El espesor del Guaduas es generalmente de 700 metros, pero puede ascender a 1.000 metros (Lenguazaque).

La variabilidad de la facies del Guaduas es muy grande y se hace menester reconocerla por la ^{distribución} ~~interpretación económica~~ de los mantos de carbón. A rasgos generales se tiene que de un número de 21 mantos de carbón que hay en El Rabanal, al N de Lenguazaque, se vá reduciendo a 5 hasta 8 mantos explotables en el Norte y Nordeste de la Sabana, luego a uno en la parte Sur y finalmente hacia el alto Tunjuelo se extingue el último. Esta extinción también se presenta en dirección a Cunday y hacia la banda occidental del Río Magdalena. En esa dirección Sur, o sea hacia la masa rígida azúca de Garzón, la parte infe-

1) Th. van der Hammen determinó ^{mas tarde} el límite palinológico Maestrichtiano (~~+ Daniano~~) - Paleoceno en el límite del Guaduas Medio con el Guaduas Superior
Litológico

rior y acaso la media tienden a extinguirse también, quedando como parte predominante el conjunto rojo superior. Estas son indicaciones que refuerzan la suposición de que entre el Guadalupe y el Guaduas hay desconformidad, pero no orogenismo (localmente ^{si} ~~quizá~~, por ejemplo, en la carretera de Cambao, en el lado W del Alto del Trigo *y en Tocaima*).

Con respecto a cambios menores de facies del Guaduas, juzgados por el carbón, se cita el ejemplo del valle de La Calera hasta Sopó, donde no ha sido posible encontrar un manto explotable, a pesar de que se halla en una zona donde todavía debería serlo. En el ascenso de la carretera de Gachetá, desde el Valle de Sopó al de Guasca, el Guaduas parece ser muy delgado, y contiene un mantito de carbón en la parte baja. Encima, sigue una arenisca de grano ^{grueso} ~~que~~ debería ser el Cacho. Otras zonas en que al menos los conjuntos inferior y medio se reducen mucho, es el Cerro de Suba y el Cerro entre ^{Puerto Común} ~~Cajicá~~ y el Valle de Sopó.

Grupo Formación de Guadalupe. - (Kg). - Turoniano hasta Maestrichtiano
Campaniano hasta Turoniano. ⁽⁴⁾
Marina.

Al establecer la formación, Hettner no determinó su límite inferior, cosa de capital importancia por la variación de facies que la afecta. De todos los niveles vistos, el que mejor se presta para la separación del Villeta -aunque tampoco idealmente- es el de la caliza de Exogyra mermeti que puede seguirse intermitentemente hacia Málaga (Santander), hacia la Cabecera del Magdalena, y por el lado occidental de la Cordillera Oriental, desde Tena hacia San Vicente de Chucurí. Esta caliza se considera como la parte alta del Villeta y suele llamarse caliza de Chipaque. Como guía sirve además en el lado oriental y al N y NE de la Sabana su posición a unos 200 metros encima de la arenisca estable de Une que aún se conserva al ^{ya al NE} W de Chiquinquirá. Al Oeste de la Sabana, la caliza se halla a unos 50 metros abajo de las liditas con concreciones amonitíferas ^{de la frontera} del Coniaciano y Turoniano, ya sea representada por areniscas calosas con Exogyra mermeti, ya sea por areniscas margosas ^(uno o dos bancos) que raras veces tienen fósiles. ^{Es} De esta manera ^{que} se considera que el Guadalupe se desarrolla entre la base del Guaduas y el tope de la Caliza de Exogyra mermeti, o sea

1.- Según las determinaciones de H. BURGI ⁽¹⁹⁵⁵⁾, el Guadalupe ^{de la Sabana} incluye al W de Chia y en Suesca (túnel abandonado) el Maestrichtiano. Así se colige que la desconformidad Guaduas-Guadalupe se presenta dentro del Maestrichtiano Inferior.

entre el Maestrichtiano ^{Inferior} y el Cenomaniano, respectivamente.

El Guadalupe consta en la Sabana de Bogotá de dos conjuntos típicos y bastante bien sostenidos: el conjunto superior, compuesto de areniscas y plaeners, y el inferior que es esquistoso-arcilloso con intercalación de horizontes y bancos de arenisca cuarcítica.

El conjunto superior tiene tres horizontes. El superior se llama la Arenisca Tierna, formada de una arenisca friable, clara hasta blanca, de grano fino hasta medio cuyo tipo se halla bien expuesto en las rocas de Suesca y en las areneras al Norte de Usaquén. El espesor no pasa de 50 a 70 metros. En el lado oriental de la Sabana se encuentra rara vez alguna ostrea grande; en los esquistos negros intercalados en el lado W del precipicio del Salto de Tequendama hay foraminíferos que indican edad campaniana (Shell). Esta Arenisca Tierna parece ser de singular importancia estratigráfica porque es, hasta donde se puede decir, la única guía sostenida en la Cordillera Oriental ^{hasta el Páramo del Almorzadero} en su borde llanero y en el valle alto del Magdalena, desde Honda al Sur. Todo el resto del Guadalupe puede volverse lidítico o arcilloso ^{dentro de este recinto} como sucede desde la Sabana hacia el NE, pero la Arenisca Tierna no cede.

El horizonte medio consta de los plaeners, formados de cintas planas y paralelas de liditas arcillosas, margosas y puras (vulgarmente "piedra panelita") con intercalación de arcilla gredosa silícea adherente (Saugschiefer), de arenisca lajosa con ondaje (rippel-marks) y de la Arenisca de Labor, compacta, de 5 a 8 metros de gruesa que es la que se utiliza como piedra de ^{revestimiento} enlucido en los edificios y para monumentos (tipo Terreros). La abundancia de foraminíferos en los plaeners ya fue constatada por H. Karsten, y R. Valencia Samper determinó el nivel de amonitas aplastadas y de lamelibranquies al Norte de Usaquén. Se estima que la edad sea santoniana. El grueso del conjunto es de unos 100 metros.

La Arenisca Dura, o sea el horizonte inferior con 300 metros hasta más de magnitud, es una sucesión de bancos gruesos hasta medianos de arenisca de grano fino que se vuelve especialmente dura y apta para triturado en la parte más baja. En el Oriente de la Sabana la intercalación de plaeners es escasa y más al Oriente, éstos traspasan a arenisca. Hacia el lado occidental, los plaeners aumentan notablemente y predominan como liditas en el trayecto de Apulo-Guaduoero. De Villapinzón hacia el NE, la Arenisca Dura se vuelve arcillosa. En la base se ha encontrado en el Oriente la *Ostrea Nicaisei*. Un control detenido de la fauna de la base de este conjunto es necesario para reconocer el nivel de separación entre el Guadalupe Superior e Inferior fuera de la Sabana donde la facies es distinta.

En el Oriente de la Sabana el conjunto inferior del Guadalupe (Guadalupe Inferior) está compuesto principalmente de arcillas esquistosas ferruginosas, con intercalación de areniscas cuarcíticas, bien estratificadas. En La Calera, en la calera del Salitre (valle de Sopó-Sur), en Nemocón, en La Caldera y en la Pradera, ^{algunos} ~~los~~ bancos arenosos margosos han sido sustituidos por limonita, hematita y siderita. Una regresión marina ^{pasejira} está determinada por el banco de carbón de El Cerezo (al N de Chipaque), al cual corresponde un hilo de carbón cerca de Cipacón (Sebastopol) y un manto en Saboyá. Hasta ahora no se han encontrado fósiles característicos, siendo frecuentes escamas de peces. El grueso del conjunto es de unos 800 metros. En el lado occidental de la Sabana, la facies es más marina (La Pradera) y se vuelve arcilloso-silíceo en el borde occidental exterior. Ahí se intercalan en la parte media y alta bancos medianos de lidita, pero no subdivididos sino compactos. En la parte baja aparece un importante nivel de guía que es el de las liditas concrecionarias de La Frontera (horno de cal al N de Albán), el cual contiene amonitas de tipo coniaciano y, en la base, amonitas turonianas. Estas últimas se hallan a unos 50 metros encima del nivel de la *Exogyra Mermeti* que debe considerarse como Cenomaniano Superior. Así, el Turoniano tendría un espesor muy reducido, salvo que las investigaciones paleontológicas demostraran que existe un error de interpretación de edad de la *Exogyra Mer-*

meti. Llama la atención en este lado la abundancia de restos de peces y con esto puede relacionarse la presentación de gas petrolífero (Sebastopol). Las concreciones calosas y piríticas del horizonte de La Frontera llevan muchas veces intercalación de una especie de "asfaltita" muy dura; esta también se presenta en trozos de madera del mismo nivel. El control de los foraminíferos de la base del conjunto y acaso (calera Wiesner en Zipaquirá y La Pradera) de las amonitas aplastadas es importante para la separación entre el Villeta y el Guadalupe. El cambio de especies de *Inoceramus*, del Villeta Superior hasta el Guadalupe Superior en esta parte occidental de la Sabana y de su borde exterior, seguramente concederá otras buenas guías regionales.

Grupo
Formación de Villeta.- (Kv). ~~Cenomaniano hasta Hauteriviano~~ hasta *Cenomaniano*
Superior.- Marina y Paludal

Esta potente formación tiene como tope la caliza de *Exogyra* ~~Mermeti~~^{litológicos} equivalentes, y se sienta en la Arenisca de Cáqueza (tipo puente de Cáqueza y buzada o plunge al W de Villeta) que representa la parte alta de la formación de Cáqueza.

En la Sabana, apenas la parte más alta- la caliza de *Exogyra* ~~Mermeti~~- alcanza a aflorar en contados puntos (eje del anticlinal de Tabio, calera Wiesner de Zipaquirá, calera del Salitre y calera de La Siberia). Por esta razón hay que interpretar la formación por su desarrollo en lado exterior oriental y en el occidental de la Sabana. La facies del lado oriental es nerítica y más al Oriente costanera; la del lado occidental es en general de mar negro, probablemente de aguas no muy profundas, a juzgar por los fósiles. Ella traspasa ^{desde Girardota al Sur,} hacia el pie de la Cordillera Central, a la facies costanera calosa, pero con la transgresión retardada, a partir del Aptiano.

La abundancia de amonitas y el carácter litológico permiten subdividir el Villeta, en ambos lados de la Sabana, en un conjunto superior (caliza de Chipaque), otro medio (arenisca de Une en el Oriente y Norte) y el inferior (*Esquistos*^{arcillosos} de Fômeque).

El conjunto superior consta en Chipaque de unos 200 metros de sedimentos, constituidos de bancos de caliza con la *Exogyra Mermeti*, de bancos de caliza arenosa y de esquistos arcillosos, combinación que da suelos de gran fertilidad. En la Calera y en El Salitre, la caliza presenta un banco uniforme bajo el cual siguen es -
quistos ^{arcillosos} en parte bituminosos, con fósiles. En ambos sitios, especialmente en El Salitre, las calizas son bituminosas y encierran o -
quedades con petróleo parafínico (~~Salitre~~). En Zipaquirá, la caliza apenas asoma en la calera Wiesner donde la *Exogyra* aparece deforma -
da notablemente a causa del ambiente concentradamente salado en que vivió y que luego dió lugar a la deposición de sal. La caliza de Ta -
bio muestra varios bancos de caliza con intermedios de esquistos ar -
cillosos. Al avanzar hacia el Oeste de la Sabana, la situación cam -
bia. No es seguro si las calizas de la hacienda de La Primavera, en el descenso de la carretera de Facatativá a Anolaima, son del Ville -
ta Superior, pero más al Occidente, es difícil encontrar capas con el fósil de guía. Hasta ahora el único sitio donde se halló es en camino de San Antonio de Tena a Tena, en el descenso hacia la finca de Zaragoza. En los demás sitios, el nivel está indicado por una arenisca gris-clara (fresca), más o menos margosa, en que ocasio -
nalmente se hallan fragmentos de amonita (bajada de Albán a Hiló). Más al Oeste, sobre la línea Apulo-Utica, toda esta sección puede estar suprimida por un sobrecurrimiento del lado oriental del cor -
dón del Trigo.

El conjunto medio muestra una variación de facies aún más fuerte que el superior. En el lado exterior oriental de la Sabana consta de unos 400 metros de arenisca cuarcítica de grano medio has -
ta grueso (Arenisca de Une), con bancos delgados de esquisto arcillo -
so pirítico y cintas de 20 centímetros de antracita pura y plantas bien conservadas. En esta forma se presenta también al Norte de la Sabana y en especial en el descenso de la carretera de Chiquinquirá a Muzo, donde se halla el *Oxytropidoceras* del Albiano directamente debajo de la arenisca. Hacia el Oriente, teniendo en cuenta la fa -
cies arenosa con plantas que caracteriza todo el Villeta del borde llanero hasta el río Margua, la arenisca de Une es generalmente di -
fícil de separar de las del Albiano hasta el Hauteriviano. Al Occi -

dente de la Sabana no se halla ~~ni~~ rastro de arenisca y el conjunto medio está desarrollado en facies muy pirítica y ^{dos} a tres veces más grueso que en el Oriente. Esta masa arcillosa esquistosa debe equivaler al Une porque está entre el Albiano y el nivel de Exogyra mermeti y, además, contiene amonitas cenomanianas en la parte - baja (al W de San Francisco) que encontró R. Valencia Samper después de largas búsquedas. La parte alta del conjunto medio linda - claramente en Zaragoza con el nivel de la Exogyra mermeti.

El conjunto inferior consta del Albiano, Aptiano, Barre - miano, y, en la base, de ~~la parte alta del Hauteriviano~~. ^{La parte arcillosa y areniscosa del Hauteriviano que se halla encima de la Arenisca de Caqueza y que se asemeja litológicamente a la Villeta, se incluye esta parte del Hauteriviano al Villeta porque la arenisca de Caqueza que está debajo y representa la parte alta de la formación de Caqueza es un nivel de guía destacado y preciso (4)}

En la parte oriental, lo que puede ser el Albiano, consta de esquistos arcillosos piríticos en los cuales no se ha encontrado fósil alguno, pero se halla sobre el Aptiano y debajo de la Arenisca de Une. Hacia el Occidente, este nivel aumenta enormemente de espesor y puede tener hasta 1.000 metros en la zona al N y W de Sasaima. Los esquistos arcillosos de esta formación son negros con meteorización gris clara, y las liditas, en parte arcillosas, divididas - en varios horizontes inestables, son negras y contienen abundancia de Oxytropidoceras. En la parte alta hay esquistos arcillosos pizarrosos, de fracción nodular, franjeados, que se asemejan exteriormente a liditas y que todavía contienen Oxytropidoceras.

El Aptiano del lado oriental consta de esquistos arcillosos más o menos piríticos con intercalación de bancos de caliza arenosa y de arenisca calosa con abundancia de ^{bivalvas} fósiles. Al Occidente, - el Aptiano es más pirítico y las calizas ^{de la} Angostura abajo de Sasaima, son más delgadas, pero engruesan notablemente en el trayecto de Villeta a Guaduas, o sea en dirección hacia la Cordillera Central, -

7) Estudios posteriores entre Cundinamarca y los Santanderes demuestran que, litológica y paleontológicamente, es preferible separar el Hauteriviano del Villeta y dejarlo como parte más alta del Caqueza.

donde son nerfíticas hasta costaneras y transgreden ^{inconformemente} sobre el Triásico (O. Renz). También el Aptiano es más grueso en este lado de la Sabana que en el Oriental.

El Barremiano con las Pulchellias es un nivel esquistoso arcilloso pirítico con lentes y bancos menores de caliza, más grueso en la zona de Villeta que al Oriente de la Sabana. En la región de Villeta su descomposición rojiza es típica.

La parte alta del Hauteriviano, con Astieria, se halla tanto al Oriente encima de la Arenisca de Cáqueza (puente de Cáqueza) como encima de las mismas areniscas en la buzada Sur de la cúpula de Villeta. Se trata en ambos casos de esquistos arcillosos oscuros con intercalación de arenisca arcillosa. Se vé que, a partir del Barremiano, las facies ^{oriental} y occidental ^{ván} asemejándose.

Grupo
Formación de Cáqueza. (Kc). Valanginiano y Hauteriviano. Marino.

Esta formación desempeña un papel importante en la Cordillera Oriental y hubo que separarla del Villeta. Su mayor magnitud la tiene ^{en} el lado oriental de la Cordillera Oriental, desde Gutiérrez-Cáqueza hasta al menos la Salina de Chita, con facies bastante bien sostenida. El espesor entre Cáqueza y Quetame se estima en 3.000 a 4.000 metros y es de suponer que no disminuya notablemente hacia el NE.

En contraposición al Villeta, los sedimentos arcillosos de esta formación están notablemente ^{presionados} transformados y adquieren en la parte baja aspecto de esquistos lustrosos.

La parte mas alta de Cáqueza, tanto al W de Cáqueza como en el domo de Villeta, consta, segun se dijo, de esquistos arcillosos y areniscas, con Astieria astieri en el tope.

En Cáqueza, la parte alta, o sea la Arenisca de Cáqueza consta de dos horizontes de arenisca de grano grueso, separados por esquistos arcillosos. El horizonte superior en partes contiene gravilla y la parte baja es margosa. En Apulo (Cemento Diamante) y entre Ville-

ta y Utica, el desarrollo es semejante, pero con guijos finamente conglomeráceos. Además se intercala en Apulo un banco potente de caliza. La caliza que se encuentra arriba de Utica (Ferrocarril de Cundinamarca) no ha sido todavía definida estratigráficamente. Al lado de una fauna marina, se encuentran restos de plantas. El carácter del conjunto es de regresión. La presencia de Astierias encima y debajo del conjunto indica que este pertenece al Hauteriviano (pero un estudio paleontológico detenido es aconsejable para saber si estas Astierias realmente son hauterivianas, o acaso valanginianas).

El conjunto medio es una sucesión monótona de esquistos arcillosos, con Astierias en la parte alta, y de un gran espesor. La población de Cáqueza está colocada sobre los esquistos arcillosos piríticos de la parte alta.

El conjunto inferior es otra sucesión potente cuya parte alta lleva areniscas cuarcíticas ferruginosas. Debajo siguen esquistos arcillosos en bancos delgados. Más abajo yacen pizarras negras (La Culebra) con una fauna bastante abundante, pero aplastada, de amonitas y braquiopodos, y de plantas del Wealden. Entre las amonitas se distinguen tipos valanginianos inequívocos del Perú. Debajo de este conjunto, los esquistos arcillosos son lustrosos y las areniscas son cuarcíticas. Los restos de la fauna se hallan en malas condiciones de determinación y por este motivo no se puede afirmar si estos estratos incluyen el Titoniano que es el nivel común de transgresión en los Andes. El conglomerado basal de bloques se halla expuesto abajo del puente de Quetame sobre el río Negro y consta de material derivado de las series de Quetame.

Los conjuntos medio e inferior no se hallan expuestos en Apulo y en la cúpula de Villeta-Utica. Por este motivo no se puede definir cómo se extingue el Cretáceo Inferior (hasta el Aptiano exclusivo) hacia la Cordillera Central. Hacia los Llanos, la extinción en -

cambio está bien expuesta ^{entre el sinclinal de Serritá y Villavicencio.} ~~en los dos sinclinales que median entre Serritá y Villavicencio, caso que es de interés mayor.~~

Serie de Quetame.

La expresión "series", usada aquí, se explica en el sentido de que puede tratarse de una serie de formaciones.

El Cáqueza se recuesta en discordancia sobre la serie de Quetame, complejo metamórfico cuya edad no se ha podido definir todavía. Tampoco se sabe con seguridad si la sucesión del Quetame, tal como se halla indicada en la columna respectiva del Croquis, es regular.

Al este de las filitas claras en que se halla la población de Quetame, se encuentra un horizonte de areniscas cuarcíticas que incluye un banco de caliza fétida, al cual siguen al E esquistos filíticos que quedan al contacto con la Arenisca de Monterredondo, cuarcítica, de grano medio hasta grueso y que está subdividida por esquistos grafiticos que parecen ser menos metamórficos que las filitas. A estas areniscas siguen esquistos cloríticos que representan la transformación de varias especies de filitas.

En la parte oriental de la serie, se le superpone la ~~sea~~ formación roja de Pipiral (Carbonífero) a la cual sigue el Carbonífero (Formación de Gachala), superpuesto por el Cáqueza del sinclinal de Serritá.

Hasta ahora no se han encontrado rastros de fósiles y no hay relaciones litológicas para estimar la edad del Quetame. *Se juzga que sea predevoniana (o cambro-ordoviciana) en vista de que en la Cordillera Oriental el metamorfismo fuerte afecta solo el Predevoniano (Notestein).*

ANOTACIONES SOBRE LA TECTONICA

La Sabana de Bogotá es una cuenca compleja que consta de la cuenca de la misma Sabana y de las cuencas ^{anexas} de La Calera-Sopó-Suesca, de Guatavita-Guasca y de Chocontá-Sisga. En el lado occidental sólo hay pequeñas cuencas como la de Facatativá, la de Cipacón y la de Tequendama. Hacia el Sur se desarrolla la cuenca relativamente regular y grande de Fusagasugá.

El elemento predominante en la cuenca de Bogotá es el plegamiento y luego vienen los sobrescurrimientos y las fallas.

Los plegamientos son intensos y la inversión hacia el Oeste y hacia el Este son frecuentes, sin regla fija. Las ondulaciones, visibles en los anticlinales, son abundantes en el lado oriental mientras ^{que} en el lado occidental no lo son e intervienen fallas y sobrescurrimientos. Entre los domos (cúpulas) que son típicos para el lado o oriental, el anticlinal de Bogotá lleva las de Bogotá, de Usaquén, de Torca, La Caro y Tibitó en su curso descendente, ^{al Norte} desde Tibitó vuelve a levantarse el eje y carga las cúpulas de Gore, la del Arenal y la compleja de Nemocón. Al norte de Suesca se halla la gran cúpula de La Ovejera con su tendido oriental suave y amplio. El domo de Sesquilé es invertido. El de Guatavita tiene la forma de volcán, caso excepcional de un plegamiento. La cúpula de Suesca culmina frente a Suesca y se tiende larga y suavemente hacia el NE. La cúpula del Salitre es ancha y se estrecha bruscamente en el Norte. En la calera de La Siberia está sobrescurrida hacia el Oriente. Se pone de presente que los horizontes de sal no se hallan en la cima de los domos sino siempre hacia o en las depresiones.

Los sinclinales son reconocibles por las hoyas con sedimentos del Guaduas, del Bogotá y del Usme y por las ensenadas de la Sabana - de Bogotá, como también son partes de ellos las cuencas menores al Oriente de la Sabana. El sinclinal más sostenido es el de Zipaquirá-Samacá.

Un terreno fuertemente afectado por fallas es el del valle del río Teusacá. También se halla fallado el terreno al Oeste de Facatativá-Subachoque. Un sobrescurrimiento hacia el Norte se presenta entre - Facatativá y La Tribuna.

ASPECTOS ECONOMICOS

Suelos,

Los suelos de la formación de la Sabana provienen en su gran mayoría del detrito aportado de las formaciones arcillosas y gredosas del Bogotá y del Guaduas, y del conjunto arenisco del Guadalupe Superior. En menor cuantía (Tunjuelo) provienen del Usme, del Tilatá y del Cuaternario mismo. Todos estos dadores de sedimentos son pobres - en cal, a excepción del horizonte margoso de Plaeners cuyos suelos son típicos entre Bosa y Soacha. Esto explica en parte el poco rendimiento del suelo. Sin embargo, hay zonas de gran fertilidad dentro de la Sabana, específicamente en donde ha habido deposición de sedimentos derivados de excemas de sal y de yacimientos anexos de calizas. Esto es el caso en la hacienda del Salitre (al Sur de Sopó), en la zona de Tabio, en la de Zipaquirá-Nemocón y en la salina de Sesquilé (poca extensión). A la fertilidad de estas tierras también ha contribuido el aporte de sedimentos provenientes de los esquistos del Guadalupe Inferior.

Los suelos del Tilatá que son típicos para la cuenca de Chocontá, se forman de la descomposición de esa formación que tiene abundancia de guijos de Plaeners ^{margoso} y por lo tanto ^{ligero} unvaliente para la vegetación. Los terrenos, en el estado ^{natural} actual ~~de los cultivos~~, son de ^{pobre} mediana calidad (véase región Tilatá-E de Chocontá).

Las arcillas del Usme no manifiestan su valor agrícola porque afloran escasamente y gran parte se halla en la zona de páramo. Se considera que pueden dar suelos de calidad regular a buena.

Las gredas de la formación de Bogotá tienen la ventaja de que se hallan en llanadas, motivo por el cual se someten a cultivos a pe-

sar de su mala calidad, y los suelos se prestan principalmente para ~~cultivos~~ de trigo, lo mismo que las arcillas del Guaduas.

Las Areniscas Tiernas del Guadalupe dan suelos pobres, pero desde que son porosas y admiten vegetación baja, forman suelos arenosos negros aptos para cultivos de papas. De igual modo admiten el desarrollo de árboles de raíz profunda.

Los ~~paeners~~ son un nivel blando ^{marginoso} entre las areniscas del Guadalupe Superior y por este motivo forman franjas llanas en los cerros, especialmente en el Sur, y éstas se distinguen de lejos por los cultivos de trigo. En lugares abrigados podrían dar lugar al desarrollo de árboles frutales. El secreto de la fertilidad consiste en la cal (foraminíferos) y quizá en alguna proporción ^{al} de fosfato proveniente de restos de peces.

Los esquistos arcillosos del Guadalupe Inferior contienen bastantes escamas de peces (fosfato), pero en cuanto a cal no se vislumbra el contenido. Sin embargo, ellos dan un suelo ^{regular} bueno, mejor que el de las formaciones de Guaduas y Bogotá, según se puede estimar por los cultivos (por ejemplo, el crecimiento de los árboles en la hoya del río San Francisco al E de Bogotá, y las labranzas establecidas en suelos de esa índole entre Villapinzón y Puente Boyacá).

Los mejores suelos geológicos resultan del Villeta Superior - cuya combinación de calizas y esquistos piríticos, es la causante. En la Sabana, los afloramientos son pequeños y en parte han sido cubiertos por explotaciones de cal, razón por la cual no se aprovechan para la agricultura. Pero la región de Chipaque, en la zona de la Exogyra Mermeti, es una manifestación tan palpable de la feracidad que el nivel geológico se puede definir por la bondad de la tierra. Ya se dijo que los suelos más fértiles de la Sabana son aquellos cuyo detrito se deriva del Villeta Superior.

Los suelos en conjuntos más antiguos del Villeta, del Cáqueza y del Quetame no interesan con respecto a la Sabana de Bogotá. Brevemente se hace referencia a ellos. Al Occidente de la Sabana, el Cenomaniano hasta el Barremiano contiene una proporción demasiado alta de pirita y generalmente muy poco o ninguna cal, razón por la cual - el suelo resulta ácido y los productos menos nutritivos de lo que serían si la proporción de cal fuese adecuada. Los mismos ^{miembros} ~~pisos~~ cretácicos (Villeta Medio e Inferior), ^{masa menos margosa} ~~dán~~ suelos mejores al Oriente de la Sabana, entre Cáqueza y Choachí, exceptuando desde luego la arenisca de Une que es más o menos improductiva y la zona del supuesto Albiano que dá suelos ácidos. El Aptiano y el Barremiano con su proporción regular (aunque insuficiente) de cal dán suelos buenos, especialmente en el lado de Fómez donde las condiciones de suelo son comparables a las del Valle de Tenza, de la misma naturaleza ^{estratigráfica} ~~estratigráfica~~ pero con mejor distribución de margas. Cabe llamar la atención aquí sobre el alto contenido local en selenio de la formación de Villeta reconocido por Jorge Ancízar Sordo, en Leiva, Sutamarchán y al W de Utica. Este elemento es nocivo y perjudicial a la ganadería y a la agricultura. El Cáqueza no aflora al Oeste de la Sabana sino con respecto a la arenisca de Cáqueza que no dá margen para estimarlo debidamente. En la zona de Cáqueza - Quetame, los esquistos arcillosos carecen de cal y este es el motivo porqué no dan sino suelos regulares, supeditados además por el clima seco. Seguramente también influye en la reducción de la productividad el hecho de que son más ^{diagénicos} ~~diagénicos~~ ("metamórficos") que los del Villeta. A este último motivo se debe la pobreza manifiesta de los suelos de la serie metamórfica de Quetame, lenta en la transformación de los minerales en materias ^{parental} ~~de~~ suelo.

Materias Terrosas,

^{Instituto}
El ~~Servicio~~ Geológico Nacional no ha podido prestar todavía la debida atención al estudio de las materias terrosas utilizables para la

drillos, productos refractarios, lozas, porcelanas y vidrios, que tienen una gran demanda. En general, se puede decir que el Cuaternario - (Formación de la Sabana) puede rendir arcillas grasas, tierra diatomácea, tierra caolínica y otros productos. Las gredas del Bogotá tienen preferencia en la fabricación de ladrillos sobre las arcillas del Guaduas. En la parte alta del Guaduas existen buenas arcillas para material refractario. El Guadalupe Superior dá arena para vidrio.

Materiales de Construcción,

Arenas de grano medio provienen de la Arenisca Tierna del Guadalupe (N de Usaquén) y se utilizan en proporción mayor a pesar de que el grano es demasiado menudo. Las ^{arenas}areniscas de grano grueso se obtienen de un banco del Cacho y de la arenisca de la Regadera, y son ferruginosas. La explotación en Bogotá ha sido suspendida y se ha trasladado hacia el lado Sur de San Cristobal y al valle de La Calera (Alto Teusacá). Los cascajos son materia escasa; hay algunos bancos en el Cuaternario - del bajo Tunjuelo, en el río Frío y en el Tilatá del Charquito, mezclados con materias gredosas.

La piedra de triturado se obtiene en las mejores condiciones de la parte baja de las Areniscas Duras del Guadalupe Superior. Las areniscas de las partes altas son blandas y no llenan satisfactoriamente este fin, sobre todo si se emplean para el balastaje de carreteras. A este fin sirven principalmente las liditas puras y margosas del conjunto de Plaeners, separándolas del material arcilloso y escogiendo las capas útiles. Este material se encuentra en abundancia y dá superficies lisas y durables.

La Arenisca de Labor del Conjunto de Plaeners es una arenisca de grano medio, compacta de 5 hasta 8 metros de grueso que es por ahora en Bogotá el único material natural para ^{revestimiento}enlucimiento de fachadas y

para monumentos, relativamente fácil de trabajar, duradero y de aspecto bello.

Debido a que todos los mármoles estudiados hasta ahora se hallan fracturados (chiteados), con excepción del de Leiva cuyos orificios se pueden emparejar artificialmente, puede pensarse en la utilización de la caliza del Villeta Superior (El Salitre, La Siberia) como sustituto del mármol.

Agua Subterránea.

La principal fuente de agua subterránea de la Sabana es el Cuaternario al cual se agrega seguramente en la profundidad el Tiltatá, Las condiciones son en general favorables para núcleos de población. La mayor profundidad alcanzada en la formación de la Sabana y del Tiltatá es de 300 metros. Para la información sobre agua subterránea se refiere el informe de W. Diezemann: "Informe No. 707 - Aguas Subterráneas en Bogotá y sus Alrededores". Servicio Geológico Nacional.

Agua de roca se podría obtener de la Arenisca de La Regadera, pero ésta sólo se manifiesta en el Valle del Tunjuelo. Más utilidad tendría la Arenisca del Cacho que es porosa y da un agua de buena calidad. La determinación de los puntos de perforación requiere un estudio tectónico adecuado en vista de las complicaciones estructurales que se presentan. Un agua de superior calidad la rinden las Areniscas Tiernas del Guadalupe cuyas condiciones tectónicas son análogas a las del Cacho. Además de obtener el agua mediante perforaciones, se la puede conseguir por medio de socavones y de aljibes. Las Areniscas Duras en sí no favorecen la circulación y el almacenamiento del agua, pero en zonas de fracturamiento pueden producir cantidades satisfactorias.

En cuanto a las aguas termales de la Sabana no se conoce su o-

rigen, influyendo desde luego la profundidad (gradiente térmica), pero es posible que contribuya la descomposición de las piritas de los esquistos arcillosos del Guadalupe Inferior y del Villeta al contacto con agua vadosa que penetra hacia ellos. No hay indicio de que el carácter termal se deba a rocas ígneas como en el caso de Paipa e Iza (volcanes dacíticos). El aprovechamiento de estas fuentes para la salud y para baños públicos es indispensable para la población. Las hay en Suba, en Tabio, en Zipaquirá, en Nemocón, en El Salitre, al Sur de la Calera y en la quebrada Honda, al W de Subachoque.

Sal.

Los yacimientos de sal de la Sabana de Bogotá se han formado por el almacenamiento tectónico de bancos más o menos delgado de sal del Villeta Superior hacia puntos frágiles que son los flancos bajos de los domos. El único sitio donde se ha determinado la sal en su estratificación regular se halla en el eje del anticlinal de Tabio, al Nordeste de las minas de hierro de La Pradera; están ahí en nivel de la Exogyra Mermeti. La extensión del recinto dentro del cual se ha decantado la sal del mar cenomaniano se puede juzgar por las salinas. Estas son: Tabio, Zipaquirá, Nemocón, Tausa, Suesca, Sesquilé, El Salitre y La Calera. En este último sitio, la sal se encontró en capas falladas con fósiles aptianos y puede dar a entender que se trata de otro nivel de sal, más antiguo. En el borde llanero de la Cordillera Oriental, la sal proviene del Valanginiano, así en Upín o Restrepo (al N de Villavicencio) y en las fuentes saladas de la Salina de Chita.

Yeso.

El único sitio de la cuenca de Bogotá donde se explota yeso en cantidades pequeñas es en las gredas de la formación de Bogotá al N de -

Chocontá. Se trata de hojas intercaladas en las diaclasas de la greda, de origen secundario.

Caliza,

Los dos únicos yacimientos de caliza, explotables en grande escala dentro de la cuenca de Bogotá, son los de La Siberia y del Salitre, ambos situados en el domo del Salitre.

Hierro,

El mineral de hierro (limonita, hematita y siderita) se encuentra en el Guadalupe Inferior (El Salitre, La Pradera, La Caldera al N de Zipaquirá) y Nemocón. Como el de Pacho, estos yacimientos se prestan para la instalación de Altos Hornos de mediana y posiblemente mayor capacidad. Un yacimiento pequeño se halla en la parte superior del Guaduas en Guatavita. A este respecto, el estudio de B. Alvarado y R. Sarmiento: Contribución al conocimiento de la riqueza mineral de Colombia, orienta más detalladamente.

Carbón,

Las reservas de carbón de la cuenca de Bogotá son prácticamente inagotables; una estimación de la cantidad tropieza con la variación de facies y con el encubrimiento vasto del Guaduas por depósitos cuaternarios y del Tílatá. Siendo la cantidad suficiente para un abasto indefinido, lo que debe interesar es la explotabilidad en las condiciones actuales y en el próximo futuro. A este respecto debe tenerse presente - que la mayor parte de los mantos de carbón se halla en posición erguida o invertida y esto dificulta la explotación mecánica. Los yacimientos de suave buzamiento, favorables para ese fin, son escasos (flanco E del domo de Suesca, flanco carbonífero al W de Subachoque y estribación N -

del sinclinal de Subachoque). Un campo ideal puede ser la parte Norte de la cuenca de Fusagasugá donde el Guaduas buza suavemente hacia el SW. Sin embargo, es necesario estudiar detenidamente el desarrollo de los mantos de carbón, *porque acusan una disminución y un desmejoramiento de los mantos desde el cordón de Subía hacia el Este.*

Otro punto de vista importante del carbón es la calidad. En la parte occidental de la Sabana es común el tipo de carbón del Tequendama que corresponde al conjunto inferior del Guaduas y que es bajo en volátiles, en veces antracítico, y alto en valor calorífico (8.000 calorías). Es el mejor carbón de la cuenca de Bogotá, y debería tener la preferencia en el mercado. Es en la cuenca de Fusagasugá, parte Norte, donde mejores expectativas hay para encontrarlo en gran cantidad y en condiciones de explotación mecánica. Los carbones del conjunto medio son bituminosos. Su importancia consiste en que muchos son coquizables. Ellos forman en el Norte y Nordeste de la Sabana un número de 5 a 8 mantos con espesores ^{máximo} ~~hasta~~ de 3 metros. De ahí hacia la latitud de Bogotá disminuye el número de mantos explotables a uno, pero hay zonas intermedias como la del lado oriental del Valle de La Calera-Sopó donde no hay manto explotable alguno. De Bogotá hacia el Sur, el carbón vá desapareciendo y menos lentamente en la cuenca de Fusagasugá, donde todavía hay uno cerca del Puente de Pandi. Más al Oeste, el carbón del Guaduas termina desde Tocaima hacia Girardot. Desde luego, esta disminución de los mantos de NE a SW no es pareja sino muy variada dentro y fuera de la Sabana.

Gas Metano,

El metano sólo se encuentra en la formación de la Sabana y acaso en el Tilatá. Las cantidades encontradas hasta ahora son pequeñas (Madrid-Funza-Mosquera), pero últimamente una perforación en Funza produjo cantidades apreciables. La cuestión por saber es si este y otros que se puedan encontrar, son durables.

Este gas proviene de la materia vegetal incluida en los sedimentos del subsuelo de la Sabana, y la repartición de esta materia es irregular. Sólo se puede decir que la zona de Mosquera-Funza se conoce como favorable al respecto.

Indicaciones de Petróleo

En los alrededores de la Sabana no se han encontrado indicaciones petrolíferas anteriores al nivel de la *Exogyra* ~~Hermeti~~ ^{Hermeti}, o sea del Villeta Superior. Con posterioridad al Villeta Superior hay indicios de gas petrolífero en el Guadalupe Inferior y de petróleo parafínico en el lente ocasional y reducido de caliza del Salto de Tequendama que media entre el Guaduas y el Guadalupe (Maestrichtiano).

En las calizas del Villeta Superior que comunmente son bituminosas, se encuentran manchas de petróleo parafínico en La Siberia (La Cáltera) y oquedades de 5 a 10 centímetros de diámetro con petróleo parafínico en la caliza del Salitre al Sur de Sopó. Esto se puede interpretar como un indicio de que en estructuras que mantienen sellado el Villeta puede encontrarse petróleo comercial. La más atrayente al respecto es el domo de Sopó en cuya cima ^{erodada} hay puntos donde una perforación puede iniciarse más o menos en el límite del Guadalupe Superior con el Inferior, siendo la profundidad normal para llegar de ahí al Villeta Superior de 700 m. Sin embargo, sobre el anticlinal que carga las cúpulas de Sopó y del Salitre se presenta disminución de espesor del Guaduas y del Guadalupe Superior, de modo que hay la posibilidad de encontrar el Villeta Superior a menor profundidad de los 700 metros previstos. Otro lugar favorable es la planadita de Sagamaza, en el kilómetro 39 de la carretera Central del Norte, situada en la parte N de la cima de la cúpula de La Caro, es decir, sobre el anticlinal de Bogotá. Hay ahí la ventaja de que también se puede iniciar la perforación en la parte baja del Guadalupe Superior; la desventaja consiste en que se desconoce el grueso de la caliza del Villeta Superior, almacenadora del petróleo.

Gas petrolífero se ha encontrado en el lado occidental de la Sabana de Bogotá. Una manifestación se halla en Sebastopol, abajo de Cipacón. Otra fue descubierta por el doctor Jorge Valencia S. en la planta eléctrica abajo del Salto de Tequendama al hacer una perforación de sondeo. ^{en este lado} Como ^{no} hay propiamente capas almacenadoras de gas ni en el Guadalupe Inferior ni en el Villeta Superior, es bastante dudoso si ^{existen} ~~hay~~ cantidades comerciales de gas. Vale mencionar que una manifestación de gas también se ha encontrado en un manto de carbón del ~~Guaduas~~ ^{Guaduas} del flanco oriental del anticlinal de Guachetá, al NE de Ubaté. En el eje del anticlinal asoma la probable caliza del Villeta Superior, pero no se sabe si el gas asciende desde ese nivel estratigráfico.

En la parte oriental de la Sabana de Bogotá hay numerosos domos, bastante cerca unos de otros. Esto hace presumir que, si hay petróleo en algunos de ellos, la cantidad no será grande aunque sí puede ser comercial. Una cuestión que desorienta bastante con respecto al éxito de una exploración de taladro, es que no se conoce ^{al desenvolvimiento} ~~la~~ ^{la} génesis de las estructuras ~~desde el Cretáceo y así la migración y concentración~~ ^{primarias del petróleo.}

Bogotá, octubre de 1951

ENRIQUE HUBACH
Geólogo Director

EH/Onu.