

**MINA DE CARBON "LA VIEJA", MUNICIPIO DE ZIPAQUIRA,
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA**

(con 8 gráficos)

POR
HERNAN RESTREPO
GEOLOGO

INFORME No. 1297

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
BOGOTA, 1961

CONTENIDO:

Ilustraciones	199
Resumen	201
Introducción	203 204
Geografía	205
Geología	206 209
Carbón	209 212
El yacimiento	212 215
La mina	215 217
Conclusiones	217
Etapas de desarrollo y explotación intensiva	219
Recomendaciones	219

ILUSTRACIONES

- Plancha N° 1. Plano geológico y localización de la mina de carbón La Vieja, Zipaquirá, Departamento de Cundinamarca. Escala 1:25.000.
- Plancha N° 2. Corte geológico A-B de la mina de carbón La Vieja. Escala 1:25.000. Complemento de la plancha N° 1.
- Plancha N° 3. Plano geológico y localización de la mina de carbón La Vieja. Escala 1:5.000.
- Plancha N° 4. Diagrama de secciones del yacimiento de carbón de la mina La Vieja. Escala 1:5.000. Complemento de la plancha N° 3.
- Plancha N° 5. Columna estratigráfica de la mina de carbón La Vieja. Escala 1:5.000.
- Plancha N° 6. Mina de carbón La Vieja (plano de la "mina nueva"). Escala 1:1.000.
- Anexo Fig. 8. Interpretación estratigráfica palinológica. (Autor: Th. v. d. Hammen, Paleobotánico del Servicio Geol. Nal.).

RESUMEN

La mina de carbón La Vieja se encuentra situada en la vereda El Empalizado, límite Noroccidental del Municipio de Zipaquirá con el Municipio de Pacho (Departamento de Cundinamarca, Colombia), a 55 kilómetros en línea recta al Norte de Bogotá; 25 kilómetros por la carretera de Zipaquirá a Pacho.

El área comprendida en el presente informe es aproximadamente de 25 kilómetros cuadrados, dentro de los cuales se estudiaron en detalle 176 hectáreas, 92 de ellas pertenecientes a Marco T. Fernández.

Los mantos de carbón de la mina La Vieja se encuentran en la parte inferior de la formación Guaduas, que corresponde a la Zona A del Maastrichtiano (v. der Hammen, 1957).

La estructura del yacimiento es un monoclinal con rumbo regional N 25 E y buzamiento de 45-60° al SE. Dicho monoclinal corresponde al flanco occidental del sinclinal del río Frío y a su vez al flanco oriental del anticlinal de La Vieja (se menciona por primera vez).

El carbón es brillante, de tipo "atrilo-vitrain", bituminoso, coquizo fácilmente alrededor de 70%, de poco contenido de azufre; su poder calorífico es de 6.000 a 8.000 calorías/gramo.

El espesor de carbón en las diferentes vetas explotables actualmente (5) oscila entre 0.65 y 1.85 metros. Las reservas totales de carbón de la mina La Vieja son aproximadamente 3.4 millones de toneladas, de las cuales 1,8% son reservas probadas, el 3,5% son reservas probables, y el resto, 94,7%, son reservas posibles.

Se describe el estado actual de la mina. Se dan ciertas conclusiones y varias recomendaciones.

INTRODUCCION

A la Dirección del Servicio Geológico Nacional, dependencia del Ministerio de Minas y Petróleos, fue presentada por el propietario y el ingeniero-administrador de la mina de carbón La Vieja, una solicitud para el estudio geológico y evaluación de las reservas de dicha mina, la cual está situada a 55 kilómetros en línea recta al N de Bogotá (Observatorio Astronómico Nacional). El área comprendida en el presente informe es aproximadamente de 25 kilómetros cuadrados (véase plancha N° 1), dentro de los cuales se estudiaron en detalle 176 hectáreas (plancha N° 3).

Vías de comunicación. La carretera que de Bogotá conduce a Puerto Salgar, frente al puerto de La Dorada en el río Magdalena, de una distancia aproximada de 210 kilómetros, sirve para unir las poblaciones de Zipaquirá y Pacho (Departamento de Cundinamarca), distantes 40 kilómetros por una carretera macadamizada y de montaña. La carretera entre Bogotá y Zipaquirá está pavimentada, todo el trayecto es plano, es de intenso tránsito y tiene una distancia aproximada de 50 kilómetros. De Pacho a Puerto Salgar la carretera es de montaña y macadamizada; tiene una distancia aproximada de 120 kilómetros.

A 22 kilómetros de la población de Zipaquirá, por la carretera que conduce a Pacho, se aparta un carretable de 3.5 kilómetros en dirección E, a lo largo de la quebrada La Vieja, el cual sirve de acceso a la mencionada mina.

Reseña histórica. No se sabe con exactitud desde qué año se conocieron y se empezaron a explotar en la región las minas de carbón. Desde 1823 el geólogo alemán Jacobo Wiesner estableció unos trabajos para explotar los minerales de hierro en la región de Pacho; posiblemente la mina de carbón La Vieja, al E de la población de Pacho, era ya conocida en esa época.

De 1940 a esta parte se han aumentado un poco los trabajos de exploración y de explotación en pequeña escala, llegando en la actualidad la producción de carbón a cerca de 850 toneladas por mes.

En la región existen otras minas de carbón: El Bosque, continuación al N de la mina La Vieja, y La Piñuela, 4 kilómetros al SW de la mina La Vieja.

Investigaciones anteriores. Ninguna de las investigaciones geológicas anteriores estuvo dirigida al estudio detallado de la mina de carbón La

Vieja; sin embargo, los geólogos Vicente Suárez, Benjamín Alvarado y Roberto Sarmiento (del Servicio Geológico Nacional), la mencionan en los estudios que sobre regiones adyacentes efectuaron (Informes 401, 455 y 710 del S. G. N.).

Trabajos de campo. Durante los días 22, 23 y 24 de abril de 1958, el suscrito, acompañado por el ingeniero-administrador de la mina La Vieja, quien prestó toda su colaboración en la ejecución de los levantamientos topográficos, llevó a cabo los siguientes trabajos: a) reconocimiento general del área de la mina y la región adyacente; b) levantamiento a tránsito del plano de la "mina nueva"; c) levantamiento a plancheta de la sucesión estratigráfica presente, encima de la Formación Guadalupe, que comprende la Formación Guaduas y la parte inferior de la Formación Bogotá; y d) medida de los espesores de los mantos y obtención de muestras de carbón. Como base topográfica sirvieron: las planchas 208-IV-B y 209-III-A en escala 1:25.000; y las fotografías aéreas, fotos 991 y 992 vuelo C-421 del trabajo 12A, del Instituto Geográfico de Colombia "Agustín Codazzi".

Agradecimientos. El suscrito se muestra reconocido y agradece las atenciones, cooperación y hospitalidad que el ingeniero-administrador de la mina La Vieja, Raúl Obando R., le brindó, así como el propietario y demás empleados de la mina. Se reconoce debidamente al personal del Servicio Geológico Nacional que en una u otra forma contribuyó al presente estudio y a la elaboración de este informe.

GEOGRAFIA

La mina de carbón La Vieja se encuentra situada en la vereda El Empalizado, límite noroccidental del Municipio de Zipaquirá con el Municipio de Pacho, pertenecientes ambos al Departamento de Cundinamarca (Colombia).

Los terrenos de la mina La Vieja son un área montañosa, comprendida entre los niveles de 2.900 a 3.100 metros de elevación. Toda el área corresponde en parte al flanco occidental de la cuchilla del Paraíso (lado occidental de la cuenca del río Frío, vereda del Páramo de Guerrero, Zipaquirá); las pendientes son aproximadamente del 40 por ciento o menos. La morfología está caracterizada además por la cuchilla de La Vieja (prominente escarpe resultante de la resistencia a la erosión de las areniscas superiores de la Formación Guadalupe) situada al W de los terrenos carboníferos.

El principal drenaje de la región lo constituye el río Negro (afluente oriental del río Magdalena), cuyas aguas corren en dirección E-W, desde el N de la población de Pacho hacia su desembocadura. Uno de sus afluentes, el río Batán, el cual corre en dirección SE-NW, recibe las aguas de la quebrada La Vieja, cuyo nacimiento se origina en los terrenos de la mencionada mina.

El clima es generalmente agradable: frío, poco húmedo y algunas veces los vientos occidentales hacen elevar unos pocos grados la temperatura. A diez kilómetros en dirección N 63 W se encuentra la población de Pacho (1.850 metros de elevación), donde el clima es templado. Más al W de Pacho el clima es caliente. Al E de la mina la región es de clima paramuno (3.200-3.450 metros de elevación).

En los mercados de la población de Pacho se encuentran con facilidad diferentes y abundantes productos agrícolas, desde los obtenidos en los climas cálidos, hasta los producidos en los climas fríos y paramunos.

Las maderas que actualmente utiliza la mina en sus trabajos, eucaliptus y pinos, se consiguen fácilmente en la región; pero al incrementar su uso con una explotación en grande escala, posiblemente surgiría el problema del abastecimiento de madera, la cual se tendría que transportar de la región al W de Pacho. Recientemente se han sembrado más de 10.000 eucaliptus en el área de la mina La Vieja.

GEOLOGIA

Estratigrafía.

En la región entre Pacho y la cuenca del río Frío se encuentran los sedimentos cretáceos marinos de la Formación Guadalupe (Turoniano a Maastrichtiano Inferior), superpuestos por los sedimentos lacustres con mantos de carbón (Maastrichtiano Medio y Superior) y las arcillas intercaladas con areniscas del Terciario Inferior. En las planchas Nos. 1 y 2 se muestran los sedimentos pertenecientes a la parte media y superior de la formación Guadalupe; la formación Guaduas, y la parte inferior de la formación Bogotá. Así:

Km. *Coniaciano*. Formación Guadalupe media inferior: esquistos calcáreo-arcillosos con bancos de calizas silicosas y algunas lilitas en la base; en la parte superior aparecen una serie de lilitas de color amarillento, estratificadas en capas delgadas.

Kms. *Santoniano Campaniano*. Formación Guadalupe media superior: en la base se presentan algunas margas y arcillas margosas; en la parte superior aparece una serie de lilitas estratificadas en capas más gruesas que las del Km.

Ks. *Maastrichtiano Inferior*. Formación Guadalupe superior: arcillas esquistosas calcáreas en la parte inferior y "arenisca tierna" en la parte superior.

Ko. *Maastrichtiano Medio y Superior*. Formación Guaduas inferior y media: 570 metros de espesor, arcillas lidíticas y arcillolitas silíceas con mantos de carbón.

Mantos de carbón explotados en la mina La Vieja.

T₁ *Paleoceno*. Formación Guaduas superior y Formación Bogotá inferior: 105 metros de arcilla rojiza, 20 metros "areniscas Cacho", 385 metros de arcilla rojiza y amarillenta intercalada con mantos de arenisca arcillosa.

T₂ *Eoceno Inferior*. Formación Bogotá media: aparece un conglomerado de granos redondeados de lilitas y areniscas de un espesor de 8 metros, superpuesto por areniscas arcillosas (cuenca del río Frío).

La *interpretación estratigráfica-palínológica*, hecha por Th. v. d. Hammen (véase anexo Fig. 8), basada en sus estudios efectuados sobre la Sabana de Bogotá, señala el límite Maastrichtiano Paleoceno en la columna de La Vieja, 105 metros por debajo de la "Arenisca Cacho" (de 20 metros de espesor). Agrega que en el sedimento superior analizable (carbón 16C, muestra 185), el porcentaje de "Monocolpites medius" alcanza su máximo en la curva del diagrama-palínológico y que empiezan a aparecer los primeros especímenes de "Proxapertites operculatus". En la curva del diagrama-palínológico del Maastrichtiano se presentan otros tres aumentos del grupo de "Monocolpites medius", lo cual ha servido para dividir el Maastrichtiano en tres zonas: Zona A, la parte inferior; Zona B,

la parte media; y Zona C, la parte superior. *Viniendo a corresponder los mantos explotables de la mina La Vieja a la Zona A del Maastrichtiano* (V. D. HAMMEN 1957).

Sucesión estratigráfica. Del levantamiento de la sección geológica, medida en dirección E-W desde la quebrada La Vieja, incluyendo la "mina Nueva", y llegando hasta el nivel 3.200, se obtuvo la siguiente sucesión (de la parte superior a la inferior; véase plancha N° 5) :

Muestra N°	Manto de carbón	Espesor en mts	Litología
		8.00	Conglomerado superpuesto por areniscas arcillosas. Base del Eoceno inferior.
		385.00	Arcillas rojizas y amarillentas intercaladas por mantos hasta de 5 mts de areniscas arcillosas, algo resistentes a la erosión.
		20.00	Arenisca Cacho. Maciza de grano fino.
		105.00	Arcillas rojizas. Base del Paleoceno.
HR-185	16C	0.30	Carbón. No explotable.
		62.00	Arcillolitas silíceas. Grises que se meteorizan a amarillas, capas de arcillas negras.
HR-183	15C	0.45	Carbón.
		4.90	Arcillolitas silíceas. Grises.
HR-182	14C	0.60	Carbón.
		235.00	Arcillas silíceas. Grises oscuras, intercaladas con pizarras carbonáceas y areniscas de poco espesor. No puede asegurarse la ausencia de mantos de carbón.
HR-181	13C	11.20	Carbón. Cerro del alto de La Virgen (monumento). <i>Veta La Virgen.</i>
		16.80	Arcillas grises. Meteorizadas son amarillas.
HR-180	12C	0.30	Carbón. No explotable.
		118.00	Arcillas. Cubierto en gran parte. No puede asegurarse la ausencia de mantos de carbón.
HR-179c	11C	0.40	Carbón. Parte superior de la <i>veta 4.</i>
		0.70	Solapa. Arcillolita carbonácea.
HR-179c	10C	0.30	Carbón. Parte inferior de la <i>veta 4.</i>
		9.60	Arcillolita silícea. Color gris oscuro.
HR-178	9C	1.15	Carbón. Parte superior de la <i>veta 3.</i>
		1.40	<i>Variando a 0.60 mts.</i> Solapa. Arcillolita carbonácea.
HR-177	8C	0.70	Carbón. Parte inferior de la <i>veta 3.</i>
		5.10	Arcillolitas silíceas. Grises, ligeramente arenáceas.
	7C	0.35	Carbón. No explotable.
		9.30	Arcillolita silícea gris.
	6C	0.60	Carbón. Parte superior de la <i>veta 2.</i>
		1.00	Solapa. Arcillolita carbonácea.

Muestra N°	Manto de carbón	Espesor en mts	Litología
HR-176	5C	0.80	Carbón. Parte inferior de la <i>veta 2</i> .
		3.70	Arcillolitas silíceas, algo carbonáceas.
HR-175	4C	0.30	Carbón. No explotable.
		19.00	Arcillolitas silíceas.
HR-174	3C	0.35	Carbón. No explotable.
		1.80	Arcillolita carbonácea.
HR-173	2C	0.14	Carbón. No explotable.
		5.50	Arcillolitas y algunos mantos delgados de liditas.
HR-172	1C	1.00	Arcillolita carbonácea.
		0.65	Carbón - <i>Veta 1</i> .
Total medido	...	66.00	Arcillas lidíticas. En parte laminadas y con algunas pequeñas intercalaciones de arenisca.
		1.077.69	"Arenisca tierna". Parte superior de la Formación Guadalupe.
de los cuales los últimos 569.69 mts corresponden al Maastrichtiano de la Formación Guaduas.			

Geología estructural (véanse planchas Nos. 1 y 2).

La mina La Vieja se encuentra en un monoclinal, cuyo rumbo regional es N 25 E, y buzamiento 45° a 60° E. Este monoclinal es el flanco occidental del sinclinal del río Frío (SUÁREZ, H., 1947) y a su vez el flanco oriental del anticlinal de La Vieja (se menciona por primera vez).

El sinclinal del río Frío es una importante cuenca carbonífera que se extiende en dirección N-S desde 12 kilómetros al N de la mina La Vieja hasta la población de Tabio (16 kilómetros al SE de la población de Zipaquirá); su amplitud es variable; numerosas fallas transversales se encuentran en él. Dicha cuenca empieza al S con el yacimiento del Llano de Animas (SCHEIBE, R., 1933), hacia el N continúan en el flanco oriental los yacimientos de Teruel, La Vieja y El Bosque.

El anticlinal de La Vieja es asimétrico; su flanco occidental muestra buzamientos más fuertes que los del flanco suroriental; su eje tiene una dirección SE-NW enterrándose al SE; hacia el NW el eje pasa a unos 2 kilómetros al N de la población de Pacho. La parte N del sinclinal de Subachoque empieza en el alto La Piñuela, flanco suroriental del mencionado anticlinal.

Entre las fallas transversales que cortan el sinclinal del río Frío está la *falla del río Frío*, la cual es el límite S de la mina La Vieja. Esta falla es de cabalgadura, posee una dirección NNW mostrando a la vez un desplegamiento horizontal de más de 1.000 metros; el bloque suroccidental ha subido y se ha desplazado al SE en relación al bloque nororiental (los terrenos de la mina La Vieja). Asociada a la falla del río Frío, ya descrito, se halla otra de mayor importancia, la *falla de La Vieja*, a 300 me-

tros al N del eje del anticlinal de La Vieja y paralela a dicho eje (dirección SE-NW), la falla es también de cabalgadura; el bloque nororiental subió con relación al bloque suroccidental. Ambas fallas se unen a 1 kilómetro al S de la mina La Vieja. En el lado inferior izquierdo de la plancha N^o 1 se muestra una falla transversal en la parte superior de la formación Guadalupe.

TRABAJOS DE REFERENCIA

- SCHEIBE, R. (1933). — Informe sobre los yacimientos de carbón en las haciendas de San Jorge y Llano de Animas, en el Municipio de Zipaquirá, *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*. Tomo I, pp. 13-59, Bogotá.
- SUÁREZ H., VICENTE (1947). — Reconocimiento geológico del sitio para proyecto de embalse del río Frío, Municipio de Zipaquirá (Departamento de Cundinamarca), *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*. Tomo VIII, pp. 133-147, Bogotá.
- BÜRGL, H. (1957). — Biostratigrafía de la Sabana de Bogotá, *Bol. Geol.*, vol. V, N^o 2, pp. 113-185, Bogotá.
- V. D. HAMMEN (1957). — Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá (Cordillera Oriental de Colombia), *Bol. Geol.* vol. V, N^o 2, pp. 189-203, Bogotá.

CARBON

Generalidades.

Las evidencias geológicas proveen actualmente una amplia justificación, para creer que el carbón se ha formado de los residuos de las plantas vegetales terrestres. Los principales constituyentes del material de las plantas son la *celulosa* y la *lignina*, además de una gran variedad de componentes menores —proteínas, aceites esenciales, ácidos orgánicos y sus sales, taninos, etc.—, que entran en la composición de la materia vegetal. La fórmula empírica de la celulosa es $C_6H_{10}O_5$, y la de la lignina es aproximadamente $C_{12}H_{18}O_9$; así que ellas no difieren esencialmente en las proporciones relativas de carbono, hidrógeno y oxígeno. La estructura de la lignina es, sin embargo, aromática —anillos de átomos de carbono, como el anillo de benzeno— en contraste a la naturaleza alifática de la celulosa. Considerando esto, algunas autoridades creen que la lignina es la principal sustancia productora del carbón, porque los productos derivados del carbón son principalmente aromáticos. Además, la lignina es resistente al ataque efectuado por microorganismos, en tanto que la celulosa es fácilmente descompuesta en dióxido de carbono, metano y ácidos alifáticos. También se ha demostrado que la celulosa puede convertirse en compuestos aromáticos bajo condiciones similares a aquellas que se cree existieron durante la formación del carbón. Naturalmente la formación del carbón implica algo más que la transformación de la celulosa y la lignina, pues ni la una ni la otra contienen nitrógeno, y los compuestos nitrogenados son constituyentes del carbón. Algunos de ellos pueden haberse derivado

de componentes menores, tales como las proteínas de las plantas; pero el contenido de nitrógeno del carbón es relativamente alto comparado con el de la mayoría de las plantas. Se ha sugerido que las bacterias juegan un papel importante en el primer período de la formación del carbón, ya que el contenido de nitrógeno en las bacterias es mayor del 13%.

Se cree generalmente que la transformación de sustancia vegetal a carbón consta de dos períodos: uno bioquímico y otro metamórfico. Durante el período bioquímico, los microorganismos son de gran utilidad en la reorganización de la materia orgánica. Este período termina eventualmente cuando las condiciones llegan a ser impropias para la actividad bacteriana, ya sea por nuevas depositaciones de sedimentos inorgánicos o por el desarrollo de condiciones tóxicas dentro de la materia orgánica. Después, el período metamórfico es el responsable de la carbonización, por la acción de la temperatura y de la presión.

El período bioquímico puede ser importante para determinar el tipo fundamental de carbón. Las plantas son en su totalidad similares en su composición química, por lo tanto parece improbable que las diferentes clases de carbón puedan ser atribuidas a las variaciones en la vegetación, de la cual fueron formadas. Posiblemente bajo un conjunto de condiciones celulosas o bajo otro conjunto ligninoso, pueda formarse un carbón rico en compuestos alifáticos, y otro, rico en compuestos aromáticos.

El cambio progresivo de madera a carbón puede ser fácilmente estudiado por medio de análisis químicos. La siguiente tabla da la composición promedia de la madera, la turba y tres rangos sucesivos de carbón.

LA COMPOSICION PROMEDIA DE LOS COMBUSTIBLES

	C	H	N	O
Madera	49.65	6.23	0.92	43.20
Turba	55.44	6.28	1.72	36.56
Lignito	72.95	5.24	1.31	20.50
Carbón bituminoso	84.24	5.55	1.52	8.69
Antracita	93.50	2.81	0.97	2.72

El rango es una medida del grado de metamorfismo al cual ha estado sometido el carbón. Se han hecho varias sugerencias respecto a los factores geológicos que han determinado el rango de un carbón. Algunos de ellos son: 1) la duración de tiempo desde su deposición (los carbones paleozoicos son generalmente de rango alto, mientras que los carbones terciarios son de rango bajo), pero se conocen muchas excepciones y actualmente se cree que el tiempo tiene una influencia indirecta sobre el rango; 2) la acción del calor, de los movimientos terrestres o de las intrusiones ígneas; 3) la presión resultante de la compresión durante los plegamientos y fallas, y 4) el aumento de presión y temperatura resultante de la profundidad de depositación. Este último factor es fácilmente evaluable y se ha formulado en una regla (la regla de HILT): "En una serie de mantos de carbón, el carbono fijo aumenta y la sustancia volátil disminuye con la profundidad". Esta regla ha sido aplicada en muchas cuencas de carbón de los Estados Unidos, y la disminución de la sustancia volátil es generalmente

del orden de 0.4% - 0.8% por cada 100 pies de descenso. En la mina La Vieja (ver análisis de carbón de la región de Pacho) la disminución de la sustancia volátil es de 2.62% por 15 metros de descenso entre las vetas 3 y 2. Naturalmente la regla de Hilt puede solamente constatarse donde el metamorfismo ha sido el principal factor.

Químicamente el paso de madera a antracita es principalmente un aumento en el contenido de carbono y una disminución del contenido de oxígeno. El hidrógeno también decrece pero menos rápidamente. El proceso es esencialmente de *reducción*. La relación (en porcentaje de peso) H:O, el cual en la celulosa es de 1:8, en la madera 1:7, aumenta a 1:1 en la antracita.

El plan general, tratado anteriormente, da un informe empírico de la transformación de las plantas vegetales a carbón. Las investigaciones recientes concluyen en que la constitución química del carbón indica que la materia que los constituye consiste esencialmente de sustancias orgánicas complejas de alto peso molecular. El estudio de los productos derivados por la destilación del carbón muestra que estos compuestos son principalmente aromáticos y que el grado de aromatización parece que aumenta con el rango; la aromatización completa es alcanzada finalmente en el grafito. El nitrógeno puede estar presente en los grupos aminoidales o sustituyendo el carbono en los anillos estructurales. La evidencia de las reacciones químicas del carbón sugiere que el carbono en los sistemas de anillos se halla fuertemente saturado, esto es, que los anillos son nafténicos y, además, que predominan los anillos de seis miembros.

Origen de los carbones de Cundinamarca. PABA SILVA (1946) concluye de sus estudios microscópicos en que aparentemente los depósitos de carbón de Cundinamarca se formaron en condiciones genéticas similares a los depósitos de todo el mundo. Indica además que el nivel del agua subterránea durante la estación de verano era bajo (debido a la presencia de esclerocía) y que el material vegetal se componía de pequeñas porciones acumuladas de gimnospermas, coníferas, y ramas, raíces y hojas de plantas asociadas. Dando como resultado un carbón brillante de tipo *atríto-vitrain*.

Análisis de los carbones de la mina La Vieja. Los análisis de los carbones de la mina La Vieja, realizados en el Laboratorio Químico de Análisis e Investigación, sobre las muestras tomadas por la Comisión de Hierro (ALVARADO, B., 1946), muestran que dichos carbones son de tipo *bituminoso*.

ANÁLISIS DE CARBÓN DE LA REGIÓN DE PACHO

Nº Análisis	4759	4760	4757
% Humedad	1.66	1.68	1.10
% Cenizas	24.38	2.84	2.50
% Materias volátiles	20.96	23.58	15.42
% Carbón fijo	50.00	71.90	80.98
% Coque	74.38	74.74	83.48

% Azufre	0.52	0.48	0.60
% Nitrógeno	1.22	1.50	1.52
% Hidrógeno	4.95	7.55
Poder calorífico superior cal/gr. .	5.612	7.389	8.199

Bogotá, marzo de 1946.

4757. Veta 4. Mina El Bosque, camino Pacho-Tausa.
 4759. Veta 2. Mina La Vieja, M. T. Fernández, carretera Zipaquirá-Pacho.
 4760. Veta 3. Mina La Vieja, socavón Triana (“mina antigua”).

Como puede apreciarse, la cantidad de azufre de estos carbones es mínima, lo que hace que ellos o su coque sean aptos para su utilización en la industria siderúrgica.

TRABAJOS DE REFERENCIA

- REICHENBACH, R. (1934). — Contribución al conocimiento de los carbones de la Cordillera Oriental (cordillera de Bogotá). *Comp. Est. Geol. Ofic. en Colombia*, Tomo II, pp. 347-419, Bogotá.
- PABA SILVA, F. (1946). — Estudio microscópico de los carbones Eocenos de Cundinamarca, *Rev. Acad. Ciencias*, Vol. VII, Nos. 25/26, pp. 148-166, Bogotá.
- ALVARADO, B. (1946). — *Notas sobre yacimientos de carbón de la Cordillera Oriental* (vecinos a la futura planta siderúrgica de Paz de Río), Instituto de Fomento Industrial, Bogotá. Inédito.
- MASON, BRIAN (1952). — *Principles of Geochemistry*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

EL YACIMIENTO

Los terrenos de la mina La Vieja y los terrenos al N, pertenecientes a la mina El Bosque, son en sí un solo yacimiento en el cual no existen fallas tectónicas apreciables. Este yacimiento fue recorrido en unos 2 kilómetros al N de la mina La Vieja, y aunque los mantos de carbón no están completamente descubiertos en toda el área, se encontraron afloramientos que inducen a conceptuar que probablemente hay continuidad. Observaciones estereoscópicas de las fotografías aéreas (fotos 991 y 992 de la Faja O, correspondiente al vuelo C-421 del Trabajo 12A del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, Bogotá) que corresponden al mencionado yacimiento, allegan otro elemento investigativo más, para aseverar el concepto ya emitido.

Del yacimiento se explotan actualmente en los terrenos de la mina La Vieja las siguientes vetas de carbón (véase atrás sucesión estratigráfica):

- a) la *veta 1*, manto 1C, de 0.65 m de espesor.
- b) la *veta 2*, formada por los mantos 5C y 6C, de 0.80 y 0.60 m respectivamente, con una solapa intermedia de arcillolita carbonácea de 1.00 m de espesor.
- c) la *veta 3*, formada por los mantos 8C y 9C, de 0.70 y 1.15 respectivamente, con una solapa intermedia de arcillolita carbonácea de 1.40 m de espesor y la cual disminuye en algunas partes hasta 0.60 m.
- d) la *veta 4*, formada por los mantos 10C y 11C, de 0.30 y 0.40 m respectivamente, con una solapa intermedia de arcillolita carbonácea de 0.70 m de espesor.

Todo el carbón extraído es generalmente de un tamaño menor de 4 centímetros, con excepción del carbón de la veta 4, donde un 80 por ciento es mayor de 10 centímetros de diámetro.

Además de las vetas explotadas actualmente, existen otras vetas que podrían serlo, y son ellas:

- a) la *Veta La Virgen*, manto 13C, con un espesor de 1.20 m a una distancia, por cruzada horizontal en dirección S 65 W desde la veta 4, de 170 a 180 metros.

- b) los mantos 14C y 15C de 0.60 y 0.45 m respectivamente, explorados en antiguos trabajos abajo del nivel 3.100 m de elevación.

Los mantos de carbón de espesores menores de 0.35 m se consideran actualmente no explotables; sin embargo, ellos pueden presentar ensanchamientos que los hagan económicamente beneficiables.

Cubicación. La presente cubicación es un cálculo de las reservas probadas, probables y posibles, existentes en los terrenos de la mina de carbón La Vieja sobre el nivel 2.927 m de elevación. Dicho nivel corresponde a la altura del túnel ("mina nueva") actualmente en desarrollo y el cual sirve de desagüe natural. Aunque el nivel de desagüe natural no es el límite inferior para la explotación de un yacimiento, sí lo es para una explotación fácil en el transporte interno y sin los altos costos que implica un bombeo constante, en un área por debajo del nivel de aguas subterráneas. Es posible todavía obtener desagües naturales a niveles más bajos de 2.927 m de elevación, por medio de túneles y galerías; pero sus costos tendrían que estudiarse y compararse con los de un posible bombeo para la escogencia del sistema más económico en inversión y mantenimiento.

Los afloramientos de carbón trazados en la plancha N° 3 corresponden, en su orden de izquierda a derecha, a la veta 1, la veta 2, la veta 3, la veta 4, la veta La Virgen, los mantos 14C y 15C, y el manto 16C.

La cubicación se llevó a cabo sobre la plancha N° 3, dentro del paralelogramo marcado aa'ee', de un área total de 176 hectáreas, de las cuales corresponden 92 a la propiedad de Fernández, del lado occidental, y el resto, 84 hectáreas, a los vecinos del lado oriental. Del total de las 176 hectáreas, 58 occidentales no poseen carbón por encontrarse expuesta en ellas la formación Guadalupe (no carbonífera) subyacente a la formación Guaduas. En la plancha N° 4 se muestra un diagrama de 5 secciones verticales, perpendiculares a la dirección general de los estratos, indicando en ellas las inclinaciones observadas y superpuestas de las diferentes vetas de carbón.

RESERVAS EN LOS TERRENOS DE LA PROPIEDAD FERNANDEZ

A. *Reservas seguras* en la "mina nueva" explotables desde la falla del río Frío al S hasta el área explotada (plancha N^o 3) al N, del nivel 2.927 metros de elevación hacia arriba, así:

Veta	Manto	Espesor	Longitud	M ² explot. por veta	Volumen
1	1C				
2	5C	0.80	240.00	6.250	5.000
	6C	0.60	240.00	6.250	3.750
3	8C	0.70	350.00	16.000	11.620
	9C	1.15	350.00	16.000	19.020
4	10C	0.30	360.00	19.300	5.790
	11C	0.40	360.00	19.300	7.720

52.970 m³

$$52.970 \times 1.2 = 63.564.$$

Total de Reservas Seguras 63.500 toneladas.

B. *Reservas probables* debajo del área explotada de la "mina anti-gua", del nivel 2.927 al 2.960 metros de elevación.

Veta	Manto	Espesor	Longitud	M ² explot. por veta	Volumen
1	1C	0.65	450.00	18.500	12.025
2	5C	0.80	450.00	18.500	14.800
	6C	0.60	450.00	18.500	11.100
3	8C	0.70	450.00	18.500	12.950
	9C	1.15	450.00	18.500	21.275
4	10C	0.30	450.00	18.500	5.550
	11C	0.40	450.00	18.500	7.400

85.400 m³

$$85.400 \times 1.2 = 102.480.$$

Total de Reservas Probables, 102.000 toneladas.

C. *Reservas posibles:*

a) En la veta La Virgen, desde el nivel 2.927 metros de elevación hacia arriba.

Veta	Manto	Espesor	Longitud	M ² explot. por veta	Volumen
L. V.	13C	1.20	850.00	65.625	78.750

$$78.750 \times 1.2 = 94.500.$$

b) El borde nororiental hacia el N del área explotada, desde el nivel 3.080 hasta el 3.400 metros de elevación.

Veta	Manto	Espesor	Longitud	M ² explot. por veta	Volumen
1	1C	0.85	1.000	100.325	65.325
2	5C	0.80	1.000	77.500	62.000
	6C	0.60	1.000	77.500	46.500
3	8C	0.70	1.000	60.000	42.000
	9C	1.15	1.000	60.000	69.000
4	10C	0.30	1.000	40.000	12.000
	11C	0.40	1.000	40.000	16.000
					312.825 m ³

$$312.825 \times 1.2 = 375.390 \pm 375.500.$$

Total de Reservas posibles 470.000 toneladas.

RESERVAS POSIBLES
EN 84 HECTAREAS ORIENTALES A LA PROPIEDAD FERNANDEZ

desde el nivel 2.927 metros de elevación hacia arriba, así:

Veta	Manto	Espesor	Longitud	M ² explot. por veta	Volumen
1	1C	0.65	1.000	393.250	255.610
2	5C	0.80	1.000	416.250	333.000
	6C	0.60	1.000	416.250	249.750
3	8C	0.70	1.000	433.750	303.625
	9C	1.15	1.000	433.750	498.810
4	10C	0.30	1.000	453.750	136.125
	11C	0.40	1.000	453.750	181.500
L. V.	13C	1.20	1.000	303.000	363.600
					2.322.020 m ³

$$2.322.020 \times 1.2 = 2.786.424.$$

Total de otras Reservas posibles 2.780.000 toneladas.

LA MINA

Actualmente se extrae carbón de las nombradas "mina antigua" y "mina nueva"; el carbón extraído es totalmente coquizado en hornos de tipo colmena. Los hornos son de una capacidad aproximada de 4 toneladas de carbón por operación, cada una de las cuales demora 48 horas, obteniéndose aproximadamente 700 kilogramos de coque por tonelada de carbón. El calor y los gases producidos en los hornos se desperdician.

La "mina antigua", situada en la parte occidental de la quebrada La Vieja, se compone de dos galerías en dirección N 25 E, las cuales, con ayuda de otras guías, sirven para explotar las vetas 1 a 4 en una distancia aproximada de 450 metros de longitud, desde el nivel 2.960 metros de elevación, hacia arriba. El arranque se efectúa con simples picas de mano. El transporte interno del carbón se lleva a cabo en coches de madera que ruedan sobre rieles y son empujados por hombres. Una vez afuera el carbón, es depositado en el suelo, de donde se carga de nuevo en carretillas metálicas de mano, para llevarlo hasta los hornos de coque a una distancia de más de 100 metros.

La *mina nueva*, cuyo plano se muestra en la plancha N^o 6, se compone de una cruzada en dirección S 67 E en el nivel 2.927 metros (nivel del piso de la administración 2.950 metros); con una ligera pendiente que permite el desagüe hacia afuera. Dicha cruzada llega hasta la veta 4, con una longitud de 96 metros, cortando: a los 22 m la veta 1; a los 54 m la veta 2; y a los 83.5 m la veta 3. Todas las vetas tienen una dirección general de N 28 E. La veta 1 se explotó unos cuantos metros hacia el SSW; hoy no se explota. La veta 2 es trabajada por una guía que se extiende 124 m hacia el SSW y 56 m hacia el NNE; esta guía necesita una ventilación regulada para evitar las explosiones ocasionadas por la presencia de grisú; *ya han ocurrido algunas explosiones*. La veta 3 es trabajada por una guía que se extiende 133 m hacia el SSW y 140 m hacia el NNE. En la veta 4 se comienza la apertura de la guía correspondiente.

El transporte interno utiliza tolvas para el cargue de los coches, que son empujados por hombres hasta afuera, donde descargan el carbón en una tolva de 40 toneladas de capacidad. Esta tolva sirve para cargar por gravedad directamente los camiones que transportan el carbón al patio de los hornos, aproximadamente unos 300 metros de distancia. El material estéril extraído se deposita fuera de la mina.

Otros datos sobre la mina.

Organización.

Administración.

- 1 Ingeniero administrador.
- 1 Ayudante ejecutivo, mecánico.
- 1 Contabilista.

Obreros.

- 20 Mineros.
- 8 Cocheros.
- 4 Horneros.
- 8 Obreros de patio.

Costo por metro de avance en el Desarrollo.

Cruzada de transporte	\$ 120.00
Guía de transporte	60.00
Tambores de ventilación	30.00

Distribución del costo unitario de Explotación \$ 9.00/tonelada.

- 45% Arranque.
- 22% Entibado.
- 33% Transporte interno.

Mercado de la actual producción de coque. Aprox. 600 toneladas/mes.

- 65% Planta de Soda. Zipaquirá.
Concesión Salinas. B. de la R.
- 15% Fundiciones varias. Medellín.
- 10% Paz de Río (Boyacá).
- 7% Talleres de los FF. Nales.
- 3% Otros.

Conclusiones.

A. Que las reservas potenciales de carbón en los terrenos de la mina La Vieja (en la propiedad Fernández y 84 hectáreas orientales) son aproximadamente 3.4 millones de toneladas, de las cuales el 1.8% son reservas seguras, el 3.5% son reservas probables, y el resto, 94.7%, son reservas posibles.

B. Que la situación de la mina La Vieja es apropiada para compensar con carbón o coque la deficiencia de carga en los transportes entre Bogotá - Medellín y Bogotá - río Magdalena - Barranquilla.

C. Que la mina La Vieja puede explotarse sin problemas de bombeo, utilizando desagües naturales.

D. Que debido a la dirección y buzamientos de sus mantos de carbón, la mina La Vieja presenta condiciones apropiadas para aplicar en ella el método minero de pilares y tambores de explotación (véase esquema adjunto), utilizado originalmente por J. L. Williams en la mina Richard, Mt. Carmel, Pensilvania, Estados Unidos, con el cual se puede obtener una recuperación hasta del 90% del carbón de la mina, y consiste en la aplicación, durante sus diferentes etapas, de las siguientes normas:

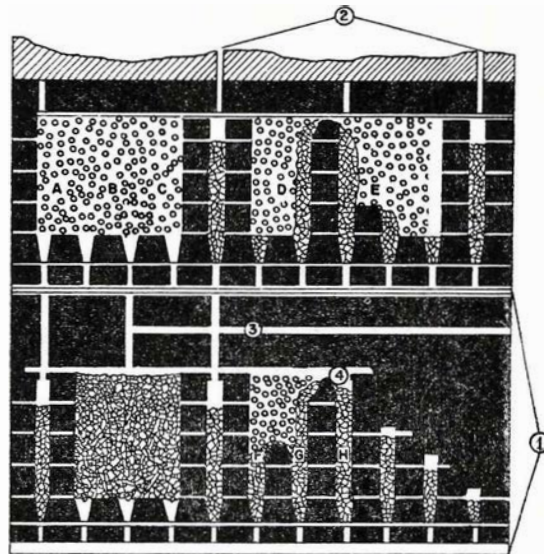
Etapas de Desarrollo y Explotación Restringida.

1) Aperturas de túneles y galerías de transporte cumpliendo las especificaciones técnicas de las pendientes, para el desagüe y el material rodante que se vaya a utilizar.

2) Apertura de tambores de explotación en las diferentes vetas de carbón, dejando pilares de un tamaño apropiado; y de pequeñas guías horizontales en diferentes niveles.

3) Entibado (colocación de madera) del área explotada en los tambores, con tacos de madera colocados a una distancia no mayor de 2 metros. Las guías mencionadas en el punto 2) se utilizan para el transporte de la madera y del personal a los frentes de trabajo.

ESQUEMA DEL METODO DE PILARES Y TAMBORES
DE EXPLOTACION PARA MINAS DE CARBON
CON MANTOS FUERTEMENTE INCLINADOS



A, B, C, D, —Pilares Explotados
E, F, G, H —Tambores de Explotación

- ① Galerias de Transporte
- ② Tambores para Ventilación y Entrada de Maderas
- ③ Pequeña Guia para el Personal de Arranque
- ④ Pequeña Guia para el Entibado

Etapa de Explotación intensiva.

4) Arranque del carbón de los pilares (robbing pillars) en niveles que vayan descendiendo poco a poco, lo cual es posible cuando el techo haya sido completamente sostenido con el relleno de material estéril.

5) Conservar el área explotada abierta, con los tacos de madera, para ir llenando con la roca o material estéril, el que deberá solamente sacarse cuando esté completamente lleno el frente de trabajo. Algunos tacos de madera se pueden ir recuperando.

Se llama la atención sobre el sistema de trabajo en las vetas, el cual debe iniciarse para cada zona por la veta superior explotable, y en su orden las demás, así como el observarse que los pilares en las diferentes vetas coincidan en localización unos con otros, con el objeto de asegurar la *estabilidad de la mina*.

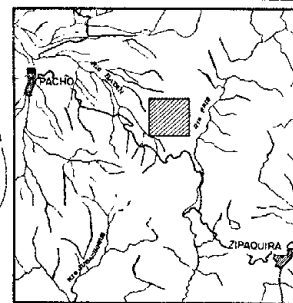
TRABAJOS DE REFERENCIA

- ZERN, E. N. (1928). — *Coal Miners' Pocketbook*, McCraw-Hill Co., Inc., New York.
PEELE, ROBERT (1941). — *Mining Engineers' Handbook*, John Wiles & Sons, Inc., New York.

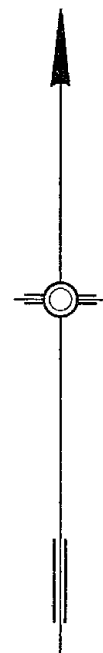
RECOMENDACIONES

- A. Comprobar las reservas posibles (94.7% de las reservas totales) continuando con la apertura de la guía 3 hacia el NNE, en la "mina nueva".
- B. Tratar de resolver el futuro problema del abastecimiento de maderas para la mina, sembrando árboles maderables aclimatados en la región.
- C. Planear el método de desarrollo y explotación de la mina.
- D. Aplicación del método planeado.

Manuscrito entregado en julio de 1958.

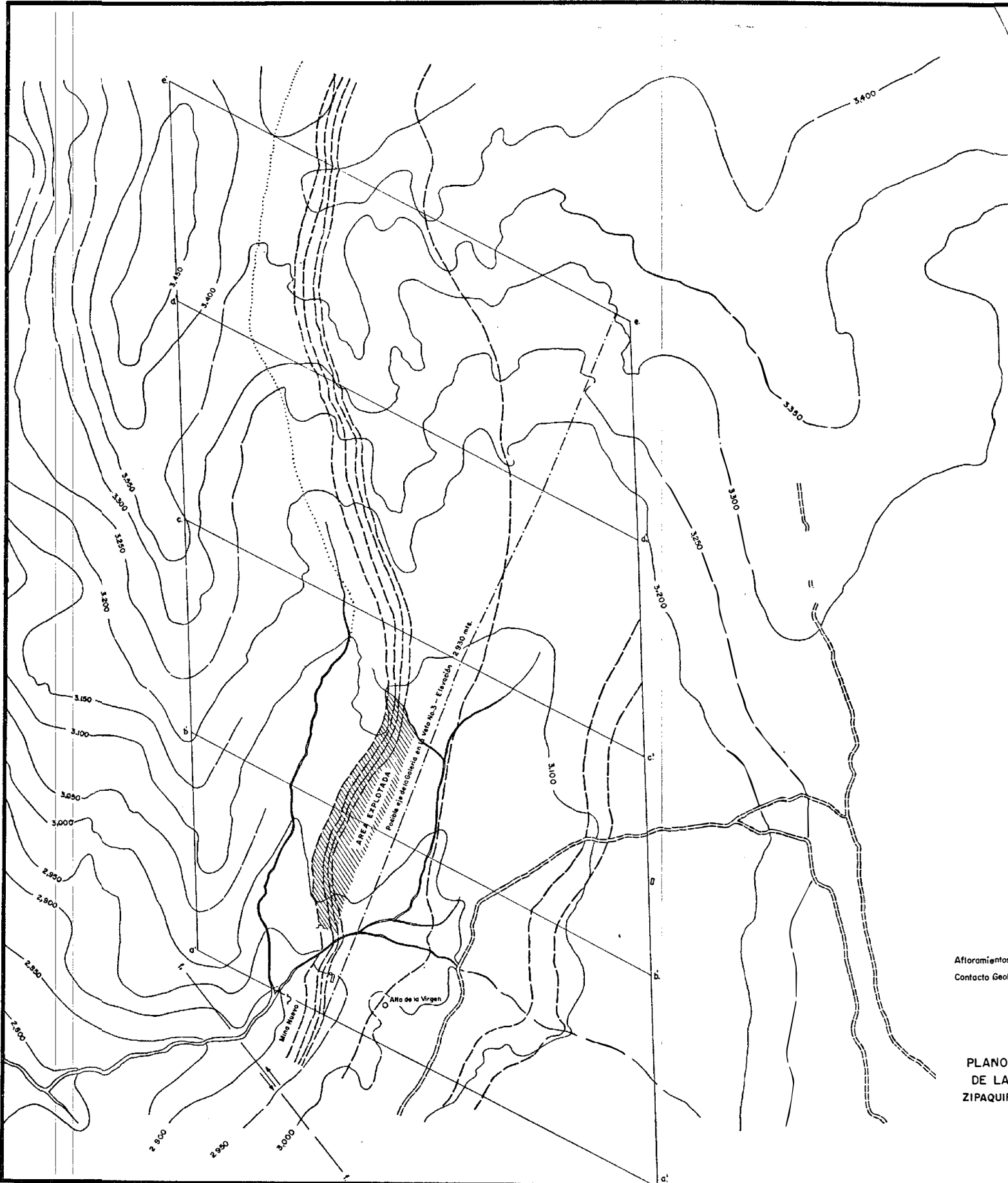


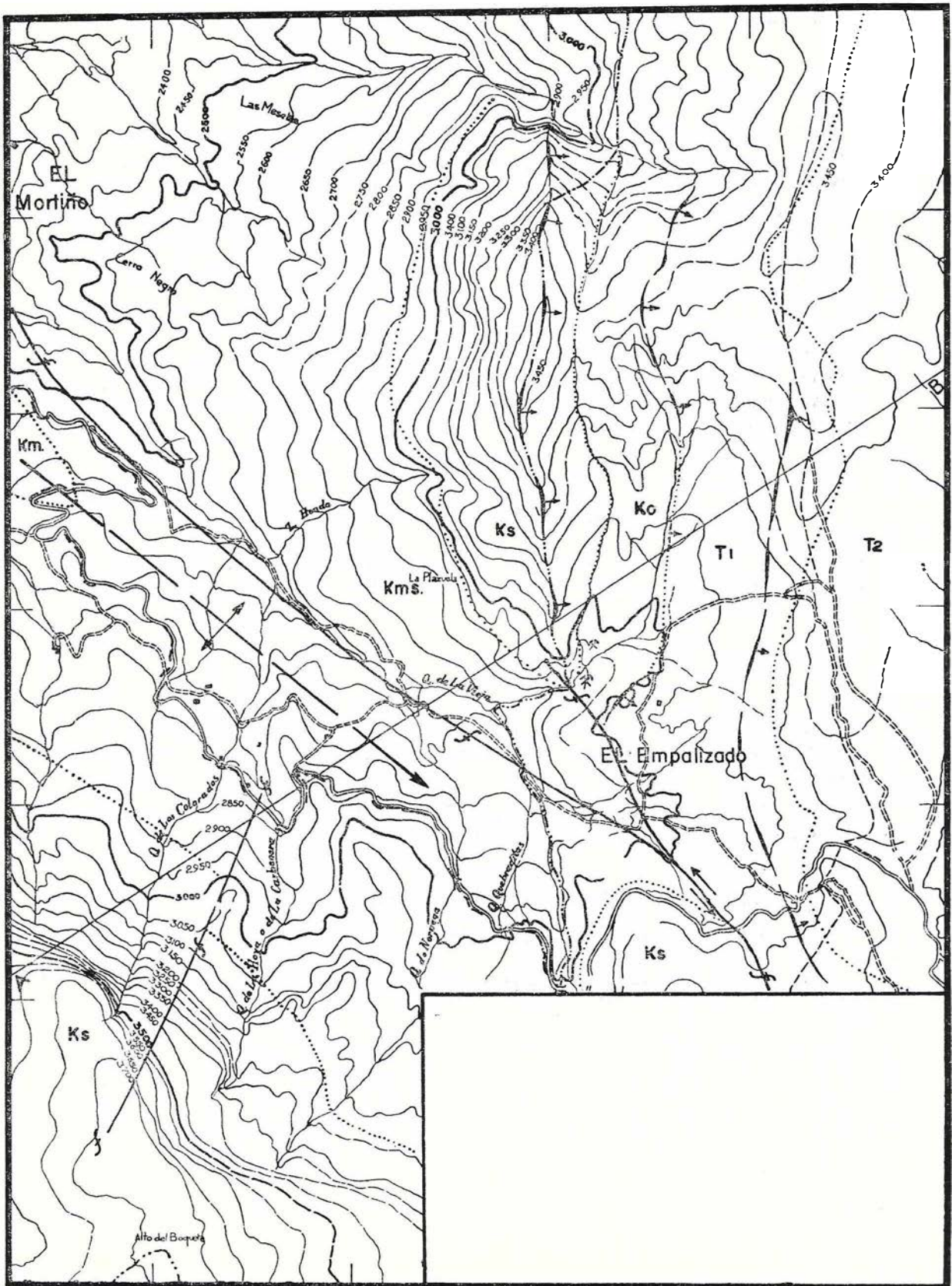
LOCALIZACION
Escala 1: 250.000

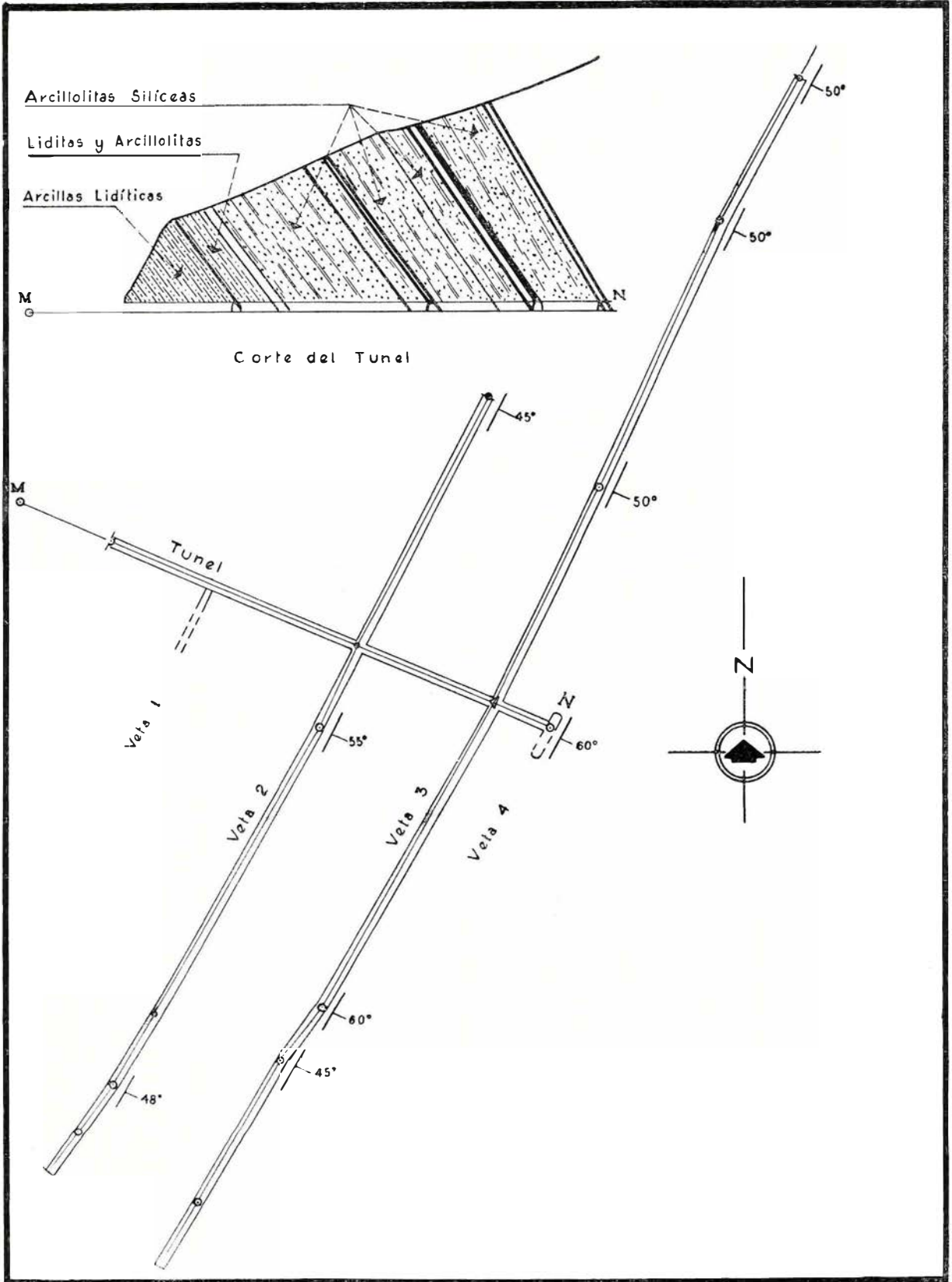


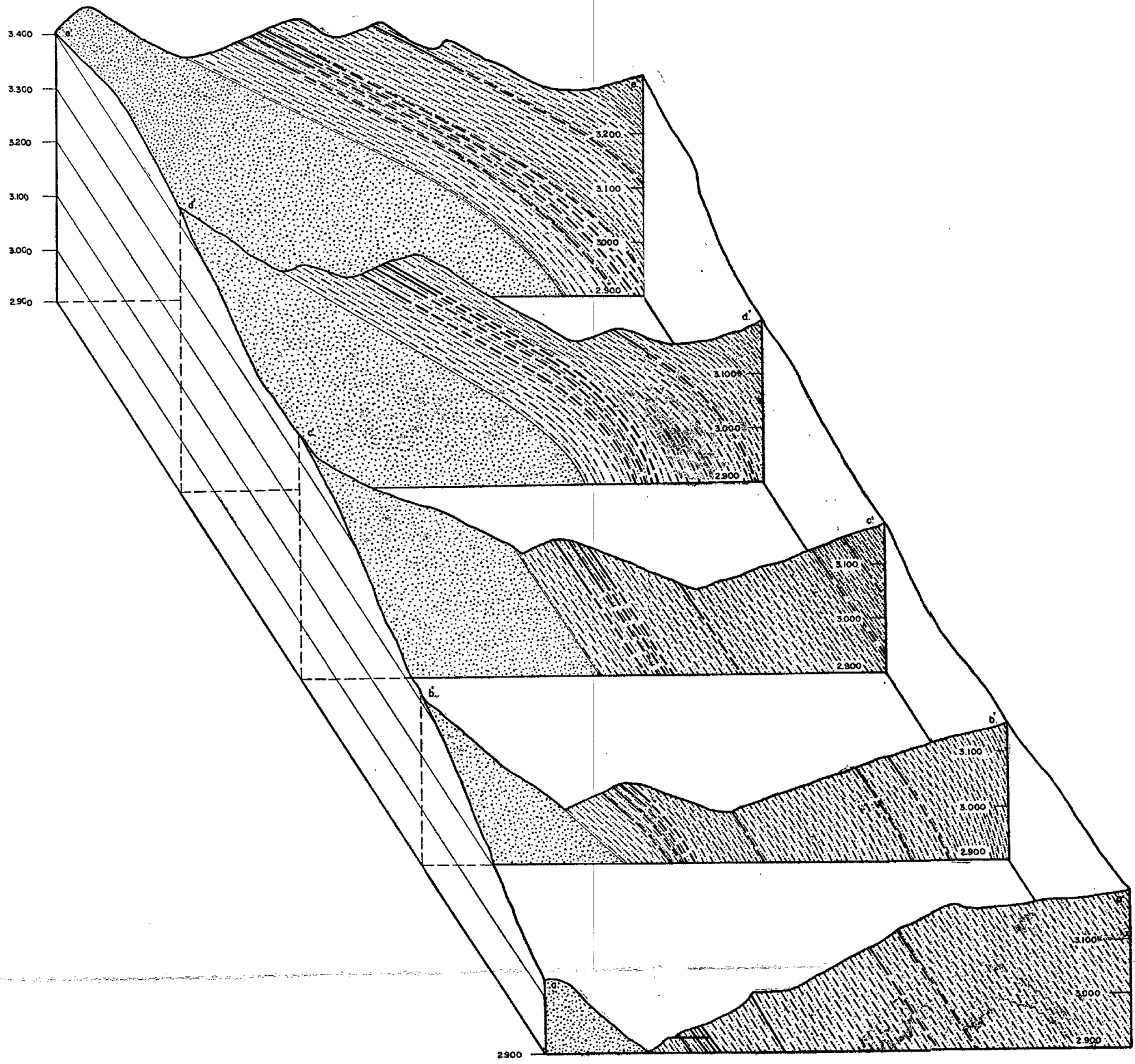
Afloramientos de Carbón ————
Contacto Geológico ······

PLANO GEOLOGICO Y LOCALIZACION
DE LA MINA DE CARBON "LAVIEJA"
ZIQUIRA—Departamento de Cundinamarca



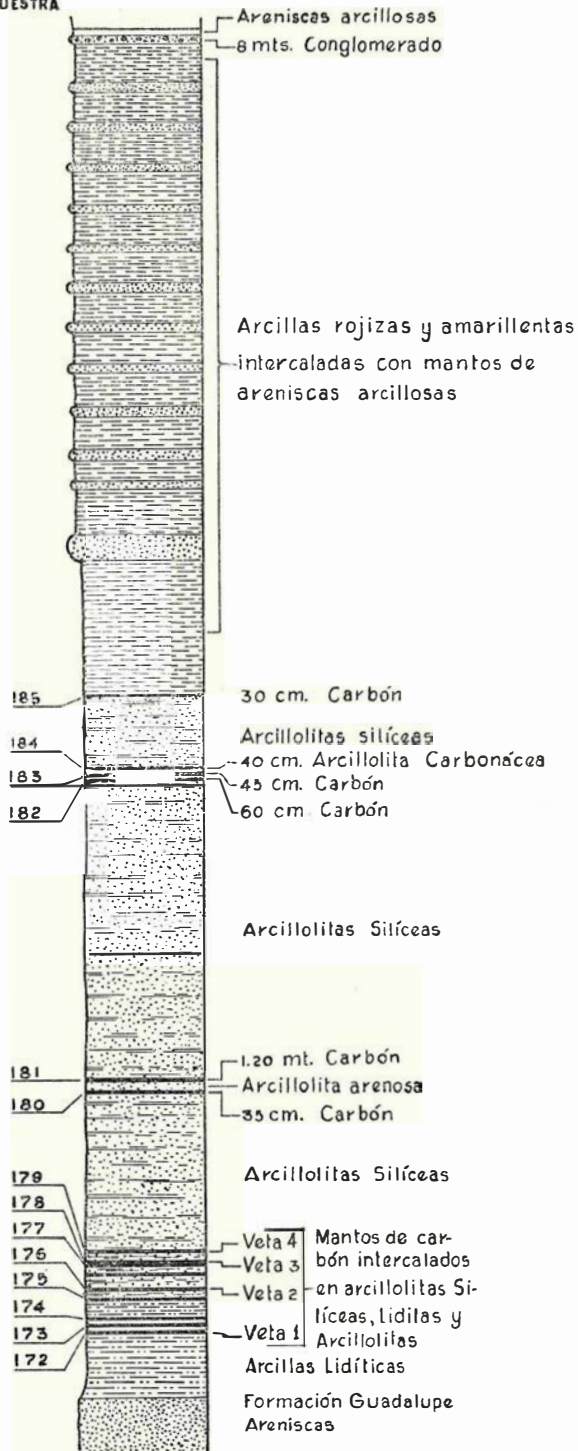






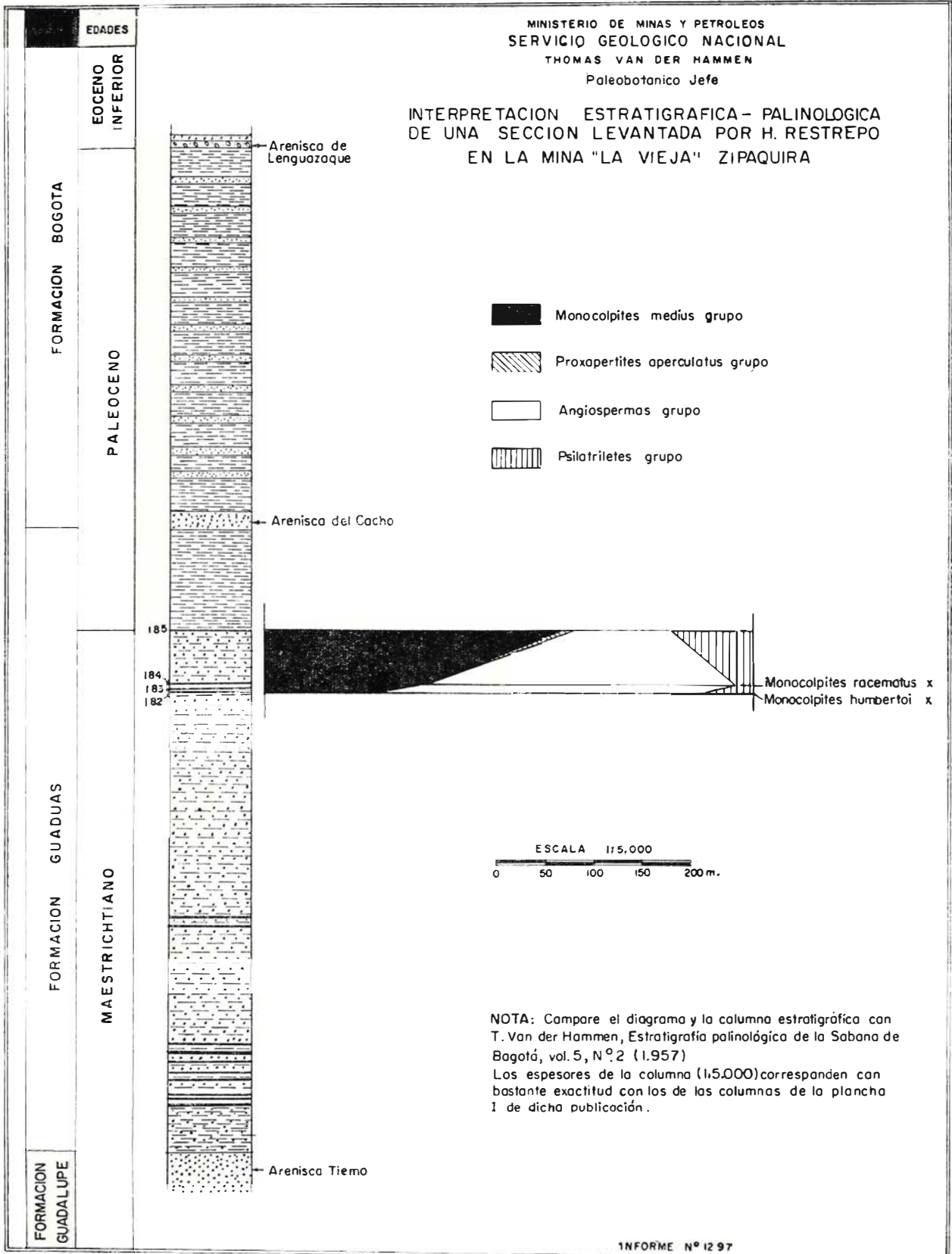
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS	
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL	
SECCION DE GEOLOGIA ECONOMICA	
DIAGRAMA DE SECCIONES	
DEL	
YACIMIENTO DE CARBON DE	
LA MINA " LA VIEJA " — ZIPAQUIRA, Cund.	
ESCALA:	INFORME No. 1.297
GEOLOGIA:	HERNAN RESTREPO A.
TOPOGRAFIA:	PLANCHA No. 4 DE 6
DI BUJO: G. LA ROTTA A.	REFERENCIA ARCHIVO
FECHA: ABRIL DE 1.958	
LOCALIZACION: PLANCHA No. 3	

Nº
MUESTRA



Nota: La mina de carbón "La Vieja" Esta situada en las coordenadas 1°055.625 N- 1°000.100 E (Bogotá; 1°000.000 N- 1°000.000 E). La Columna fue medida en dirección E, los buzamientos son hacia el E.

INTERPRETACION ESTRATIGRAFICA - PALINOLOGICA
 DE UNA SECCION LEVANTADA POR H. RESTREPO
 EN LA MINA "LA VIEJA" ZIPAQUIRA



NOTA: Compare el diagrama y la columna estratigráfica con T. Van der Hammen, Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá, vol. 5, N.º 2 (1.957)
 Los espesores de la columna (1:5.000) corresponden con bastante exactitud con los de las columnas de la plancha I de dicha publicación.