

Los yacimientos carboníferos del Depto. del Valle.

(Informe parcial, condensado.)

ZONAS ESTUDIADAS:

La exploración en que se funda el presente informe, ordenada por el Ministerio de Industrias, ha abarcado hasta ahora las siguientes zonas:

- 1) La faja que se extiende sobre el borde occidental de la Cordillera Central desde Sevilla hasta Caldoño.
- 2) La zona del plano del Valle y su transición hacia el altiplano de Popayan.
- 3) La faja situada sobre el borde caucano de la Cordillera Occidental, desde la desembocadura del río Piendamó al río Cauca hasta Cali-Golondrinas.

En el tiempo dedicado hasta ahora al estudio de la zona carbonífera-2^a mes-, no fué posible estudiar la faja vallecaucana que se halla al Norte de Sevilla y al Norte de Cali-Golondrinas.

Zonas CARBONIFERAS:

En las zonas donde las formaciones carboníferas asoman a la superficie, se distinguen las siguientes fajas:

- 1) La Faja que abarca desde el lado occidental de Sevilla hasta el río Sonso, al Sur de Buga (lignita a lo largo del borde occidental de la Cordillera Central).
- 2) La faja de Cali-Golondrinas hasta Timba que se prolonga al Sur hasta allende Tambo en el Depto. del Cauca (carbon subbituminoso y antracita, a lo largo de la Cordillera Occidental).
- 3) La faja transversal de Caloto-Santander hasta Timba Suarez (carbon subbituminoso y antracita que surge a causa del sollevamiento de la hoya del Cauca en dirección Sur).

Además debe considerarse carbonífero el subsuelo del plano Vallecaucano y la faja que se extiende al N y NE de Sevilla.

No son carboníferos el borde de la Cordillera Central entre el río Sonso y Caloto y el borde de la Cordillera Occidental desde la región de Yumbo, más o menos, hasta Roldanillo y más al Norte.

GUIA para orientarse con respecto a las fajas carboníferas que asoman a la superficie:

Siguiendo la hoya del Cauca, o sea la faja deprimida que separa las Cordilleras Central y Occidental, se hace la observación que, en donde asoman las formaciones carboníferas sobre un trayecto del borde de la Cordillera Central, ellas faltan en el trayecto opuesto de la Cordillera Occidental y viceversa. Solo en la faja de Timba-Santander que equivale a un sollevamiento de la hoya del Cauca, las formaciones carboníferas asoman en los bordes de ambas cordilleras. -Esta repartición se relaciona con los efectos isostáticos producidos en relación con la evolución de la actual construcción geológica de los Andes. Las observaciones al respecto se pueden hacer desde la región de Antioquia Viejo hasta la región de Pasto.

BASIS ESTRATIGRAFICAS:

Las formaciones que se han encontrado durante la exploración son las siguientes:

- 1) Sedimentos cascajosos, arenosos, de limo y toba que constituyen el plano del Valle del Cauca. Edad cuaternaria hasta reciente.
- 2) Piso de Popayan, consistente de conglomerados, tobas, aglomerados volcánicos, gredas rojas hasta bermejas. Este piso que llega a tener más de 200 m de magnitud, forma el subsuelo del altiplano de Popayan y sus residuos se conservan por ejemplo al W de Cali (en la salida de los ríos Cali y Aguacatal al plano) y al W de Jamundí y Cañas Gordas (tierras en general rojas con conglomerados de bloques; regionalmente auríferas, como en la región de Chontaduro). Edad ecuaternalia o neoterciaria.

3) Piso de Combia, formado de conglomerados de tamaño mediano hasta fino, de tobas, areniscas tiernas y arcillas. Contiene algunos mantos irregulares de lignita y se caracteriza por la participación de rodados de andesita y quizá también de dacita. - Este piso muestra afinidad petrográfica al piso de Popayan, pero se distingue de aquel por los subplegamientos acantados. El piso de Popayan solo ocasionalmente muestra subplegamientos (rio Palo, unos 5 kms abajo de Tacueyó), como también algunas fallas (paseo de Boyacá cerca de Cali). Los estudios posteriores deben demostrar si ~~real~~ los pisos de Combia y Popayan son idénticos o no.

La magnitud del piso de Combia alcanza unos 500 m al Oriente de Bugalagrande-Buga, única zona en que se le ha ~~estudiado~~ podido determinar. El piso coincide con el piso de Combia de la sección antioqueña de la hoya del Cauca, determinada por E. Grosse. Además, el piso de Combia debe coincidir con el piso de Honda, tal como lo estableció Hettner con respecto a la hoya del Magdalena en la región de Honda.

La edad de este piso probablemente corresponde con el mioceno superior, según relaciones que existen entre los correspondientes sedimentos marinos de Venezuela y los ~~de la parte~~ pisos de Combia y Honda en Colombia.

4) PISO DEL CAUCA. PROPIA FORMACION CARBONIFERA DE LA HOYA DEL CAUCA (Edad equivalente al terciario medio, o sea aproximadamente al tiempo comprendido entre el oligoceno medio y mioceno medio, inclusive).

Debido a las complicaciones tectónicas y a la escasa diferenciación en el desarrollo vertical, los lugares donde se puede palpar el piso del Cauca en toda su magnitud son escasos.

Desde Cali-Golondrinas hasta más al Sur de Suarez no existe exposición favorable. El lugar ideal que hemos encontrado para llevar a cabo la determinación estratigráfica es El Playon, situado al Occidente de la desembocadura del rio Piendamó al rio Cauca. Se trata ahí de un anticlinal, cuyo eje coincide con el trayecto correspondiente del rio Cauca. El flanco oriental muestra inclinación muy suave y está vastamente encubierto por el piso de Popayan del altiplano. El flanco occidental en que se halla El Playon muestra inclinaciones fuertes y aun se halla secundariamente subplegado. Este flanco, que llamamos cordón carbonífero, es el que se desarrolla hacia el Norte, llegando hasta Cali y Golondrinas, región esta donde la formación carbonífera se debilita y solo se conserva en algunos residuos hasta algo más allá de Vijes. Se debe advertir que el cordón Carbonífero, sobreescorrido por el cretáceo de la Cordillera Occidental, sigue mostrando subplegamientos, estrechos por lo común, en dirección a Cali, donde se trifurca (faja de Cali-Bajo de Chipichape, faja de la cumbre del cerro Tres Cruces y faja de La Laguna-Golondrina hacia el filo al W de Chipichape y faja de La Laguna-Golondrinas-lado Sur de Arroyohondo).

En El Playon, la magnitud del piso del Cauca es superior a 2000 metros, según se deduce de la travesía Playon-Meson, a lo largo de la cual se asciende geológicamente desde la base del piso del Cauca en la diabasa del rio Cauca hasta ~~la~~ la parte alta que se halla al contacto con el sobreescorrimiento principal de la Cordillera Occidental. La subdivisión estratigráfica que muestra el piso del Cauca en dicha región se puede ajustar en forma de tres conjuntos

- III.-Conjunto superior; areniscas, conglomerados finos hasta ripiosos y arcillas, además de franjas incoerciales de carbon.
- PISO DEL CAUCA II.-Conjunto medio, formado esencialmente de arcillas y algunos bancos de arenisca. Franjas de carbon, mas o menos incoerciales.
- I.-Conjunto inferior; conglomerados cascajosos hasta ripiosos de cuarzo, lidita y diabasas en alternación con areniscas, arcillas carbonáceas y los mantos comerciales de carbon.

El conjunto inferior que es el importante con respecto al carbon, tiene unos 800 m en El Playon, pero aumenta considerablemente hacia el Norte, salvo el caso de que se tratara de sobreescurrecimientos menores que pudieran aumentar la magnitud en apariencia. Este conjunto se subdivide en los siguientes horizontes:

I c.- Horizonte superior o horizonte del Salvajin. Arcilloso hasta arenoso en la parte baja y limitado hacia arriba por un nivel de arenisca con intercalacion secundaria de arcilla. Este nivel tiene mantos importantes de carbon en la parte media, próxima al contacto con la arenisca. El número de mantos explotables es en general de 3, pero ocurren uno y avces dos en la parte alta del nivel de arenisca. Los mantos tienen de 0.90 a 2,30m de espesor, siendo imposible establecer una magnitud precisa para cada uno en vista de las variaciones de facies y por influencia tectónica. El horizonte se puede estudiar satisfactoriamente por ejemplo en las minas en explotacion que se hallan en la hacienda de Las Cañas (Sres. Bizot y Escobar), en la angostura del Salvajin (o Salvajina) del rio Cauca, arriba de Suarez (nivel silificado por diorita o ~~adacita~~ dacita) y en el primer filo alto que se atraviesa al seguir del Playon hacia el Oeste. En la region de Cali, segun las actuales posibilidades de paralelizacion, los mantos de carbon que se explotan en Los Chorros, Cañaveralejo, Las Cruces, Chipichape y Golondrinas forman parte del horizonte del Salvajin. En la actualidad, solo este nivel produce carbon; los mantos de los niveles que quedan debajo se han cateado y aun se han explotado pasajeramente, pero se han abandonado, en parte por tratarse de antracitas, en parte porque el carbon es demasiado bituminoso.

I b.- Horizonte medio o horizonte de Cinta de Piedra. Este horizonte comprende los sedimentos entre la base del horizonte anterior y el techo del horizonte inferior. En la parte alta se hallan en general tres bancos gruesos de cascajos de cuarzo, lidita y diabasas (tambien porfiritas que se han llamado piedras de granizo, por el color blanco de los cascajos de cuarzo. En la parte baja el horizonte de Cinta de Piedra es arcilloso y contiene algunos bancos de arenisca. Entre los tres ~~banos~~ bancos de cascajo de Granizo se hallan dos mantos de carbon comerciales, segun se desprende bien de los trabajos antiguos en la hacienda de Las Cañas. El carbon es altamente bituminoso y al parece tambien muy gaseoso. Debajo del banco inferior de Granizo, se distinguen otros tres mantos comerciales de carbon de índole semejante a los mencionados. En el horizonte de Cinta de Piedra se puede contar pues con 5 mantos comerciales de carbon. Ellos se perciben desde Timba por la via de Las Cañas hacia el lugar de Cinta de Piedra en el rio Claro y de ahí hasta el rio Pance, donde tambien se tiene una buena exposicion del horizonte del Salvajin (con carbon). En la region de Cali, debido en parte a los sobreescurrecimientos rápidos, el horizonte de Cinta de Piedra no llega a asomar sino hacia el contacto del cordón Carbonífero con el plano del Valle. La parte alta del horizonte asoma por ejemplo en Los Chorros, en Cañaveralejo y se distingue por los bancos de ripio de cuarzo (granizo) que, en el Socavon XII de Los Chorros, llegan a ser cascajosos. Hasta ahora, los trabajos solo han dado a conocer un manto en este nivel de la region de Cali que mide 0.60 m. Conviene advertir que no hemos tenido ocasion de inspeccionar todos los trabajos y que el Socavon XII de Los Chorros apenas cortó la parte alta del horizonte. -Es de advertir que, entre Playon-Suarez y Timba-Las Cañas y aun en el Pance, el carbon de este horizonte ha sido transformado en antracita a causa de la influencia de dacitas (y localmente de dioritas).

I c.- Horizonte inferior o horizonte de La Pesebrera. Este horizonte abarca la seccion de estratos colocados entre el horizonte de Cinta de Piedra y el ~~Horizonte~~ cretáceo que es la base comun del piso del Cauca. El nivel superior está constituido por un banco de cascajos hasta ripios de cuarzo, lidita y de otras rocas del cretáceo. Luego sigue hacia abajo una sucesion de arcillas y areniscas, con intercalacion regional de un u otro banco de cascajo de cuarzo. Debido a que este nivel no alcanza a asomar desde la region de Cali hasta la que queda al NW de Jamundí, sus condiciones carboníferas son ahí desconocidas. Desde la última region hacia el Sur, este horizonte ofrece buenas expectativas carboníferas que no hemos podido apreciar comercialmente con la precision que requiere el caso porque faltan los cateos del caso, poniendo de presente que la apreciacion de los yacimientos de carbon del Valle, debido a las particularidades de génesis y de tectónica, necesita del requisito de los cateos. En la region de Las Cañas, un kilómetro al W de la casa de la hacienda, asoma un manto de mas o menos un metro y en la region de Playon, donde este nivel ha sido antracitificado, ocurren al menos dos mantos que ofrecen buenas condiciones de explotacion.

Al haber indicado los rasgos generales del piso del Cauca, hemos de dejar constancia ~~tambien~~ de que los conjuntos y horizontes muestran una constancia muy favorable que permite perseguirlos desde una region tan meridional como lo es la de Playon hasta la region de Cali. Pero, para decifrar satisfactoriamente las condiciones estratigráficas en la region de Cali y de ahí hasta Suarze, hay que dirigirse a la region del Playon, donde la exposicion no deja dudas. En esta relacion conviene agregar que, hacia la Cordillera Occidental, el cordon carbonífero va sobreescurredo por el cretáceo, de tal manera que estas últimas rocas se colocan sobre la parte alta del piso del Cauca. Esta determinacion se deriva de los estudios en la region de Playon.

En cuanto al ambiente en que se formó el piso del Cauca, ~~conviene~~ la abundancia de mantos y franjas de carbon (en total mas de 40) demuestra que se trataba de una zona cenagosa, cuyas condiciones han sido semejantes a las que existen atualmente en las ciénagas del bajo Atrato. Así lo permite asegurar el estudio microscópico de los carbones de Colombia hechos por Reichenbach y el conocimiento del bajo Atrato. Sin embargo, el ambiente cenagoso no dominaba del todo, sino alternaba, al menos en tres ocasiones, con ambientes marinos que por cierto son pasajeros. Los indicios ~~de~~ de las invasiones marinas se encuentran en $\frac{1}{4}$ el conjunto inferior, donde hemos determinado tres niveles de lamelibranquios y de gastrópodos, en cada horizonte uno.

5) Cretáceo. La determinacion del cretáceo en la hoya del Cauca y hacia los bordes de las cordilleras adyacentes ofrece ciertas dificultades porque se trata esencialmente de derrames volcánicos en calidad de diabasas, porfiritas y serpentinas que solo regionalmente, como el W de Jamundí-Cañas Gordas, muestran una relativa abundancia de sedimentos lidíticos y arenosarcillosos intercálados. Dentro de estos sedimentos hemos encontrado fósiles típicos, entre ellos un inoceramus cretáceo y restos de amonitas aplanadas. También parecen abundar los foraminíferos. -El mismo desarrollo como en el Valle lo tiene el cretáceo en la seccion antioqueña de la hoya del Cauca, donde fué determinado por R. Scheibe y E. Grosse.

6) Precretáceo. Los sedimentos mas o menos cristalinos anteriores al cretáceo solo se han encontrado en la Cordillera Central. En la parte abarcada de la Cordillera Occidental no hemos encontrado afloramientos (asoman p.e. en la angostura del Dagua). Se trata de esquists sericíticos, cloríticos, grafiticos, de micacitas, cuarcitas, mármoles, gneiss, etc. En parte al menos, estos sedimentos corresponden al piso de Quetame de la Cordillera Central, cuya edad puede ser cámbrica, segun afinidad estratigráfica con sedimentos análogos de Tennessee. También es visible que en parte se trate de sedimentos silúricos alterados, ya que estos han sido encontrados en la seccion antioqueña de la Cordillera Central, llevando los fósiles correspondientes.

Rocas eruptivas posteriores al piso del Cauca.

Las rocas eruptivas que han ascendido posteriormente a la sedimentación del piso del Cauca son de importancia en relación con la calidad regional del carbón. Ellas han transformado el carbón en antracita en todas las partes donde ocurren.

Dichas rocas eruptivas se componen de andesitas y de dacitas. Además hay ciertos puntos, como la región al Sur de Suarez y la región que queda hacia el curso alto de la quebrada Chontaduro y Jordan al NW y W de Jamundí, donde se hace sentir la influencia de dioritas. La zona de dacitas y dioritas se ha explorado desde la ribera septentrional del Pance hasta más al Sur del Playón. De Suarez a Santander o sea en el sollevamiento correspondiente de la hoya del Cauca, se distinguen tan solo las dacitas y de Santander hacia el Norte ocurren de preferencia las andesitas.

Todas estas rocas que se distinguen por la mineralización aurífera de su séquito, son bastante recientes y forman silos (Lagergaenge), raras veces diques en medio del piso del Cauca. En el piso de Combia no se les ha observado, de manera que es probable que han surgido en el lapso de tiempo que media entre la deposición de los últimos estratos del piso del Cauca y los primeros estratos del piso de Combia.

Como centros de ascenso se pueden considerar, entre otros, el cerro de La Teta, la región de Paso Bobo al Sur de Suarez y quizá los Farallones de Cali (que no se pudieron abarcar de cerca).

En el cordón Carbonífero la mayor intensidad de la actividad dacítica y diorítica se denota en la región de Suarez, donde el horizonte del Salvajin ha sido transformado en una cuarcita extremadamente dura y donde las arcillas comunes del piso del Cauca se han vuelto cornubianitas azules de sonido metálico. De Suarez al Norte hasta el río Pance se distingue un nivel principal de silo de dacita y diorita en la parte media baja del horizonte del Salvajin y otro en la parte media del horizonte de Cinta de Piedra. Al Sur de Timba y aun hasta Las Cañas hemos perseguido un tercer nivel en el conjunto inferior.

Del río Melendez (poco al Sur de Cali) hacia el Norte, no hemos observado ni dacitas ni dioritas dentro del piso del Cauca. Por este mismo motivo no se encuentran antracitas en esta región.

Conviene poner de presente que las dacitas solo han antracitificado el carbón en donde han formado, o intercalaciones gruesas o intercalaciones inmediatas a los mantos de carbón, ~~de~~ siendo estas intercalaciones de poco espesor. Como los silos de dacita y diorita no son continuos dentro de los niveles citados, tampoco todo ~~de~~ el carbón se ha vuelto antracita. Antes bien se puede decir que solo un pequeño porcentaje del carbón se transformó en el combustible compacto, de alto valor calorífico.

BASES TECTONICAS:

Anteriormente se dijo que el cretáceo de la Cordillera Occidental sobreescurre el piso del Cauca, o mejor dicho el cordón carbonífero. Este sobreescorrimento se debe a una presión fuerte desde Occidente. En el borde de la Cordillera Central, la presión evidentemente ha venido del Oriente porque el cretáceo de esta cordillera sobreescurre el piso ~~del~~ Cauca Combia. En ambos casos se ve que las cordilleras se colocan sobre la parte alta de las respectivas formaciones (pisos del Cauca y de Combia). -Es comprensible que, donde la compresión ha sido tan fuerte, ~~también~~ el carbón y el lignito deben haber sufrido las consecuencias deformadoras correspondientes, como se verá en adelante.

El cordón ~~de~~ Carbonífero, según el afloramiento en el bajo Piendamó y al Oeste de la desembocadura de este río, forma el ala occidental de un anticlinal que hemos llamado anticlinal del Cauca. Su flanco poniente es erguido y en parte está subplegado; el ala oriental muestra inclinación muy suave. Hay pues una diferencia máxima entre la compresión (fuerte) del ala occidental y la compresión (suave) del ala oriental. De acuerdo con esto está la condición física del carbón en el cordón Carbonífero y en el ala oriental, a que nos referiremos.

Las observaciones hechas en el bajo Piendamó con respecto al flanco oriental, por desgracia no se pueden perseguir hacia

el plano del Valle. Ahí, la erosión ha destruido la parte alta de esta estructura y el resto yace bajo el cuaternario del plano. Sin embargo creemos que el ala oriental también presente inclinación suave en el Valle porque el flanco occidental (cordón Carbonífero) muestra ahí la misma fuerte contracción como en la región del Playón. -Se agrega que, en la zona del sollevamiento de Suarez-Santander, el ala oriental también ha sido comprimido, como se ve en la región de Buenos Aires hacia La Teta. Esto es natural porque la faja de Suarez-Santander es una faja comprimida de la hoya del Cauca.

El flanco occidental, en calidad del cordón Carbonífero sigue regularmente desde el Sur del Playón hacia Suarez y de ahí hacia Timba hasta llegar a la parte septentrional del río Pance. En esta sección larga se distinguen subplegamientos menores, pero relativamente secundarios en comparación con los de la región de Cañas Gordas al Norte hasta el río Arroyo Hondo, al Norte de Cali. En esta última región, el flanco occidental se subdivide en las fajas que hemos mencionado anteriormente, o sea en la faja terciaria de (Los Chorros) Cali-Bajos de Chipichape en la faja de la cumbre del cerro Tres Cruces-alto de Chipichape y en la faja de La Laguna-Golondrinas. Dichas fajas son las tres lenguas de sedimentos del piso del Cauca que se prolongan desde el propio cordón Carbonífero hacia el Norte, siendo que, hacia el Sur dicho cordón está uniformemente formado del piso del Cauca. -El estudio del cerro de Tres Cruces ha demostrado que las fajas que pasan por la parte alta de Chipichape (torre superior del cable) y la que pasa cerca a los Talleres son parte de un anticlinal arrugado cuyo eje se halla próximo a la cumbre del cerro Tres Cruces.

La fuerte contracción que ha sufrido el cordón Carbonífero ha implicado una variación considerable de los sedimentos, tanto en el sentido longitudinal como en el sentido transversal. Con esta contracción se relacionan las bolsas y los "pinches" que forman no solo los mantos de carbón sino también los estratos arcillosos y arenarcillosos. Lo común es que un manto de carbón que, en término medio tiene una magnitud de 1,5m raras veces sea regular, sino que el carbón aumente a 3 y más metros para luego disminuir hasta 0,60 m y menos. De esta manera aun los mantos menores, cuando se trata de una bolsa o buche de carbón, contienen carbón explotable. A estas variaciones de magnitud hay que agregar aquellas que se forman a causa de la variación de la inclinación. Es frecuente ver que un manto de carbón con fuerte inclinación oriental, a los pocos metros se vuelve vertical, para enseguida inclinarse al W y volver a la vertical. Como no hay regla fija en relación con estas irregularidades de la estructura, es imposible de apreciar el espesor de los mantos desde la superficie del terreno. Como en las depresiones del cordón, por donde atraviesan las quebradas y donde se hallan los mejores afloramientos, los mantos generalmente están pinchados, las deducciones sobre la explotabilidad de los mantos son generalmente muy desfavorables. Ellas no vienen a rectificarse sino con el estudio de las minas en explotación y es por esto que dijimos que se necesita de muchos cateos y trabajos de minas para llegar a un concepto correcto. Desgraciadamente, la actual crisis ha obligado a abandonar muchísimos socavones y cateos que se han derrumbado y que, en la mayoría de los casos, habrá que reemplazarlos por socavones enteramente nuevos.

La contracción fuerte además ha ocasionado la trituración del carbón. La cantidad de cisco que sale de las minas se puede estimar en un 50%, como término medio. Pero el carbón en apariencias sólido que sale de las minas, también se disgrega a causa del agrietamiento imperceptible que lo distingue y creemos que en final de cuentas no se alcanza a aprovechar sino el 30% del carbón extraído de las minas.

Aun cuando no tenga interés directo para el Departamento del Valle, necesitamos dejar constancia que en el flanco oriental del anticlinal del Cauca donde la inclinación es suave (bajo Piendamó), los mantos de carbón se distinguen por gran regularidad y el carbón mismo es de una dureza verdaderamente admirable. Ya hemos dicho que, en el subsuelo del plano del Valle, contiguo al cordón Carbonífero, dicho flanco debe seguir en las mismas condiciones como en el bajo Piendamó y que este carbón se podrá explotar con provecho en el futuro. Por el momento consideramos que las deficiencias físicas del carbón del cordón Carbonífero se podrán

subsanan con los sistemas modernos de explotación a los cuales aludiremos.

En cuanto a la faja que se extiende desde el Oeste de Sevilla hacia Buga y el río Sonso, distinguida por lignita, la construcción es semejante a la del anticlinal del Cauca. También en esta región se trata de un anticlinal bastante amplio que, al Norte de la latitud de Tuluá se arruga hasta quedar irreconocible. La Cordillera Central sobreescribe esta estructura, pero como se trata de una formación carbonífera más reciente que la del piso del Cauca, los efectos de contracción no son demasiado sensibles. En cambio ~~ya hemos dicho~~ la calidad lignítica del carbón impide de por sí una explotación comercial. A ello se puede agregar que los mantos se presentan en sumo grado irregular, de acuerdo con su deposición en un tiempo cuando la erección andina estaba en pleno auge.

Aspectos económicos del carbón.

CALIDAD DEL CARBÓN:

a) Calidad química.

Los estudios verificados sobre el terreno demuestran que, entre los carbones inalterados por rocas eruptivas, hay carbones de menor y mayor densidad. Los de menor densidad son altamente bituminosos y probablemente también gaseosos. Ellos ocurren ante todo en el horizonte de Cinta de Piedra. Los carbones del nivel del Salvajín son de mayor densidad y entre ellos se encuentran carbones comparables a los de la Sabana de Bogotá. Recordamos que los carbones de este nivel son los que hoy día se explotan exclusivamente.

A esta variación general de los mantos de carbón hay que agregar la variación regional que experimenta un mismo manto, y también la probable variación que experimenta la calidad química por efectos tectónicos. Para cerciorarnos al respecto hemos enviado muestras de un caso típico en Golondrinas para que se analicen en el laboratorio del Depto. de Minas y Petróleo del Ministerio de Industrias.

El análisis de los carbones del Valle, según muestras enviadas al citado laboratorio, arrojan un valor calorífico muy alto, excepcional para carbones del terciario medio. En efecto, el valor sube de 6000 a 7600 calorías. Los carbones de la misma edad de Antioquia y de Venezuela no dan sino 6000 calorías como término medio. Se puede juzgar que, como ~~las~~ las muestras ~~que~~ analizadas del Valle provienen del cordón Carbonífero, fuertemente comprimido, la acción tectónica haya contribuido a aumentar el valor calorífico. Observaciones semejantes también se han hecho en otras partes del mundo.

Entre los carbones del Valle, gran parte sirve para los efectos de coquerización, habiendo coques entre ellos que son de muy buena calidad (p.e. Cañaveralejo).

b) Calidad física.

La influencia tectónica en el cordón Carbonífero ha implicado que todo el carbón de esta faja se halla triturado, ~~ya hemos dicho~~ principio, ~~ya hemos dicho~~ la trituración se presenta comúnmente en la mina misma pero aumenta con la estadia del carbón al sol.

Debido a esta particularidad y a que aun no se han encontrado fajas en que la tectónica sea tranquila, la mayor parte del carbón del Valle se vuelve cisco y polvo. Esta circunstancia desde luego influye sobre la economía de las minas y sobre la economía de los consumidores. En las minas se pierde una gran cantidad del carbón explotado, debido a que el cisco no tiene sino un mercado muy reducido. De esta manera, la tonelada de carbón grueso cuesta bastante más de lo que costaría si el carbón se presentara compacto. Además el cisco y el polvo de carbón se pierden en los desmontes de las minas, donde los lleva el agua de las lluvias. -El consumidor por su parte, sufre los perjuicios de la trituración del carbón, posterior a la extracción de la mina. Este gasto seguramente se podría anular mediante la adaptación de las calderas a la combustión de cisco y polvo.

La inconsistencia del carbon del cordón Carbonífero podría dar lugar a dudas con respecto al valor comercial y a las economías de las minas. Sin embargo, la reducción del precio de carbon grueso a 4,5\$ por metro cúbico y del precio del cisco a 2,00\$, puesto en el Ferrocarril (Febrero de 1932) demuestra que, aun sin refinación, el carbon se puede producir a precios muy bajos y con algun rendimiento neto para el empresario. Este mismo hecho indica que las demas condiciones del carbon referido deben ser buenas, así la calidad química, el grosor de los mantos, la resistencia de los respaldos y la dirección técnica y administrativa de las minas. Si en las actuales condiciones, el carbon vallecaucano deja algun rendimiento o permite obtener ganancias mínimas que aseguren la conservación de las minas, se puede suponer que, aplicándole los métodos mejores y más adecuados de refinación, será un buen negocio

6) Cantidad de carbon en la sección de Timba a Cali-Golondrinas.

SOBRE EL NIVEL DEL PLANO DEL VALLE.

La zona de Timba a Cali-Golondrinas, mas la sección contigua del plano del Valle, debe considerarse como propia zona carbonífera del Departamento. Las demas regiones ~~no ofrecen~~ del Valle no ofrecen estas ventajas, en especial la que queda al Norte de Sevilla, donde vuelve a aflorar vastamente el piso del Cauca, pero con desarrollo débil de los mantos de carbon, a juzgar por las informaciones obtenidas. La región de Sevilla al río Sonso solo ofrece lignitas (salvo en contados puntos donde apenas alcanza a asomar el piso del Cauca). Al Sur del río Sonso, siguiendo el borde de la Cordillera Central hasta el límite del Depto. en el río Desbaratado, no asoma la formación carbonífera ni la lignítica.

En vista de estas condiciones, restringiremos nuestra apreciación al carbon de la faja de Timba a Cali-Golondrinas quedando entendido que dicha faja se prolonga en dirección Sur hasta mas al Sur de Tambo en el Depto. del Cauca.

La faja carbonífera de Timba hasta Cali-Golondrinas mide 60 kms de longitud.

La cantidad de mantos ~~de carbon~~ explotables de carbon que se presenta en esta longitud seguramente sube a 8 hasta 10. Pero como hay motivos para suponer que algunos de ellos se supriman o se debiliten en algunos trayectos por razones genéticas o tectónicas, ~~no~~ reduciremos la cantidad de mantos de carbon a cinco con un espesor total de 5 m, advirtiendo que siempre hay un manto que presenta una magnitud media no menor de 1,70.

La altura de explotación que tienen los mantos en la región faja citada, varia mucho. Como término medio y teniendo en cuenta la gran altura de explotación en la región de Timba hasta el río Guachinte y de ahí todavía hasta la ribera septentrional del río Pance, adoptaremos la cantidad de 300 m. Esta cantidad se puede sostener mejor aun, si se tiene en cuenta que la inclinación solo es vertical en ciertos trayectos y que en lo demas muestra muchas vueltas.

Como densidad del carbon adoptaremos el valor de 1,2.

La cubicación de esta cifra (60 000 por 300 por $\frac{1}{5}$ por 1,2) da la cantidad de

108 000 000. -de toneladas, siendo esta la cantidad explotable sobre la superficie del plano del Valle.

Segun otros cálculos hechos con respecto a la cantidad de carbon explotables desde Cali-Golondrinas hasta El Playón, se puede contar con una cantidad de unas 500 000 000 de toneladas, situadas en condiciones de transporte mas o menos económico hacia el Ferrocarril. Dicha cantidad que incluye el carbon situado en el subsuelo del altiplano de Popayan desde Morales al Sur, se refiere al carbon explotable con socavones con boca de sol, los cuales parten ya sea del plano del Valle, ya sea del nivel del río Cauca y del Piendamó en la región del Playón.

d) Respaldos de los mantos y sistema de explotación.

Las minas que actualmente están en explotación son las de Golondrinas, las del cerro de Las Cruces, la del Cañaveralejo y las que quedan al Norte de este río, la de Los Chirros (FC del Pacífico), la de Las Cañas y la de Timba (Santa Bárbara).

Los estudios en estas minas (salvo las del lado Norte del Cañaveralejo) que todavía no se visitaron demuestran que los respaldos en sí son buenos y que aun hay grandes trayectos que se han sostenido por años con grandes vacíos. Las partes peligrosas solo se hallan en aquellas partes donde mana agua, circunstancia que también vale para las cruzadas. - Se comprende que esta apreciación solo vale para el interior de las minas, no para las entradas de los socavones y de las guías, donde el terreno está descompuesto.

A pesar de que los respaldos favorecen la economía de la labor, sévase que el gasto en madera es considerable, máxime que, por falta de selección de las especies de maderas, hay que cambiar las puertas cada medio año aproximadamente. El gran gasto de maderas en las minas evidentemente se relaciona con la explotación llamada de sobreguías, siendo que estas generalmente se colocan a unos 4 o 5 m una encima de otra. Como los mantos están verticales y como las cintas de arcilla carbonácea (urgue) se desmorronan con facilidad, la sección entre una y otra sobreguía comienza a ceder y obliga a poner las puertas muy cerca una de otra, en muchos casos a 20 y 30 cms de distancia.

Para obviar este gasto, convendría aplicar el sistema de explotación en bloques, vaciando los mantos desde un confin o límite de las galerías a otro. El trabajo requiere naturalmente cuidado y no se podrá explotar un manto que queda debajo de otro antes de que este no se haya vaciado, siendo que la explotación del manto inferior en primer término implicaría el aflojamiento del respaldo y del carbon del manto superior.

En lo demás hay que reconocer que los trabajos de la actualidad se están llevando a cabo en condiciones satisfactorias, mejores en término medio que los trabajos en general de la Cordillera Oriental.

e) Conveniencia de la información geológica y técnico-minera.

Por falta de conocimientos geológicos y técnicos, muchos trabajos de exploración han sido hechos dispendiosamente y aun muchos se han perdido. En una industria incipiente como lo es la carbonífera del Valle, conviene que el Gobierno Departamental proteja las actividades respectivas, siendo que la industria carbonífera de este Departamento seguramente será el renglón que en el futuro próximo marchará tras la agricultura.

En nuestras exploraciones hemos visto cuán difícil es la comprensión de las complicaciones tectónicas que se presentan en los mantos de carbon. Por experimentado que esté un capitán o un cabo de minas en esta clase de trabajos no podrá sobreponerse a los problemas que ofrecen. Además hemos visto que las cruzadas van diagonalmente al rumbo, perdiéndose el camino más corto que es la normal al rumbo. De ninguna mina hemos podido obtener un plano, en especial uno que muestre las diferencias de niveles. Por causa de explotación inadecuada se han perdido grandes cantidades de carbon. Las condiciones en que están los desagües de las minas implican la pérdida de grandes cantidades de madera y la corrosión de los rieles, etc.

A raíz de estas consideraciones creemos nuestro deber de recomendar al Gobierno Departamental que contrate un geólogo experto en minería de carbon o un ingeniero de minas muy experto en geología para que supervigie los trabajos particulares y sirva a la economía de la minería del carbon. La labor de un técnico de esta índole será tanto más necesaria tan pronto como se pueda exportar carbon por la vía de Buenaventura.

Condiciones de transporte.

La faja de Cali-Colondrinas hasta Timba se halla al Oeste de la línea del Ferrocarril que conduce de Cali al Sur y al Norte. Por este concepto, la situación de los yacimientos de carbon se puede considerar favorable. Las minas al Sur y al Norte del Cañaveralejo y las minas de Los Chorros tienen además ramal carretable propio que los comunica con la carretera de Cali al Sur y con los talleres de Chipichape, donde se recibe el carbon que aduere el FC del Pacifico en la zona caleña. El flete por metro cubico de carbon desde Los Chorros hasta Chipichape (11 a 12 kms aproximadamente) es de 0.70 \$, para citar un ejemplo. El valor de este flete es mas o menos igual y en algunas partes algo mas bajo que el precio de extraccion del metro cubico de carbon desde el manto hasta la boca de mina, sin sarandear. Se vé pues que hay una desproporcion de precio entre la produccion en la mina y el transporte desde la mina al lugar de consumo o de almacenamiento. Mas grave es la desproporcion en las minas alejadas de Cali que no disponen de carreteras hasta las estaciones del ferrocarril. El flete no baja de 1,5 hasta 2,00\$ por tonelada. En comparacion con el precio de 4,5\$ que se paga por carbon al metro cubico de carbon grueso, el flete es excesivo, debiendo advertirse que los fleteros no obtienen ganancia apreciable con el precio de transporte.

Uno de los requisitos principales para impulsar la produccion de las minas de carbon del Valle es el abaratamiento de los transportes. Este se puede conseguir mediante la construccion de ramales desde la línea férrea hacia el pié de los cerros y mediante la construccion de caminos carretables hasta los sovavones. Se comprende que la construccion de ramales ferroviarios solo se podrá hacer en el caso de que se pueda garantizar cierta cantidad de carbon mensual por un espacio largo del tiempo, máxime que el Ferrocarril del Pacifico ha rebajado el flete para el transporte de carbon a 1 ct./km para la region del plano y a $\frac{1}{2}$ ct/km para el transporte a Buenaventura.

Compactacion y refinacion del carbon.

La cantidad de carbon disponible en el Valle y el actual precio de venta del carbon demuestran que el transporte de carbon a Buenaventura para el consumo de los vapores que tocan ese puerto y para la exportacion a otros paises es factible. Sin embargo, como el carbon es demasiado ciscoso, no tendria aceptacion en los vapores y en los mercados extrajeros, a pesar de su alto valor calorífico.

Para ser exportable, el carbon del Valle debe briquetarse indispensablemente. La briquetacion con la ayuda de aglutinantes implicaria un aumento considerable del costo de los briquetes en comparacion con el costo del carbon. La destilacion parcial a baja temperatura ~~del~~ del carbon abarataria considerablemente el costo y haria mas factible la exportacion. Sin embargo hay un método moderno, mas económico que los demás y que hemos tenido ocasion de conocer de cerca por sus resultados. Este sistema es el de briquetacion Delkeskamp. Mediante dicho sistema no solo se obtiene una excelente calidad de briquetes sino tambien un sobrante de alquitranes que paga el precio de elaboracion del briquete y la amortizacion del costo de la planta. Los briquetes hechos segun este sistema en Alemania ~~son~~ son de la mejor clase y en el Valle se tiene la ventaja de que, para mejorar el valor calorífico del briquete en comparacion con briquetes de otra procedencia, se les puede mezclar antracita, obteniéndose así el briquete de antracita. Los alquitranes y los demás derivados tienen su mercado como lubricantes y para otros usos en los ferrocarriles y otras instalaciones.

Cali-Los Chorros, 14 de Febrero de 1931

Benjamin Alvarado
Ingeniero Geólogo del Depto de Minas y Petróleo

Eugen Hubach
Geólogo