



LIGERO ESTUDIO

sobre los pozos de "El Ébano," explotados por la Mexican Petroleum Co.,

por el

Ingeniero de Minas M. Bustamante (h.).

Sobre la línea del Ferrocarril Central, en su división de San Luis, á una distancia de 61 kilómetros al poniente de Tampico, contados sobre dicha vía de comunicación, se encuentra la estación de «El Ébano,» ubicada en terrenos de San Luis Potosí, partido de Valles.

En las cercanías de la estación antes nombrada, la compañía explotadora perforó varios pozos hasta una profundidad de cerca de mil metros, con un diámetro poco mayor de treinta y cinco centímetros, usando para la entubación ó ademe, tubería de hierro de doce pulgadas inglesas de diámetro interior. Estos pozos, lo mismo que los marcados con los números 1, 2, 3 y 4 en el croquis adjunto, han sido abandonados por ahora, en vista de que el asfalto ó chapopote, como se le llama entre los mexicanos, es sumamente espeso y no fluye á la superficie, ni tampoco es posible extraerlo por medio de bombas, como se intentó hacerlo, introduciendo, además, en los mismos pozos unos tubos de hierro, por donde se hacía circular vapor, con el

objeto de que el calor liquidara la substancia y ésta pudiera penetrar con facilidad dentro del cuerpo de bomba.

La presencia del chapopote en esos terrenos, lo mismo que en una gran zona de nuestras costas, tanto del Atlántico como del Pacífico, pero sobre todo, desde Tehuantepec hasta cerca del puerto de Matamoros, era conocida de los primeros moradores de esa parte del continente Americano. Entre nosotros ha existido siempre el comercio de lo que llama nuestro pueblo ¡Chicle Prieto! que no es sino asfalto natural que se recoge de la superficie de las lagunas y esteros de la costa.

Los ríos Pánuco y Tamesí se encuentran surcados en varias partes de su trayecto por manchones negruzcos de aceite mineral y principalmente de chapopote.

Existen multitud de informes y datos sobre estos criaderos de chapopote, que, como pasa con todo lo nuestro, sólo ha servido para aumentar los archivos de los Ministerios, Asociaciones Científicas y venido á acrecentar las ganancias de los que comercian en libros y papel viejo.

Tócales la honra de haber iniciado en nuestro país, los primeros trabajos formales de explotación de esta, inmensa riqueza de combustibles líquidos, á las compañías formadas en el extranjero.

Tiene que ser así: la proverbial timidez y falta de confianza en sí propios, que es la base del carácter mexicano, ha hecho y hará todavía por mucho tiempo, que la mayor parte de las fuentes de riqueza naturales del país, vengán á parar en manos de extranjeros, ya sea como propietarios, ya como directores de los negocios: siendo lo más curioso, que son los mismos mexicanos los que más contribuyen

con su saber y trabajo á la prosperidad y al engrandecimiento de esos mismos negocios; la huella de la conquista todavía no se borra, y en todos nuestros actos buscamos la cooperación y, sobre todo, el aplauso, aunque sea mercenario, de los extranjeros.

El resultado poco halagador de los primeros pozos, hizo que los encargados de localizar los nuevos, se fijaran mejor en los accidentes de relieve del terreno y en la dirección de los diques de roca eruptiva que recorren la región, haciéndose aparentes por las exudaciones de chapopote que en cantidad notable se encuentran siempre en sus inmediaciones: resultados alentadores comenzaron á palpase, poniendo de manifiesto que no solamente se debe guiar el buscador de aceite mineral, por las exudaciones accidentales que de dichas substancias se encuentran sobre el terreno, indicando claramente la existencia, pero de ninguna manera el lugar más á propósito para la apertura de una perforación con fines industriales y comerciales sobre todo.

El pozo número 5 dió muy buenas indicaciones, pues al llegar á una profundidad de poco más ó menos de doscientos metros, empezó á brotar el alquitrán mineral con relativa facilidad, alcanzando la producción de este pozo la cifra de sesenta barriles por día. Esta producción se mantuvo por espacio de dos meses aproximadamente, y después fué disminuyendo paulatinamente, hasta que cesó de brotar á la superficie; debo advertir que el chapopote de este pozo es bastante fluido, pudiéndose extraer con mucha facilidad por medio de bombas.

Los pozos 6, 7, 8 y 9, dieron resultados semejantes, y

actualmente en el 9 se encuentra uná instalación que bombea el líquido á un tanque colocado á la altura de cinco metros sobre la superficie del suelo y que sirve para alimentar á los quemadores instalados en el interior del hogar de una caldera tubular, para producir una fuerza de cuarenta caballos de vapor. Como dato práctico, que me fué suministrado por el encargado de la bomba, es bueno saber que bastaba bombear dos horas solamente y obtener combustible suficiente para que la caldera pudiera trabajar con el máximum de su capacidad por 24 horas.

Como puede verse en el croquis adjunto, los pozos del 5 al 9, están colocados casi sobre una curva de nivel, á muy poca distancia unos de otros, y muy cerca de un dique de roca eruptiva de naturaleza basáltica ó fonolítica, que ha sido explotada para extraer piedra, estando señalado con el número 18 en el croquis, por haber allí, además, varias exudaciones.

Los pozos 11, 12 y 13 colocados á un nivel inferior como de sesenta metros más abajo que el de los pozos del 5 al 9, de que ya he hablado antes, producen chapopote más líquido, conteniendo, como, es natural, mayor cantidad de petróleos ligeros.

Por último, tenemos el grupo de pozos marcados con los números del 14 al 17, abiertos sobre la parte más baja del terreno y en las inmediaciones ó faldas del Cerro de la Pez, que también es el resultado de las fuerzas y materiales volcánicos que han modificado y trastornado el terreno sedimentario de la localidad, dando nacimiento á la orografía que hoy vemos allí, modificada ligeramente por la erosión.

Todos estos pozos producen grandes cantidades de chapopote.

El pozo número 17 es el más importante, al menos en la época de mi visita, Noviembre del año pasado; tiene una profundidad de 1,700 pies ingleses, alcanzando una producción de mil doscientos barriles por día, según los datos que me proporcionó el Gerente de la Negociación. Se me olvidaba advertir que á un barril le caben, cuando menos, unos 300 kilogramos de chapopote, pero por lo general, tres barriles contienen una tonelada métrica.

El chapopote extraído del pozo número 17, es el más fluido de todos los que se habían obtenido hasta entonces en «El Ébano,» y la abundancia de producción de esta perforación, permite, con seguridad, augurar el éxito de la explotación en esos terrenos.

En la famosa región de Bakú, sobre las costas occidentales del mar Caspio, se encuentran pozos cuyos productos son análogos á los que se obtienen en la región Potosina, de que me vengo ocupando. En Bakú, la región explotable conocida se extiende en una faja de terreno de 600 metros de ancho por 46 kilómetros de largo; estando contenido el aceite mineral en las capas estratificadas de una arenisca porosa cementada por arcilla, y cuya formación pertenece, evidentemente, al período terciario, como lo demuestran los fósiles recogidos dentro de las capas de caliza marina que contienen á las areniscas productoras de aceite; en las cercanías y en la misma región, se encuentran montañas y diques volcánicos modernos, observándose que los manantiales y pozos abiertos en las cercanías de las rocas eruptivas producen aceites pesados, pero princi-

palmente asfalto: mientras que de los pozos abiertos en la parte central de la zona, el aceite es ligero y de color muy claro, asemejándose por su aspecto al vino de Sauterne; el aceite que se obliene en los límites de la parte productiva es mucho más obscuro, pasando del color amarillo verdoso al pardo rojizo y, por último, sólo se obtiene asfalto más y más espeso á medida que se acercan las perforaciones al límite extremo del criadero, que es donde se encuentran las rocas eruptivas.

Si echamos una ojeada sobre el croquis adjunto, aparece desde luego que la fijación de los pozos sobre el terreno, no obedece á ningún plan preconcebido; era esto natural al principio, en que las únicas razones para fijar la situación de los pozos fueron la presencia de exudaciones de chapopote en las cercanías de la estación del ferrocarril y las ventajas naturales que se obtenían desde luego haciendo la explotación lo más cerca posible de la vía de transporte que allí se encontraba.

Se cometió la falta imperdonable de no haber hecho un estudio geológico-topográfico de la localidad, que permitiera determinar la dirección de las líneas de los anticlinales y de los sinclinales, siendo estas últimas las más interesantes para el caso concreto que nos ocupa, dando á conocer al mismo tiempo los saltos, fallas é interrupciones que han sufrido las capas sedimentarias, al ser atravesadas, plegadas, cortadas y metamorfoseadas por las rocas eruptivas, etc., etc. Se hubiera venido muy pronto, con este trabajo previo, en conocimiento de que las exudaciones naturales de chapopote, se encuentran siempre sobre el plano de separación de la roca eruptiva con la sedimenta-

ria, marcando estos planos los límites de los compartimentos ó alveolos que encierran en su interior las capas sedimentarias metamórficas que contienen el aceite, siendo racional suponer que los compartimentos muy pequeños serán los más pobres; los hechos observados en Bakú, indican desde luego que la naturaleza del aceite se modifica notablemente en las cercanías de las rocas eruptivas, convirtiéndose en asfalto, y lo que ha sucedido en «El Ébano,» viene á confirmar, de una manera brillante, la universalidad del fenómeno.

Las curvas de nivel que se distinguen en el croquis, indican de una manera clara y evidente que es en la región más baja ocupada por las aguas y que llaman en la localidad, impropriamente, el Lago de la Pez, en donde debe hacerse la perforación de los pozos, procurando localizarlos en las partes más bajas del terreno y que se encuentren á la mayor distancia posible de los diques y centros eruptivos que allí se encuentran, alterando la horizontalidad y estructura de las rocas sedimentarias.

La afirmación que he hecho de que es en la región ocupada por el lago de la Pez, ó mejor dicho, estanque, en donde se debe buscar el petróleo con el mejor éxito que puede esperarse, está enteramente confirmada con los resultados obtenidos en el pozo número 17, á pesar de que contra lo que dicta la experiencia, ha sido abierto sobre la falda del cono volcánico, llamado Cerro de la Pez; pues como he dicho desde el principio de este pequeño trabajo, la única razón de peso que han tenido los Directores de la explotación para localizar los pozos, ha sido la abundancia relativa de exudaciones de chapopote que se encuentran

á inmediaciones de las rocas eruptivas, y la calidad del aceite obtenido hasta hoy, se explica perfectamente.

Al sureste de «El Ébano,» y siguiendo casi la dirección del desagüe natural del estanque de la Pez, sobre el río Pánuco, existe, en mi concepto, la zona petrolífera por excelencia; pues el relieve del terreno es muy ligero, y la circunstancia de formar una especie de cañada con una pendiente suave hacia la costa, la particularidad de no estar cruzada esta cañada por diques, por lo menos aparentes en la superficie, y la presencia de exudaciones de chapopote en los límites naturales de la cañada, y siempre en las cercanías de la roca eruptiva, son los datos en que fundo mi aserto.

Se puede objetar que no se encuentran en «El Ébano,» indicios claros de la presencia de los hidrocarburos, que corresponden verdaderamente á la serie del petróleo, y que, en consecuencia, la existencia de él es todavía problemática: para contestar á esto, no hay más que hacerse cargo de las condiciones climáticas del lugar; allí llueve casi todo el año, y cuando no llueve, hace mucho calor; la temperatura á la sombra, y, por consiguiente, la del aire, llega comúnmente á treinta y cuatro grados centígrados; la temperatura del suelo, durante el día, es naturalmente mucho más elevada; en estas condiciones se producen varios fenómenos que se oponen continuamente á la permanencia de esas huellas; por un lado la oxidación rápida de esos hidrocarburos por la acción de la humedad y la temperatura, y por otro, si falta la humedad, el calor subsiste y volatiliza á los aceites ligeros, dejando como residuo los aceites pesados, que á su vez, sufren la influencia de la humedad y

de la atmósfera, convirtiéndose en chapopote; y si esto no bastara para borrar sus vestigios viene la erosión ó deslave del terreno que completan la obra. También debemos tener presente, que las únicas partes que presentan facilidades para la salida de los aceites, son precisamente los planos de separación entre las rocas calizas y las eruptivas, de donde se deduce que es muy difícil encontrar las huellas de los hidrocarburos líquidos. La consistencia é inalterabilidad del chapopote hacen que sus huellas se conserven mejor, y por consiguiente, sean las que únicamente subsistan. Entre Tampamolón y Tanquían, á una distancia de sesenta kilómetros al suroeste de «El Ébano;» en Tantoyuca, treinta y cinco kilómetros más al sur de los dos puntos nombrados antes, se han abierto pozos de muy poca profundidad y pequeño diámetro, que producen petróleo de color muy claro, sumamente líquido y transparente: estos pozos tampoco han sido localizados, teniendo en cuenta los datos geológicos de la región; pero por una gran casualidad se encuentran á una distancia regular de las exudaciones de chapopote, y por consecuencia, lejos de las rocas volcánicas que cruzan la formación.

Se encuentran indicios claros de la existencia del petróleo, además de las que he señalado ya, en las cercanías de Tuxpam, en los alrededores de Papantla y Huejutla, etc., etc.; pudiendo alargar más esta lista, pero sería muy larga y cansada.

De propósito he hecho caso omiso de la constitución geológica del terreno, por tres razones principales: la primera, es que las calizas que dominan entre las rocas sedimentarias en la formación de nuestras costas del Atlántico,

han sido ya descritas multitud de veces, y calificadas por notabilidades científicas, como pertenecientes al período terciario; segunda, que la existencia del petróleo no puede ser puesta en duda por nadie que tenga sentido común; y, por último, los poquísimos datos que pude recoger y analizar en una permanencia de diez días sobre el terreno, no habiendo podido completar el estudio, por las lluvias que se prolongaron extraordinariamente á fines del año pasado, y que no pueden arrojar sino muy poca luz sobre el asunto. Pero siendo este trabajo hecho para ser leído ante la Sociedad Geológica Mexicana, me veo obligado á comenzar esa tarea.

Al penetrar á la pintoresca región, conocida generalmente con el nombre de las Huastecas, llaman la atención del viajero, los inmensos y potentes bancos de calizas fuertemente plegados y trastornados de su posición horizontal primitiva, por las rocas volcánicas, dando al terreno el carácter de abrupto y quebrado, que hace tan bella y majestuosa á esa importante parte del territorio nacional, aun prescindiendo de su variada, rica é imponente vegetación. A medida que nos acercamos á la costa, el terreno se va haciendo plano, las montañas son reemplazadas por lomeríos que ondulan suavemente la formación sedimentaria, viniendo á morir insensiblemente las ondulaciones en las aguas del Océano y arenales de la costa. La parte más montañosa es la que corresponde á los Estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro; la parte perteneciente á los Estados de Veracruz y Tamaulipas, no parece sino un remedo de la anterior, por lo poco quebrada. Dentro del triángulo marcado sobre el terreno por las poblaciones de

Jalpa, Huejutla y Valles, se puede estudiar con mucha precisión la formación geológica, á causa de los saltos y fallas considerables que se encuentran allí á cada paso, así como las innumerables barrancas profundas que con dirección á la costa se encuentran surcando el terreno, y ocupadas en su parte más baja por lechos y corrientes de ríos más ó menos caudalosos, afluentes en su mayoría del río Pánuco.

En las cercanías de Zacualtipán se encuentran con frecuencia, envueltos en toba calizo-arcillosa, fragmentos bastante bien conservados de huesos pertenecientes á los grandes vertebrados cuaternarios, no siendo raro encontrar molares de Elefas y de Llama fósil (*Auquenia Extensus*, Cop.).

El espesor de la formación de esta toba, no pasa actualmente de unos 40 metros, en las cercanías de Tianguistengo; debajo de esta toba, aparece un gran macizo de rocas calizas, cuya potencia pudiera muy bien valuarse por los datos que he recogido en varias expediciones anteriores, cuando menos en 800 metros; estas capas contienen en su mayoría restos fósiles más ó menos difíciles de determinar, y además, lignitas, mineral de hierro y arcillas que contienen impurezas; pero sobre todo, materia orgánica en abundancia; presentando, tanto el mineral de hierro, como la arcilla, un color negro. Estas calizas son, en su mayoría, marinas, pero también las hay de origen lacustre, lo cual indica las oscilaciones que sufrió la región, antes de haber sido trastornada por las erupciones volcánicas á que me he referido antes.

Los fósiles que más abundan y que pueden identificarse con facilidad, son de la familia de las Amonites. Entre

los gasterópodos, encontramos varias especies de *nerineas* y *cerithium*, que no he llegado á clasificar por completo; de la familia de las turriteHdcas, tenemos *Escalaria Lamarck* y *Turbonilla Leach*. Entre los lamelibranquios se encuentran numerosos representantes de las familias de las *Arcideas* y *Pectunculideas*; el suborden de las Ostreáceas presenta, gran cantidad de formas en esas calizas y, por último, el grupo de las Chamáceas está bastante bien representado por unas curiosas formas de hipurites. En «El Ébano» me fué regalado un ejemplar de caliza, en el que se ve la impresión de una parte de una columna vertebral y unas costillas flotantes, que muy bien pudieran pertenecer á un teleosteano ó á un reptil del orden de los ofidios; pero más me inclino á creer que pertenece á un teleosto, por la analogía que presentan estas impresiones con las que se encuentran en ciertas calizas de los alrededores de Xilitla.

En las pizarras arcillosas que se encuentran en contacto con los mantos de lignita, se encuentran frecuentemente impresiones de plantas y frutos correspondientes, en su mayor parte, al grupo de las dicotiledóneas, mezcladas con helechos y licopodios que corresponden al grupo de las criptógamas.

Hay otra multitud de huellas fósiles que no me ha sido posible clasificar no obstante que desde hace más de seis años he estado trabajando por lograrlo. Pero de todas maneras, queda establecido que las capas calizas de la formación, son del período terciario y probablemente del cretáceo, así como las lignitas que encierran.

Las rocas dómicas en la región de las Huastecas,

son los basaltos de nefelina, augitofiros, leucitofiros, fonolitas, y accidentalmente las sienitas eleolíticas; se encuentran también, pero en pequeña cantidad, andesitas, traqui-andesitas, conteniendo placas ó escamas bien claras de mica biotita, y por último, rhyolitas.

En la parte correspondiente á «El Ébano,» se encuentran las calizas recubiertas por capas de espesor variable, según la inclinación del terreno, de una toba volcánica muy arcillosa: las capas de caliza de la parte superior de la formación, son bastante margosas y no presentan huellas determinables de fósiles, pero son de color obscuro y sumamente fétidas, lo que manifiesta la presencia de materiales orgánicos en su composición. Las demás capas calizas no son accesibles, y los fragmentos extraídos de las perforaciones demuestran que, á medida que se profundiza la caliza, se hace más dura y presenta frecuentemente la estructura pizarreña; habiéndose atravesado varias veces con los sondeos, capas de roca volcánica que indica las intrusiones del magma eruptivo entre las capas de la roca sedimentaria.

En el contacto de las calizas con la roca eruptiva, la caliza presenta siempre la estructura pizarreña, encontrándose, además, impregnada de chapopote. De los datos obtenidos por los sondeos que allí se han hecho, se saca que hasta la profundidad de 510 metros, que es la del pozo número 17, el macizo de caliza, se encuentra dividido en tres partes, separada cada una de ellas por un estrato de roca arcillosa muy deleznable, que contiene al aceite; cada una de estas capas podríamos muy bien designarlas con el nombre de horizontes petrolíferos; el primero se encuentra, á

200 metros de profundidad, aproximadamente, y es el que produjo el chapopote de los pozos núms. 5, 6, 7, 8 y 9; el segundo horizonte se encuentra á trescientos veinte metros, tiene mayor potencia y produce aceite más líquido que el anterior, y, por último, el tercero, que fué alcanzado por el pozo núm. 17, es el más potente de todos los conocidos hasta hoy en ese lugar, como lo demuestra la producción actual de ese pozo, que es sumamente notable: 1,200 barriles por día, que representan, aproximadamente, un peso de 400 toneladas.

Las rocas volcánicas de «El Ébano» han sido clasificadas por mi amigo y distinguido compañero el Señor Ingeniero E. Ordóñez, quien las considera como basaltos de nefelina, semejantes á los que dominan en casi toda la región de las Huastecas; por mi parte, acatando la opinión autorizada del Sr. Ordóñez, me permito hacer las siguientes observaciones, deducidas de los caracteres de yacimiento, que en mi humilde concepto, nunca deben despreciarse al hacer una clasificación definitiva de las rocas, con tanta más razón, cuanto que la clasificación de las rocas dista todavía mucho de ser una clasificación natural; las únicas divisiones naturales y fáciles de determinar con el auxilio del microscopio, y muchas veces á la simple vista, son las de los grandes grupos de rocas como Abisales, Hipoabisales, Volcánicas, Clásticas, Sedimentarias y Metamórficas; las subdivisiones de estos grupos es sumamente artificial y sujeta á cada paso á correcciones, al grado que hoy en día no hay dos autores de fama y saber reconocidos, que adopten los mismos principios para la determinación de esos subgrupos.

Puede ser que en el fondo estemos de acuerdo el Sr. Ordóñez y yo; pero para dilucidar el punto y no divagar, me veo obligado á definir lo que entiendo por basalto; doy el nombre de basalto á una roca volcánica de textura aparente homogénea, de grano fino, con fractura ligeramente concoidea, presentando varios colores, siendo los más comunes el negro agrisado, el negro parduzco, el pardo rojizo y, por último, el amarillo sucio, cuando está descompuesto: constituido esencialmente de un feldespató, feldespatóide (leucita ó nefelina), augita y magnetita, algunas veces reemplazando á este último mineral el hierro titanado; muchos basaltos contienen olivino. El aspecto de la roca puede ser macizo, hojoso, careado, esponjoso, etc., etc., y tiene una tendencia á dividirse en blocks o cuartones de apariencia columnar. Observado al microscopio en lámina delgada haciendo uso de luz polarizada y con los nicols cruzados, presenta un aspecto de mosaico de colores muy brillantes y manchas casi negras, que se destacan del fondo obscuro del feldespató vítrio que abunda en la masa, como en toda roca de origen volcánico.

La roca volcánica que domina en «El Ébano,» se presenta comúnmente bajo la forma de diques y algunas veces como protuberancias irregulares en la cima de varias de las lomas de la localidad, verificándose aquí, en pequeña escala, el fenómeno que se admira en el famoso pico del Bernal del Estado de Querétaro. La roca presenta en muchas partes la estructura pizarreña, cosa que creo no se encuentra en ningún basalto propiamente dicho; no se encuentran indicios de la existencia de lo que llamamos marmaja, que tan notable se hace en los países donde dominan

los verdaderos basaltos, encontrándose, sobre todo, en los lechos de las más insignificantes corrientes de agua: llama también la atención la facilidad con que se descompone la roca bajo la acción de los agentes atmosféricos. En uno de los flancos de la eminencia más notable que se encuentra dibujada en el croquis y muy cerca del pozo número 6, se han sacado grandes cantidades de roca para balastrear la vía férrea de la compañía, y el resultado del empleo de dicho material ha sido desastroso, por la descomposición rápida que sufre.

Además, la mayoría de los ejemplares presenta un aspecto ó textura porfídica y pizarreña muy marcada, destacándose de la masa de feldespatos vítrios ó sanidina, los cristales de nefelina y de augita, y no se sospecha ni en el microscopio la presencia de la magnetita. Estos caracteres los acercan al grupo de las fonolitas, en mi concepto. Por otra parte, también se encuentran en varios lugares de «El Ébano,» sobre todo en Chijol y Piedra Gorda, verdaderos basaltos, leucitofiros y limburgitas.

Los dos primeros horizontes petrolíferos, es decir, las capas que se encuentran á 200 y 300 metros de profundidad, corresponden, según mi sentir, á los dos mantos principales de lignitas que se encuentran en descubierto en las inmediaciones de Huejutla, y luego fuertemente dislocados aparecen en Jilitla; me fundo para hacer esta hipótesis, en que todas las calizas de las Huastecas son casi idénticas, y en la distancia real que separa á los dos mantos de lignitas, tanto en Huejutla como en Jilitla, que es, con muy poca diferencia, 120 metros; por otra parte, tenemos que en todas las Huastecas abundan los indicios

de chapopote en las inmediaciones de las rocas eruptivas, lo que viene en apoyo de mi idea.

El tercer horizonte que se ha encontrado á la profundidad de 510 metros y que dista del segundo 190 metros, corresponderá á otra capa de lignita ó carbón bituminoso, que no se ha descubierto en la región todavía, y que á juzgar por la cantidad de chapopote que se produce en el pozo número 17, debe ser la más potente de las tres.

La transformación de las lignitas y de los carbones bituminosos en hidro-carburos, se practica actualmente en grande escala y éxito satisfactorio por medio de los aparatos usados para producir lo que se llama gas de agua, que no es sino una mezcla de hidrocarburos de la fórmula $C^{20} H^{32}$ que corresponde precisamente á los hidrocarburos homólogos del petróleo.

No me quiero meter en la descripción y teoría de estos aparatos, por no alargar más este trabajo; bástenos saber que la alta temperatura á que es necesario elevar el combustible mineral para que comience la reacción, se pudo haber realizado á favor de la alta temperatura de las rocas volcánicas que se abrieron paso á través de la formación sedimentaria, el vapor de agua fué generado por la misma fuente de calor y la compresión que indudablemente sufrieron las rocas calizas al cambiar su posición primitiva por la que ocupan actualmente. El agua fué suministrada por la misma caliza, que, como roca sedimentaria, debió contener en sus intersticios grandes cantidades de agua, y además, hay que tener en cuenta la presión enorme bajo la cual se han verificado esas reacciones.

Con estos elementos y la presencia de las lignitas y

materiales orgánicos en las calizas de «El Ébano,» podemos explicar la presencia de los hidrocarburos, que generalmente vienen acompañados de ácido carbónico, sulfuro de hidrógeno y gas de los pantanos. Esta teoría da una explicación completa de todos los fenómenos que se observan en muchos lugares de nuestras costas y aun en el interior del país, como sucede no lejos de Cuautla, en Tlaxiaco y en otras muchas partes. Da cuenta cabal de la formación de pizarras impregnadas de hidrocarburos, tan frecuentes en los países volcánicos en donde existen rocas sedimentarias cargadas de materia orgánica, y explica igualmente por qué la roca que contiene al aceite es de naturaleza arcillosa, pues como sabemos, el carbón y las lignitas siempre se encuentran entre dos capas de pizarras arcillosas, y es frecuente que el manto se subdivida más ó menos irregularmente, por lo que llaman los mineros hueso del carbón, que no es sino material arcilloso cargado fuertemente de materias carbonosas y comprimido. Al transformarse el material carbonoso bajo la influencia de la temperatura, de la presión y, sobre todo, de la descomposición del agua al estado de vapor, los materiales arcillosos también sufren la fusión hidrotermal, y se transforman igualmente, dando nacimiento á esa roca porosa que contiene de ordinario al petróleo.

Vengo, por último, á tratar de las grandes ventajas que se obtendrán con el empleo del chapopote semilíquido que se obtiene actualmente en «El Ébano» como combustible, comparándolo con el empleo del carbón que se extrae en los campos carboníferos de Coahuila.

El carbón limpio de Coahuila, puede ser vendido al pú-

blico consumidor, á seis pesos la tonelada en el lugar de la producción; el poder calorífico de ese combustible apenas llega á 7,500 calorías, y la cantidad de ceniza oscila entre 7 y 15%. Sabido es que la cantidad de calor aprovechada realmente en los mejores sistemas de hornilla, llega, cuando más, á un 12% del poder calorífico del combustible: es sumamente difícil que la combustión del carbón se haga por completo, las parrillas se deterioran rápidamente, hay que estar cargando el combustible, atizando y limpiando constantemente dichas parrillas, y por último, desembarazarse de grandes cantidades de escorias y cenizas que contienen todavía una buena parte del carbón convertido en coke que escapa á la combustión; esto sin contar con el humo y las chispas, que no dejan de tener graves inconvenientes.

El poder calorífico del petróleo crudo se estima, según las mejores experiencias, en 11,772 calorías, lo que equivale á una potencia calorífica poco mayor á una y media veces que la del mejor carbón de Coahuila; el chapopote, según un análisis hecho por el Dr. Hermann van Fehling sobre una muestra procedente de Tampico, tiene la fórmula siguiente: $C^{20} H^{32} O^2$, que, como se nota á primera vista, sólo difiere de la del petróleo por el oxígeno que contiene el chapopote; partiendo del dato del poder calorífico del petróleo y de las respectivas fórmulas para calcular la potencia calorífica de chapopote, nos encontramos que el poder calorífico de este último es de 11,539 calorías. El precio del chapopote en «El Ébano,» no puede pasar de unos cuatro pesos la tonelada, dejando á la Compañía explotadora una ganancia exorbitante. La combustión del chapopote se

hace de un modo casi perfecto en los quemadores modificados por Mr. Herbert G. Wylie, Superintendente de la Compañía Mexicana de Petróleo; obteniéndose la supresión de las parrillas, cenizas, humo, malos olores y la mezcla casi perfecta del aire con partículas pequeñísimas del chapopote, haciendo de esta substancia un combustible ideal; según los datos tomados de los informes oficiales de varios ferrocarriles americanos de Texas, se desprende que una tonelada de aceite crudo equivale, por sus efectos caloríficos, á tres y media toneladas de carbón, obteniéndose, por otra parte, una gran economía en el manejo del combustible, tanto en las estaciones, como en las mismas locomotoras y máquinas fijas, pudiendo en muchos casos suprimir á los fogoneros.

La presión del vapor se alcanza más rápidamente que con el carbón, pues bastan generalmente diez minutos para obtenerla. Para la industria metalúrgica, el empleo del petróleo crudo tiene ventajas inapreciables: permite obtener temperaturas mucho más altas que las que se obtienen con el mejor coke, no introduce ninguna materia extraña que venga a influir en la marcha de las operaciones, permite la construcción de hornos muy pequeños de capacidad, muy superiores á los que hoy se usan generalmente, permitiendo hacer un ahorro muy considerable en los gastos de instalación y conservación.

Según esto y considerando la similitud entre los petróleos crudos de Texas y California, usados en gran escala en la vecina República del Norte, y nuestros chapopotes, se saca la consecuencia de que si el precio de la tonelada de chapopote es de cuatro pesos en «El Ébano,»

tendríamos que, para obtener la cantidad de calor verdaderamente aprovechada de una tonelada de carbón, habría que gastar, empleando el nuevo combustible, un peso quince centavos; representando esto sobre el carbón una economía de cuatro pesos ochenta y cinco centavos.

He hecho el cálculo sin tener en cuenta el flete de la materia, pues éste tiene que variar, naturalmente, según la mayor ó menor facilidad de las vías de comunicación, las tarifas ferrocarrileras ó marítimas y la distancia al centro de consumo; pero de todos modos, la ventaja está siempre del lado del chapopote, puesto que bajo un peso tres y media veces menor, produce una cantidad de calor aprovechable igual á la producida por el carbón.

Concretándome á nuestra costa del Golfo, que considero como la zona más importante para la implantación entre nosotros de la explotación industrial de los combustibles líquidos, petróleos, alquitranes minerales y asfalto, estimo que una gran parte de los terrenos comprendidos entre los puertos de Soto la Marina y Túxpam, en una faja de la costa cuya anchura valúo en sesenta kilómetros aproximadamente, los cuales, multiplicados por los doscientos kilómetros que median entre Soto la Marina y Túxpam, vienen á dar una superficie de doce mil kilómetros cuadrados, descontando la parte inútil y mal situada, se puede, con toda seguridad, contar con una extensión productiva de doce kilómetros cuadrados por lo menos, representando esto una riqueza incalculable y una esperanza fundada del futuro progreso y desarrollo de nuestra patria.