

LOS YACIMIENTOS
PETROLÍFEROS

DEL ECUADOR



GUAYAQUIL

IMPRESA DEL UNIVERSO

1898.

LOS YACIMIENTOS

PETROLÍFEROS

DEL ECUADOR.

Historia.—La existencia del petróleo ó brea en los terrenos del Ecuador es conocida desde mucho tiempo há. El padre Velasco, en su "Historia del Reino de Quito", publicada á fines del siglo pasado, consagra algunos párrafos de su obra á tratar de la explotación de la "brea", señalando como lugares de producción varios puntos del litoral: la Punta de Santa Elena y la isla de Puná.

Geología.—**Formación Cuaternaria.**—El terreno en que se ha manifestado la existencia del petróleo pertenece á la época aluvial cuaternaria, la que cubre una notable porción del litoral Ecuatoriano, extendiéndose desde la Bahía de Caráquez al Norte ($0^{\circ} 30'$ lat. S) hasta el río Túmbes al Sur ($3^{\circ} 38'$ lat. S), en donde se une á la región petrolífera del Perú.

Aún cuando toda la región que nos ocupa pertenece á la misma formación, presenta los mismos caracteres geológicos y puede aplicársele todos los

datos que aquí consignamos, lo consideramos dividido en dos secciones distintas: la del Sur, que se extiende desde el Golfo de Guayaquil, por el litoral, hasta la frontera del Perú, y la región del Norte que comprende los terrenos de la isla de Puná y los que pertenecen al cantón de Santa Elena, limitados estos últimos al E. y S. E. por el Golfo de Guayaquil, continuándose hacia el N. y W. en una faja angosta que se extiende á lo largo de la costa hasta el puerto de Bahía de Caráquez—calculamos la extensión de la primera ó del Sur en unas 150 leguas cuadradas, y la del Norte en 300 leguas cuadradas—formando un total de 450 leguas cuadradas de la dicha formación cuaternaria. No incluimos aquí, por carecer de interés para nuestro objeto, la región comprendida en la hoya y á lo largo de los ríos de Balzar y Vinces con sus afluentes, por estar cubierta de espesa vegetación y dedicada al cultivo del cacao.

Los mejores datos que poseemos acerca de la formación geológica del terreno petrolífero del Ecuador, se hallan en la obra del geólogo doctor Wolf, impresa en Leipzig, en 1890, por orden del Supremo Gobierno del Ecuador, (1) datos de cuya exactitud hemos podido cerciorarnos en 2 viajes que con este objeto hicimos al través del territorio que nos ocupa. Extractaremos de dicha obra los capítulos que se refieren á nuestro asunto, haciendo al propio tiempo las observaciones que juzguemos convenientes.

“Para el estudio de esta formación marina es muy apropiado el cantón de Santa Elena y en ge-

[1] T. Wolf.—Geografía y Geología del Ecuador.

ral todo el litoral hasta el Morro. Si viniendo del norte, salimos del terreno cretáceo (cerca de Junco), de repente se cambia el carácter del terreno de una manera notable, y este cambio se da también á conocer en la vegetación. Por muchas señales entiende el geólogo, que entra en una formación relativamente muy moderna. El terreno que pisamos consta de capas casi horizontales; rara vez algo inclinadas, de areniscas y arenas sueltas. De vez en cuando se vé, que con dichas capas van alternando otros estratos más delgados de arcilla y de un material blanco y fino, muy parecido á algunas tobas volcánicas (cancagua) el cual es, sin embargo, de naturaleza caliza y deriva su origen de la trituration de conchas y otros restos marinos. Este carácter petrográfico sumamente monótono nos persigue en toda la península, y se repite también en otros lugares de la costa. Según la fisonomía exterior del paisaje, se podría esperar á primera vista una variedad más grande de las rocas constitutivas; pues los alrededores de Santa Elena son bastante desiguales y quebrados, la región hasta el W. que linda con el terreno cretáceo, se puede llamar montañosa; de la ancha planicie litoral se levanta una cordillera por lo menos de 10 leguas de largo, desde Zapotal hasta las cercanías del Morro; además se levantan entre dicha cordillera y la costa, muy inmediatos al mar, dos grupos aislados de montañas altas, los cerros de Chanduy y el "Cerro Verde". Ahora bien, apesar de esta variedad en el relieve del país, sin embargo no varían las rocas; todas las montañas están compuestas de la misma arenisca, desde su pié hasta la cumbre; á lo más varía un poco el grano presentándose más fino ó más basto, y vez hay en que la arc-

nisca se convierte en un verdadero conglomerato compuesto de guijarros gruesos, como en los peñascos bajos pero pintorescos del Morro, cuya cúspide más alta se eleva solamente á 60 metros sobre el mar. Es de notar, que las capas areniscas se hallan también sobre las montañas altas en la posición horizontal, y no sufrieron ningún trastorno en su estratificación. Donde se hallan inclinadas, encontraremos causas locales (p. ej. derrumbos) en la cercanías, y el fenómeno se presenta también en los lugares bajos de la costa, por ejemplo, cerca de Ballenita. La arenisca de las montañas altas por lo común es algo más compacta, que la de las llanuras, pero todo este material geognóstico pertenece á la misma formación cuaternaria.

“En muchísimos lugares, sobre todo en las inmediaciones de Santa Elena, las capas se hallan llenas de restos de organismos marinos. La mayor parte parecen pertenecer á especies actuales y son bastante frescos ó un poco calcinados. En las cercanías de Santa Elena se encuentran, no rara vez, en las capas superficiales los grandes huesos y las muelas del Mastodonte y de otros animales extinguidos de la época cuaternaria, que han dado margen á la fábula de los gigantes de Santa Elena.

El Mastodonte es el Mastodon Andium, é idéntico con él, que se halla en las tobas volcánicas del país interandino. Lo mismo creo, que el caballo de la costa, cuyas muelas se hallan junto con los restos del Mastodonte, sea el mismo que el cuaternario de la sierra, llamado por Wagner y Branco *Liquis Andium*. Aquí tenemos la rara ocasión de poder paralelizar dos terrenos lejanos y muy distintos en cuanto al material y origen; ciertas tobas volcánicas de

la sierra, y las capas marinas de la costa. Ambos se han formado en la misma época geológica, porque encierran los mismos animales extinguidos cuaternarios.

“La isla de Puná geológicamente pertenece á la península del Morro y de Santa Elena, porque tiene la misma composición y estructura geognóstica y es la continuación de la tierra firme, que probablemente después del primer levantamiento, estaba en conexión directa con ella, no existiendo entonces el estrecho canal del Morro. La formación cuaternaria marina en algunos lugares, especialmente en las planicies poco elevadas sobre el nivel del mar, es rica en sal y betún.

Sal.—En todo el distrito de la formación cuaternaria de la costa, el agua de las cisternas y pozos, que sirven al uso de los hombres y animales, es amargo-salada ó salobre como se dice allá. En muchos lugares, sobre todo en algunas llanuras bajas y hoyas llanas, la tierra es más rica en sales que en otros, sea que allí después del levantamiento del país se evaporaron lagunas de agua marina, sea que en dichos puntos durante el invierno el agua salobre se recoje y poco á poco, por la evaporación, hace aumentar la cantidad de sal. Estos lugares se dan á conocer por las efflorescencias blancas de sal en la superficie, por la falta completa de vegetación, ó por ciertas plantas marítimas propias de los terrenos salinos. Tales llanuras se encuentran algunas muy cerca de Santa Elena, pero la más extensa, en la cual se trabajan las salinas, se halla cuatro leguas más al Oeste, hacia la *Puntilla*; á pocos metros sobre el nivel del mar; se extiende de una costa á otra de aquella angosta lengua de tierra.

Petróleo.—En muchos puntos del terreno cuaternario se encuentran indicios de sustancias bituminosas, pero que en ninguna parte se hallan en tanta cantidad como en la lengua de tierra desde Santa Elena hasta la llamada *Puntilla*, donde se recoge el betún líquido ó petróleo crudo (copé). Es una cuestión difícil, y hasta ahora todavía no aclarada, si este petróleo de las capas cuaternarias se halla formado en ellas mismas, si se halla en su yacimiento primitivo ó si deribe de un terreno más antiguo, por ejemplo el terciario, que se encuentra en la profundidad, también impregnado de sustancias bituminosas. En atención que las últimas llevan también petróleo en pequeña cantidad, y de que el petróleo de Máncora en la vecina provincia peruana de Tumbes, se encuentra en mayores profundidades y asociado con capas potentes de lignita, me inclino á creer que el petróleo de Santa Elena, proviene de la formación terciaria. Sin embargo, ahora las capas explotables se hallan en terreno cuaternario indisputable, pues precisamente en ellas se encuentran las muelas y huesos de los mastodontes (*Mastodon Andium*) y de otros mamíferos de la época cuaternaria.

La capa impregnada de copé (petróleo crudo) en algunos puntos es enteramente superficial, y se manifiesta en este caso aún de lejos por el color negro; en otros lugares está cubierta de una capa delgada de detrito marino. La capa bituminosa en un principio sin duda fué más continua que ahora; en muchos lugares fué llevada por las aguas, en otros fué despedazada y surcada por quebradas hondas.

La capa rica de petróleo se extiende casi horizontal, es de un espesor variable, teniendo por tér-

mino medió un metro, poco más ó menos, y consta de una sustancia terrosa pardo-negrizca, que está completamente impregnada de agua salada y de petróleo, como una esponja, dejándose exprimir como ésta misma. Para recojer el petróleo se hacen zanjas ó pozos redondos poco profundos (hasta la capa impermeable) de cuyas paredes va goteando juntamente con el agua salada, formando luego una capa superficial sobre el agua. Sólo en un lugar, á poca distancia del lado occidental de Santa Elena, brota del suelo una como pequeña fuente, y aquí es donde [precisamente por esta razón] se practicó la sondeadura. Sinembargo, esta fuente tampoco no viene de la profundidad, sino de una colina cercana, en donde por casualidad las capas están un poco inclinadas y en cuyo pie rematan; de suerte que allí se ha formado un pequeño pantano de agua y petróleo, que viene de la colina; y este pantano nutre dicha fuente.

Azufre.—Después del Petróleo merecen una mención especial las capas de azufre que se hallan en algunos puntos del terreno, y precisamente en la cercanía de las capas bituminosas del cantón de Santa Elena; este azufre se encuentra á muy poca profundidad en las pampas salitrosas que se hallan casi al nivel del mar, y se inundan en los tiempos de aguaje. Una pampa muy extensa encontramos al Sur de Santa Elena y al Oeste de la Punta Carnero; el terreno consiste hasta un medio metro de profundidad de arena sumamente fina y polvo completamente impregnado de las sales del mar. Debajo de esta capa superficial salitrosa encontramos, á la profundidad de 0.50 metros á 1 metro, otra más compacta, que llega también á 1 ó 2 metros de espes-

sor y consta de *azufre cristalizado* mezclado con arena fina ó polvo á los que sirve de cemento.—La masa no es muy dura y se deja triturar con facilidad, contiene muchas hendiduras y oquedades llenas de *azufre*; la cantidad contenida en dicho material varía de 60 á 70 %.—Hasta ahora el azufre se ha explotado en muy pequeña escala por los habitantes de Santa Elena, que lo emplean en blanquear la paja que usan en la fabricación de sombreros. (1)

Primeros trabajos.—Hacia el año de 1874, bajo la administración del señor Presidente García Moreno, principiaron por cuenta del Estado, exploraciones en la región petrolífera en busca de Petróleo, por la ejecución de un sondaje (2) y tal vez la poca pericia de los operarios fueron causa de que, habiéndose roto en el pozo uno de los barrenos, se suspendió la operación y se abandonó la Empresa.

Legislación.—Los terrenos petrolíferos así como el carbón y demás sustancias fósiles, eran en aquella época consideradas como propiedad de los particulares dueños del terreno, y no estaban sometidas al mismo régimen legislativo que los minerales cuya explotación se hallaba bajo el imperio de la ley de minas.

La Convención de Ambato, por decreto del 13 de Mayo de 1878, concedió á los señores M. G. Mier y Compañía el privilegio, por 20 años de la explotación del petróleo y sustancias bituminosas en la parroquia de Santa Elena, bajo la condición de pagar al Estado cierta cantidad anual y dejar á beneficio de éste, al finalizar el contrato, todas las má-

(1) T. Wolf.—Loc. cit.

(2) Hemos tenido ocasión de ver en Santa Elena, el motor y las herramientas que fueron empleadas en este trabajo.

quinas, edificios, etc. etc., pertenecientes á la Empresa. Los concesionarios hicieron repetidos esfuerzos para traspasar su contrato ó buscar los capitales necesarios para levantar la Empresa; pero sea que la inmensa producción de los Estados Unidos y Rusia fuera suficiente en aquella época para las necesidades del mercado, sea, sobre todo, á causa de ciertas cláusulas del contrato, no pudieron arribar á un resultado satisfactorio, y la explotación quedó reducida al primitivo estado que vamos á señalar.

El terreno petrolífero de Santa Elena ha sido visitado varias veces desde 1890, por distintos ingenieros, con el fin de emprender sérios trabajos de explotación; pero el tenor del contrato era ya, en los últimos años, una valla insuperable para toda Empresa la que, después de haber efectuado enormes gastos en sondajes y erección de oficinas, se hubiese visto obligada á abandonarlo todo al Fisco sin remuneración alguna, ó á aceptar las condiciones que le impusiera el Gobierno para concederle una prórroga de su privilegio. He aquí la principal causa que á nuestro parecer, ha impedido el desarrollo de la industria del Petróleo en el Ecuador, la misma que hemos creído útil señalar, pues de otro modo mal se podría explicar la falta de explotación de sus yacimientos situados en condiciones excepcionalmente ventajosas.

Explotación del Petróleo.—Su estado actual.—Los pozos de donde se extrae el *copé* están situados en la Punta de Santa Elena, unos situados á unos 300 metros de la orilla del mar, otros diseminados en el territorio á una distancia que no pasa de 2 millas de los primeros. En el terreno que se levanta á una altura variable de 10 á 15 metros

sobre el nivel del mar, se excavan los pozos al través de la capa de arena y arcilla hasta tocar con la arenisca; la profundidad de dichos pozos varía de 1 metro 50 cent. á 3 metros, y su longitud y latitud varían entre 4 á 6 metros. El copé de que está saturado el terreno filtra al través de la capa permeable, acompañado siempre de una pequeña cantidad de agua salobre; y se reúne en los pozos de donde es extraído para ser, por medio de un fuerte cocimiento, transformado en brea. La explotación ha tenido por único objeto, hasta hoy, la producción de la brea empleada en el país para barnizar el interior de barriles y botijas, con el fin de conseguir la impermeabilidad de dichos embases, y para calafatear las embarcaciones. Desde el año de 1895, el que suscribe, después de haber analizado el copé, pensó en utilizarlo como combustible, empleándolo con el mejor éxito en la calefacción de los calderos á vapor de la Cervecería de Guayaquil.

Análisis del copé.—El *copé* fresco, recién extraído de los pozos, es perfectamente líquido; su densidad varía entre 0.920 y 0.931, según su procedencia y el tiempo transcurrido desde su extracción. Su color pardo-oscuro aparece con un tinte verdusco cuando se le examina por reflexión.

Ensayes.—La sustancia bruta se separa por la destilación en dos porciones; una perfectamente líquida, transparente y casi sin color ó poco amarillenta, que tiene todas las propiedades del petróleo refinado del comercio, & & excepto el olor, que es algo más fuerte y desagradable; y otra espesa, que por destilación continuada da cantidades abundantes de un excelente gas de alumbrado, mucho mejor que el que se saca de la hulla. La cantidad de ambos

productos varía según el método de preparación. Verificándose la destilación en retortas de vidrio, no ha sido posible sacar más que 12 % de petróleo refinado, por espesarse tanto el contenido en la retorta, que ésta se rompería infaliblemente al continuar la operación. Pero valiéndose de retortas de hierro colado ó de otro metal, y dando mucho más calor, de 100 centímetros cúbicos del material bruto pasaron primero al recipiente 5 %, y luego empezó un desprendimiento abundantísimo de gas de alumbrado, que es muy rico en carbono y por lo propio de mucho poder luminoso, y que consta esencialmente de etileno (gas oleífico C_2H_4) y de acetileno (C_2H_2); pero al mismo tiempo continuó la destilación de otra parte del líquido, ya no tan puro como en la porción primera. Obtuvieronse en esta segunda parte de la destilación 59 centímetros cúbicos de petróleo y 5925 centímetros cúbicos de gas de alumbrado. Cuando se expone el petróleo natural inmediatamente á un fuego fuerte en retortas de hierro, se logra menos de destilado líquido, pero más de gas. Así dieron 100 centímetros cúbicos en un segundo de experimento 19 cent. cúbicos de destilado claro, antes de principiar el desarrollo de gas; pero solamente 24 centímetros cúbicos de otra porción líquida. En la retorta de hierro, se encuentra siempre después de la destilación un corto residuo de carbón amorfo. Es de advertir, que el petróleo natural examinado en estos ensayos, seguramente ya no contenía toda la cantidad de aceites volátiles, con que fluye de la tierra; pues fué recogido de un pequeño pozo, en donde estaba expuesto por mucho tiempo al aire libre. Los números arriba indicados para el destilado claro y transparente se aumenta-

rían notablemente al someter á la destilación la sustancia enteramente fresca, cuando aun no ha estado expuesta mucho tiempo al contacto del aire. (1)

En los ensayes que de la misma sustancia hemos practicado, hemos podido notar que la ebullición del líquido y su destilación principian á una temperatura de 300° C. á 310° C. Además de una proporción de 10 á 15 % de un líquido de un color amarillo pálido, inutilizable para el alumbrado en lámparas comunes, y que podemos considerar más bien como aceite lubricante bastante fluido, de una densidad que oscila entre 0.840 á 0.850, hemos obtenido cierta proporción de aceite de color oscuro cargado de parafina.

Una muestra que sacamos en el año de 1895 de los pozos llamados de Santa Paula, del mismo territorio, sometida al ensaye nos dió el siguiente resultado:

Densidad $0,931^{\circ}$.—El hervor principia á los 310° C.; hemos destilado hasta obtener una cuarta parte del volumen; el producto de la destilación, de color amarillento, tiene una densidad de 0.862.

El residuo que quedó en la retorta se solidificó en escamas de parafina coloreada por alquitran.

Esta variación en los resultados de los ensayes de copé recientemente extraído puede tener su origen en una diferencia de composición de las muestras y en la manera de practicar los ensayes; lo cual probaría en el primer caso, la existencia de capas ó depósitos situados á profundidad variable, en conexión con el terreno superficial.

El Dr. Wolf se pregunta si el petróleo procede

(1) Análisis practicado en Quito por el profesor P. L. DRESSER.

de una formación más antigua (la terciaria) fundándose en el hecho de que “la práctica ha enseñado, que al hacer los pozos para recojer el copé, no se puede perforar este fundamento duro, sin que se pierda en la profundidad” añadiendo que los pozos en actual explotación están situados dentro del terreno de la época cuaternaria.

El copé que se halla en la capa superficial puede proceder tanto de la formación cuaternaria como de la terciaria, pues vemos las emanaciones de aceite de esta última formación asomar á la superficie del terreno en el “Volcancito”, acompañando á las aguas termales, así como se presentan las exsudaciones de aceite en el terreno cuaternario, y no siempre se encuentra los hidrocarburos en el terreno en que fueron formados; en cuanto al hecho de que el aceite de los pozos “se pierde al perforar la capa de arenisca,” este hecho es por demás, fácil de explicar por la presencia de una capa arenosa estéril inmediatamente inferior á la de arenisca.

Tampoco probaría nada el mal éxito obtenido en la perforación de un pozo en Santa Elena, pues ya conocemos las condiciones defectuosas en que fué ejecutado.

Por otra parte y aún cuando dicho pozo hubiera sido llevado hasta una profundidad mayor, y no hubiera encontrado el aceite, tampoco probaría nada en contra de nuestra presunción, pues sabemos por experiencia que aún en los distritos los más ricos en aceite existen numerosos pozos estériles, próximos á otros de una producción considerable.

Formación terciaria.—La formación terciaria marina se desarrolla en el Ecuador especialmente en las provincias litorales, inmediatamente

debajo de la cuaternaria que acabamos de señalar. En ciertos lugares de la costa, en donde las aguas del mar han producido el desgaste de la parte inferior de las colinas, así como en las quebradas donde los torrentes originados por las lluvias han surcado profundamente el terreno se puede estudiar esta formación; allí los estratos se presentan en cortes de 60 á 120 pies de altura, formados en su mayor parte de arcillas de diversa coloración: blancas, amarillas, azules, verduzas y morenas, alternando con esquistas arcillosas, arenisca arcillosa y margosa, friables y desmoronadizas, formando concreciones de forma globular ú ovoidea, capas de lignitas y esquistos bituminosos que dejan asomar en verano el alumbre cristalizado. Tampoco falta entre los estratos capas de cuarzo ferruginoso y otras de sulfato de cal cristalizado. Las rocas que constituyen esta formación pueden clasificarse en dos grupos: areniscas y arcillas pizarrosas, ambas tan variables en sus formas y transiciones que se hace difícil fijar con exactitud sus límites.

Las areniscas son generalmente muy cuarzosas, de grano grueso, en cuyo caso son muy duras y se emplean en el país para la fabricación de filtros para el agua, á veces se convierten en verdaderos conglomeratos cuyas partes constituyentes alcanzan el tamaño de una nuez ó de un puño. Cuando las areniscas son de grano fino son comunmente arcillosas y margosas, se descomponen y desagregan fácilmente bajo la acción del agua y del aire.

En algunos lugares las capas de pizarra de esta formación son bituminosas, y no es raro hallar en el terreno algunos trozos de madera carbonizada transformada en lignita. De vez en cuando se pue-

de observar, sobre todo á marea baja, filtraciones de petróleo, que se desprende de las capas; y se derrama en el mar, en otros puntos el mismo líquido absorbido por las arenas accillosas y calcáreas se ha evaporado y desecado transformándose en una sustancia dura que podemos considerar como un verdadero asfalto.

Fuentes termales y Volcán fangoso de San Vicente (1).—Estas se hallan á unas 4 leguas al Este de Santa Elena, no muy lejos del camino de Guayaquil, que queda al lado austral á 75 metros sobre el nivel del mar.

“En una quebrada poco honda pero muy ancha, que baja del lado del cerro de Asajmón, el suelo está formado por las capas casi verticales de la arenisca terciaria completamente como en la playa del mar cerca de Cangrejo alternando también aquí las areniscas con otras capas de arcilla azuleja y en parte bituminosa.

De estas capas surgen en medio de la quebrada tres grandes borbollones de agua, dos calientes (38° 40° C.) y uno tibio (32° C.) y además una multitud de fuentes más pequeñas. Hacia la margen setentrional del plano que forma el fondo de la quebrada á corta distancia de las fuentes se halla el “Volcancito”. Es un cono muy truncado, que tendrá dos metros de altura y seis de diámetro en su parte inferior. En el centro de la pequeña meseta se halla el cráter principal, un embudo de un metro de ancho y lleno de lodo, del cual brotan sin intermisión grandes burbujas de gas, ocasionando un sonido sordo gutural. Al rededor del cráter la planicie fango-

(1) T. Wolf.—Loc. cit.

sa está cubierta de muchísimos pequeños conos, solo de 5 á 30 centímetros de altura, cada cual con su pequeño cráter terminal, que arroja lodo y gases con un sonido silbante. Pueden compararse estos conitos encima del cono principal con los conos y cráteres de erupción [laterales] de los volcanes verdaderos. El fango arrojado es muy salado y en la superficie cristaliza la sal bajo la influencia de los rayos del sol. Colocados sobre la margen del cono, percibimos un olor fuerte de petróleo y en efecto se deposita esta sustancia en bastante cantidad al rededor de los respiraderos de gas, comunicando al fango arcilloso, que al principio es gris claro, un color pardo. Azufre nativo terroso se ha depositado en corta cantidad en el fango, y además en algunos puntos hidróxido (ocre) de hierro. De los productos depositados deducimos, que los gases principales que se desprenden, serán; el ácido carbónico, el gas sulfhídrico y el hidrocarbúrico, los mismos pues, que se han observado en los volcancitos fangosos de otros países.

Las cercanas fuentes termales están en íntima conexión con el volcan de fango, y en el fondo son efecto del mismo fenómeno, solo que en lugar de un poco de lodo arcilloso arrojan en gran cantidad agua limpia. El desprendimiento de gases en las fuentes es tan considerable ó aun más enérgico, que en el volcancito; tambien aquí se percibe el olor á petróleo y de hidrógeno sulfurado, y hay igualmente sedimentos de ocre, de sal, de azufre, de nafta; pero estos productos con mayor facilidad son llevados por el agua y no pueden acumularse en gran cantidad.

El agua cristalina de las fuentes está muy car-

gada de sales, mucho más que el agua del mar, conteniendo en un litro más de 13 gramos de sales fijas. Predominan los cloruros de sodio, potasio y calcio y después sigue el bromuro y yoduro de calcio en cantidades muy considerables. Tanta riqueza de sales en el agua indica la existencia de un gran depósito de estas sustancias en la profundidad. Un hecho curioso es el de que en el agua salada y caliente (40° C.) de las fuentes viven pescaditos muy pequeños, y el talud del cono caliente del volcancito está vestido espesamente de una planta ciperácea singular, que no observé en otro lugar de esa región. En cuanto á los pescaditos, recuerdo que las fuentes se hallan á la distancia de 3 leguas del mar y á la altura de 75 metros sobre su nivel.

En una llanura que dista de Santa Elena una legua hacia el N. no muy lejos de la Punta Centinella, me mostraron dos montones de tierra arcillosa, que al decir de algunos testigos oculares, fueron volcancitos no mucho tiempo hace.”

Los terrenos petrolíferos en el Perú.

—Como hemos indicado más arriba al hablar de la formación terciaria, esta se continua hacia el Sur en la provincia de Tumbes [Perú].

El copé manifiesta aquí su presencia con las mismas condiciones ya descritas.

Desde mucho tiempo se conoce en el Perú la existencia del asfalto y de la brea sólida y líquida.

“La materia sólida está en la superficie, y se sacaba el líquido de largos fosos profundos, de unos 20 piés, que el petróleo llenaba mediante una exsudación lenta y continua. (1)

(1) F. Morello.—Petróleo del Perú.

“La superficie de estos terrenos está cubierta por distintas gredas, arenas y conglomeratos fósilíferos, compuesto de cascajo, piedras y peñascos rodados, argamasados entre sí con cal, arena y barro ferruginosos. Las rocas petrolíferas de esta región parecen ser las areniscas cloríticas, las que en su mayor parte están saturadas de aceite, y cuyas capas quebradizas se encuentran tan débilmente unidas, que permiten que el petróleo se escape por las rajaduras. Es en las rocas expuestas al constante roce del mar donde se ve gotear el aceite que inunda las playas. (1)

Sal y azufre.—Acompañando al copé encontramos, lo mismo que en la región de Santa Elena, la sal marina y el azufre reunidos en el mismo terreno.

“La parte plana de esta zona, por el lado del desierto, es en algunos puntos cubierta por una gruesa capa de salmetrón que solo contiene pequeñas cantidades de nitrato de soda, y en su mayor parte compuesta de bancos de arcilla ferruginosa, de yacimientos de *ahembre*, *yesso* y *sal de cocina* material inagotable en las extensas salinas de Sechura que ocupan una extensión de muchas leguas cuadradas. Esta extensa planicie se prolonga hasta la quebrada de Ramazón en donde termina por el Barranco al pié del cual el terreno se levanta y forma una nueva planicie más alta que la anterior. Este barranco es formado por extensos mantos de *azufre* que pueden aprovecharse para la fabricación del ácido sulfúrico. . . . (2)

En la misma región, á pocas leguas al E. de

[1] [2] F. Moreno.—Loc. cit.

Tumbes, se presenta el mismo fenómeno que hemos observado ya en "San Vicente" al tratar de las aguas termales "Hervidero": (1) Un continuo desprendimiento de gases que se verifica con ruido en medio de una agua fangosa y muy cargada de sales, la que remueve como si estuviera en ebullición, explica perfectamente el nombre de "Hervidero" que le dan en el lugar."

"A pesar de que las materias contenidas en las aguas de Santa Elena y del Hervidero, varían de proporción, se asemejan sin embargo muchísimo; pues ambas carecen de sulfatos y casi enteramente de magnesio; las dos contienen yodo y bromo y casi la misma cantidad de materias fijas. La única diferencia entre estas dos aguas, á parte de la distinta proporción de los elementos minerales, consiste en que el agua del Hervidero carece también de potasio, elemento que figura en la composición del agua de Santa Elena."

"Análisis del agua del Hervidero.—

Un litro de agua contiene:	Bicarbonatos.
Carbonato de cal.....	gramos 001250 = 001800
" magnesia... "	" vestigios.
Oxido de fierro.....	" 000750 = 001500
Silice.....	" 002400
Yoduro de calcio.....	" 015944
Bromuro de calcio.....	" 016387
Cloruro de calcio.....	" 070816
" aluminio.... "	" 000700
" sodio..... "	" 1319842

	gramos 14280099

[1] A. Raimondi.—Aguas Minerales del Perú.

“Habiendo hecho recientemente el análisis del agua termal de Santa Elena, de la que el señor Malinowski tuvo la bondad de remitirme varias botellas doy aquí el resultado para mostrar la analogía con el agua del “Hervidero” de Papagayo.

Análisis del agua termal de Santa Elena (Ecuador).—

Un litro de agua contiene:		Bicarbonatos.	
Carbonato de cal.....	gramos	004500	= 006480
“ magnesia..	“	000550	000720
Oxido de fierro.....	“	001100	002200
Silice.....	“	001700	
Yoduro de calcio.....	“	008565	
Bromuro de calcio.....	“	031992	
Cloruro de calcio.....	“	644547	
“ aluminio.....	“	001829	
“ sodio.....	“	587262	
“ potasio.....	“	053380	

gramos 1.3.34425

Explotación en el Perú.—El descubrimiento del petróleo en gran abundancia en los EE. UU. del Norte y más que todo sus numerosas aplicaciones en la industria fueron causa de que, hacia la misma época, llamaron la atención los yacimientos del Ecuador y del Perú.—En este último país fué perforado en 1876 un primer pozo el que, á 500 piés de profundidad encontró la capa petrolífera; un segundo pozo, perforado en la vecindad produjo, durante 3 años, seiscientos barriles por día. (1)

En los pozos perforados se ha encontrado el petróleo á distintas profundidades, entre 100 y 350 piés.

(1) F. Hue.—Le. Pétrole.

T. Moreno en su folleto ya citado dice: "En general en los yacimientos, los terrenos son, en la superficie, de aluvión moderno. El aceite se encuentra comunmente en el interior, unas veces sobre conglomeratos de roca y otras recubierto por una capa de arcilla arenosa, mezclada con cascajo. Las capas geológicas son las mismas y están dispuestas de la manera siguiente:

1º En la superficie: capa de arena, cuyo espesor varía de 0.25 cms. á 4 metros.

2º Cubierta de arenisca blanca, dura y resistente en algunos puntos; blanca y porosa en otros, variando el espesor entre 0.30 y 2 metros: En donde la arenisca es poco porosa, el petróleo se manifiesta por una ligera trasudación que mancha la piedra, pero donde la arenisca es menos compacta, la trasudación es abundante.

3º Capa de arena húmeda, blanda, muy fina, con espesor de 8 á 12 metros.

4º Conglomerato de cal ó caliza, formado por aglomeración de conchas marinas.

5º Pizarra impregnada de aceite, por cuyas juntas se escapa el líquido y los gases cuando vienen superpuestos hasta la superficie.

"Como se vé por la estructura de las capas geológicas, la perforación de pozos para la extracción del aceite es sumamente fácil, como lo dice muy bien el ingeniero Warren, en su informe sobre los yacimientos de Talara: la operación de abrir pozos es muy fácil por la blandura del terreno y lo perfecto de los aparatos modernos. Un pozo de 200 pies ha sido perforado en 5 días, y otro de 345 pies en 10 días respectivamente. Petróleo hallado á una profundidad de 27 metros, era de una densidad de

25° B. y en el mismo pozo, á una profundidad de 121 metros alcanzó á 37° B.”

“El petróleo extraído de los pozos del Perú fué sometido al ensayo por el doctor Salathé y dió lugar á un informe del cual extractamos lo siguiente: Puede considerarse como un producto descompuesto por el calor, formando de esta manera una serie de hidrocarburos entre la serie grasa y la aromática. El olor es parecido al de los productos del alquitrán de hulla.

La densidad de este aceite bruto es 0.848 á 150° C. ó 36° B. por el hidrómetro de la “Standart Petroleum Association”.

La determinación de su constitución dá el siguiente resultado:

Carbono	84.9	°/o
Hidrógeno	13.7	“
Oxígeno	1.4	“

“El calor de la combustión es equivalente á 13,672 calorías siendo el coeficiente de dilatación: 0.00072.[1]

La destilación del aceite bruto ha dado los resultados que siguen:

Grados Celsius	Proporción	°/o	
10° 100°	2.8		de bicachena, Pigolena
30° 80°	9.		Gazolina.
80° 150°	11.1		Benzina.
150° 230°	18.5		Kerosene ligero.
230° 280°	10.		“ pesado.
Temperaturas más elevadas	12.8		Accite lubricante ligero.
	4.8		“ “ pesado.
	30.		Asfalto.

[1] F. MORENO.—Loc. cit.

Un análisis practicado posteriormente en la Escuela de Minas de Lima ha dado:

Chimogena	}	21.137
Rigolena		
Gazolina		
Benzina		
Kerosene ligero		16.977
" pesado		11.631
Aceite lubricante		15.092
" pesado, cuyo punto de ebullición es superior á 360°	}	33.250
Carbono fijo [coke]		
Ceniza ó residuo fijo		0.024

Producción de Petróleo y Mercados de consumo.—Apesar de que la existencia del Petróleo ha sido reconocida en numerosos puntos de todos los continentes su explotación en grande escala ha quedado monopolizada por dos principales centros de producción: E. U. y Rusia; los yacimientos descubiertos en las Repúblicas Argentina, Bolivia y Colombia, se hallan situados todos á grandes distancias en el interior, alejados de toda vía de comunicación, en condiciones que detendrán por mucho tiempo su explotación cuyo producto no podría soportar los enormes gastos de tran porte al litoral.

La situación excepcionalmente ventajosa en los terrenos petrolíferos del Ecuador, á lo largo de la costa del Pacífico, hace que el producto de la explotación podría luchar ventajosamente con el de los Estados Unidos para el abastecimiento de las Repúblicas del Sur y Centro América y principalmente la exportación á la India, China, Australia; pues los

productos de los Estados de Nueva York, Pensilvania, West Virginia, Colorado, &, embarcados por el puerto de Nueva York gastan en su viaje al Japón y las costas de la China, de 180 á 200 días, siendo suficientes para recorrer la misma distancia desde Santa Elena unos 60 ó 65 días. El aceite de California, único cuya competencia podía temerse, ha tenido una producción en el año 1897 de 1.070,000 barriles, cantidad que no es suficiente para su propio consumo.

La producción del Perú es hasta ahora muy limitada, apenas abastece á su propio consumo.

“A pesar de nuevos descubrimientos de aceite en Europa, Argelia, South Africa, Japón é India Holandesa y el aumento de los trabajos en Galicia, el producto Americano continúa á ser exportado á fuera en notable cantidad.” (1)

“Durante el año de 1897 nuestra explotación total en aceite mineral fué de 59.281,431 galones más que 1896.”

La explotación de los Estados Unidos en el año de 1897 ha sido la siguiente: (2)

Petróleo crudo.....	galones	124.454,397
Nafta.....	“	13.045,071
Kerosene.....	“	791.684,140
Aceite lubricante y parafina.....	“	50.815,043
Residuo.....	“	10.504,937

Kerosene.—Como se ve por el cuadro que antecede, el kerosene para alumbrado, forma la base principal de la exportación y la importancia que esta sustancia va tomando cada día conducirá á un

(1) Engineering and Mining Journal—ENERO 1898.

(2) ENGINEERING and MINING JOURNAL.—ENERO 1898.

aumento gradual de consumo, no solo para el alumbrado sino también como productor de fuerza motriz, etc.

El kerosene Americano importado en las cuatro Repúblicas de Chile, Perú, Ecuador y Colombia, puede calcularse en números redondos como sigue:

Chile.....	galones	1.800,000
Perú.....	"	400,000
Ecuador.....	"	350,000
Colombia.....	"	2.500,000

Combustible.—El Petróleo bruto así como el residuo de la destilación se emplean como combustible y consideramos que es allí donde reside su principal valor comercial para el uso en el Continente Sud Americano, reemplazando ventajosamente al carbón y á la leña, únicos combustibles en uso en la costa del Pacífico.

En efecto, salvo las lignitas de mala calidad explotadas al Sur de Chile, [Lota y Coronel] no existe ningun yacimiento de carbón situado á proximidad de la costa y la hulla usada como combustible, fabricación de gas, etc., procede de Inglaterra y Australia. Su precio varía entre \$ 18 y 22 por tonelada. No tenemos datos para calcular el consumo de las Repúblicas de Centro América; indicaremos únicamente el gasto en las cuatro Repúblicas, de:

Colombia.....	140,000	tons.
Ecuador.....	120,000	"
Perú.....	200,000	"
Chile.....	600,000	"

formando un total de tons. 1.060,000 la misma

que puede remplazarse ventajosamente por unas 7,000 toneladas de petróleo bruto, pues la práctica ha demostrado que una tonelada de esta sustancia equivale á 1.50 tonelada del mejor carbón de piedra.

A estas cifras debemos añadir, para el Ecuador, un consumo de leña, de precio bastante elevado [S. 2.00 á S. 2.50 por tarea de m². 2.33], combustible empleado casi exclusivamente por la flotilla de vapores fluviales, así como por diversos ingenios de azucar.

Aceite lubricante.—Este artículo se importa al Ecuador desde diferentes lugares, especialmente de Norte América. El consumo total en el año de 1897 ha ascendido á 1,045 cajas que representan un valor comercial de S. 17,550.

Aguarrás.—Los aceites ligeros de petróleo se emplean hoy con muy buen éxito para la fabricación de pinturas, reemplaçando ventajosamente al aguarrás. El Ecuador ha importado en el año próximo pasado un total de 823 cajas con un valor comercial de S. 6,569.00, de los que corresponden á los Estados Unidos una suma de S. 5,957.

♦♦♦

PROBABILIDAD DE LA EXISTENCIA DEL PETRÓLEO

EN LAS CAPAS DE LA FORMACIÓN TERCIARIA DE LA
COSTA DEL ECUADOR.

Después del estudio que acabamos de hacer de los terrenos petrolíferos del Ecuador y del Perú y á falta de sondajes cuyo resultado venga á comprobar la existencia del aceite en la profundidad, examinaremos en breves palabras, las condiciones y fenómenos que acompañan en general al petróleo en los diferentes centros de producción.

No nos detendremos aquí á examinar las diferentes hipótesis y teorías emitidas por los geólogos para explicar las causas que han dado lugar á la formación, en las capas estratificadas de la tierra, de los yacimientos de asfalto, brea y petróleo, y que han sido objeto de numerosas controversias.

La hipótesis admitida hoy por gran número de geólogos es, la de la transformación de sustancias orgánicas de naturaleza animal ó vegetal bajo la influencia de numerosas causas siendo las principales: el tiempo, la presión, el calor, etc.

Yacimientos.—“Si es indiscutible que los hidrocarburos naturales se encuentran en los terrenos de sedimento, desde los más antiguos hasta en los que se forman á nuestra vista, no es menos cierto

que, hasta hoy, es en las formaciones de la *época terciaria* que se encuentran los más extensos y los más *esparcidos*: si exceptuamos sin embargo los depósitos silúricos y devónicos de la América del Norte, formados bajo el imperio de condiciones geofísicas que no han sido reconocidas en otras regiones en donde existen formaciones de la misma edad.

“De una manera general, los indicios de la existencia de los hidrocarburos sólidos, líquidos ó gaseosos.

“El petróleo impregna las rocas en medio de las cuales se ha formado, y su existencia se revela de dos modos: de una parte por las fuentes naturales, en las que se halla acompañado de agua más ó menos mineral; de otra parte por la perforación de pozos de diámetro y dimensiones varias, que llegan hasta las capas ó niveles interpuestos á diferentes profundidades entre rocas no petrolíferas ó estériles.

“En tésis general, los depósitos petrolíferos pueden ser asimilados á los de la hulla con los cuales presenta la mayor similitud de origen y disposiciones estatigráficas.—Esto equivale á decir que los principios que son aplicables á la busca de la hulla deben servir de base para buscar el petróleo. (1)

“Los yacimientos de aceite se hallan casi siempre en la vecindad de las grandes cadenas de montañas y paralelamente al eje principal de solevantamiento y de las crestas principales—por ejemplo: en Rusia, á lo largo del Cáucaso; en Pensilvania á lo largo de los montes Alleghanys, etc.

“La asociación de la brea, de la sal, del bromo en las fuentes minerales ó en los depósitos cuya for-

(1) A. JACCARD.—Le Pétrole, de, au point de vue géologique.

nación se atribuye á la intervención de dichas fuentes, ha sido observada en muchos lugares.

“Esta asociación aunque no es constante se encuentra en lugares muy distantes unos de otros; en las orillas del mar Caspio, los Apeninos, en los alrededores de Dax [Francia]; en América del Norte en el Kentucky y en las orillas del lago Salado.” (1)

Todo este conjunto de circunstancias se halla reunido en la costa del Ecuador en la región de Santa Elena y podemos considerarlos como indicio de ~~la~~ mayor importancia en favor de nuestra presunción de que los sondajes que se ejecuten en dicho lugar encontrarán las capas oleificas como se han hallado en el terreno de la misma formación de la vecina República del Perú.

Abrigamos la convicción de que, favorecida por una legislación liberal, la industria petrolífera se desarrollará en el Ecuador, en vasta escala; será fuente de riqueza para el país y dará ámplia remuneración á los capitales que se inviertan en ella.

(1) LARTET.—Giles bitumineux de la Judée.

Guayaquil, Marzo 12 de 1898.

C. VAN ISSCHOT

INGENIERO DE MINAS,

Miembro de la “Societ  des Ing nieurs Civils de France” y del “American Institute of Mining Engineers” de New York.