SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

BOLETIN NUMERO 35

EL PETROLEO EN LA REPUBLICA MEXICANA

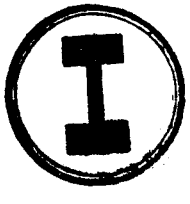
ESTUDIO GEOLOGICO ECONOMICO SOBRE LOS YACIMIENTOS

PETROLIFEROS MEXICANOS

POR EL GEOLOGO E INGENIERO DE MINAS

MIGUEL BUSTAMANTE

PRIMERA PARTE



MEXICO

TALLERES GRAFICOS DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES

1917

ADVERTENCIA

El Sr. Ing. Ezequiel Ordóñez, exdirector del Instituto Geológico de México, me encargó hiciera una recopilación de todos los trabajos que se hubieran escrito sobre la Geología del Petróleo de México, tanto de autores mexicanos como extranjeros; y por eso aparecen al principio de esta obra algunos extractos de varios trabajos que ya han sido dados a luz en algunas publicaciones, con el objeto de reunirlos en un solo tomo, facilitando su consulta por los interesados en nuestro país en la explotación de los yacimientos petrolíferos: pero como la mayor parte de estos escritos parten de diversas bases, su publicación, lejos de llenar el vacío que se nota, traería una confusión, propuse a dicho señor, que me diera carta blanca para escribir un trabajo más o menos original sobre el Petróleo en México, aprovechando todo el material reunido, y sólo publicar como introducción algunos de esos trabajos condensados de verdadero mérito.

En el presente Boletín me he apartado de la forma clásica, que predomina en la mayor parte de las publicaciones del Instituto, cuyo espíritu realmente no ha sido el de la vulgarización, sino que son trabajos áridos, que sólo los sabios pueden aprovechar y de los cuales el público apenas si llega a tener noticias vagas sobre su existencia.

Veremos si el éxito de esta publicación, que considero muy deficiente, dada mi ninguna práctica para manejar la pluma y la escasez de datos, logra por la intención que me ha guiado al escribirla, difundir los conocimientos geológicos y el amor al estudio de la Geología Aplicada, que es la parte más útil de esta Ciencia, y dar otra orientación a las publicaciones de este Instituto, que las hagan más útiles a todos aquellos que se dedican a la explotación industrial de las riquezas del subsuelo mexicano.

México, octubre de 1917.

M. Bustamante.

PRÓLOGO

Al asumir la Jefatura del Departamento de Estudios Geológicos y Exploraciones y la Dirección del Instituto Geológico de México, encontré terminado, y casi en su totalidad impreso, el escrito del Sr. Ingeniero don Miguel Bustamante, al que, por acuerdo del señor Secretario de Industria, Comercio y Trabajo, servirán estas líneas de prólogo.

Fué la idea de mi antecesor, el Sr. Ingeniero don Ezequiél Ordóñez, que se hiciera una recopilación de las opiniones técnicas publicadas sobre la riqueza petrolífera de México, ya para tener un conjunto sintético que sirviera de base a estudios posteriores, ya para publicarla, con las adiciones pertinentes, si tal cosa hubiera sido oportuna.

Habiéndose separado el Sr. Ordóñez de la Dirección del Instituto desde principios de septiembre de 1917, y no habiendo yo venido a substituirlo sino hasta el 1º de abril de 1918, en ese intervalo de tiempo no podían haber quedado en suspenso las actividades del Instituto, y de allí que la primera parte de la obra "El Petróleo en la República Mexicana" hubiera sido concluída y vea hoy la luz pública, sin haber obedecido a otro plan que el que su autor creyó conveniente adoptar.

Ahora que ya está formulado un programa al que se sujetará la labor del Instituto Geológico, en lo referente al estudio del petróleo en México, es pertinente bosquejarlo y precisar la utilización que, dentro de ese programa, podrá tener el estudio que hoy se publica.

No es de extrañar que trabajo de tan capital importancia se inicie años después de que México se reveló como importante productor de aceite mineral, si se tiene en cuenta que apenas hace dos años que el país ha entrado en la vía de su reconstrucción social y política, después de haber sostenido cruda lucha para aniquilar regímenes viciados y retardatorios, que no podían impulsar en debida forma, como hoy se hace, el estudio geológico de las riquezas de nuestro subsuelo.

Al efecto, se han empezado trabajos de planificación y muy pronto se dará principio a labores de campo, para completar de la mejor manera posible, la topografía de cada región, base indispensable para los estudios ulteriores y que, en sí misma tendrá gran importancia, puesto que, aunque las estructuras superficiales obedecen a menudo a causas físicas cuya influencia no persiste a profundidad, en numerosos casos, existen relaciones, a veces decisivas, entre la topografía de la superficie y la disposición de las estructuras subterráneas. En seguida, o quizá simultáneamente, se efectuará el estudio estratigráfico y se hará el cómputo de los datos geológicos recogidos durante las perforaciones, depurándolos hasta donde sea posible y, como resultado, verán la luz pública algunas monografías, acompañadas de planos, secciones y análisis químicos y micropetrográficos, monografías que, periódicamente reaparecerán, completando o rectificando los estudios previos.

A la realización de este programa, el estudio del Sr. Bustamante aportará la parte que tiene de datos gráficos, algunos de ellos interesantes, y también servirán como elementos de estudio, las recopilaciones que contiene de opiniones de autores reputados.

Las teorías que expliquen la acumulación de los hidrocarburos en zonas determinadas de la litoesfera, no deben ser, en mi sentir, formuladas cual hipótesis generales, toda vez que la complejidad de tales fenómenos, hace suponer que cada caso envuelve especial problema, sino que habrán de basarse en minuciosos estudios topográficos, litológicos y estratigráficos, que son los que el Instituto acometerá en breve. Esto, más que las teorías geogénicas, es lo que nos conviene precisar, para definir nuestras concepciones acerca de la persistencia en extensión y profundidad de esta riqueza nacional, y a eso tenderán, de preferencia, nuestros empeños, para cuya realización contaremos, a no dudarlo, con el franco espíritu de cooperación que, por deber y por interés científico, nos aportarán las compañías explotadoras, algunas de las cuales, nos han demostrado ya su buena voluntad. En la persona del autor de este trabajo, tendremos también un elemento bien preparado para cooperar en el estudio metodizado que a grandes rasgos he bosquejado.

En este estudio, como en todos los que tienen por objetivo la corteza de la tierra, es posible que gradualmente tengamos que conformarnos con aceptar causas cuya variabilidad en intensidad y en persistencia, estén en relación con la complejidad de los fenómenos. Las teorías que sostienen las causas únicas o las modalidades exclusivas, si han sido útiles para servir como puntos de partida y aun de mira a las investigaciones de los especialistas, no hay que tomarlas como definitivas; mas, para rectificarlas, se impone la realización de operaciones laboriosas y de estudios concienzudos que seguramente conducirán a la aceptación de ideas menos exclusivas, demostrando con esto la dificultad que envuelve, en-

tre otros, el estudio del petróleo, y la responsabilidad que incumbe a quienes desvían la opinión, queriendo sostener teorías prematura y deficientemente concebidas.

El señor Ingeniero Bustamante, yendo contra la opinión más generalmente aceptada, se declara partidario de una de las varias teorías que en distintas épocas se han sostenido para explicar el origen del petróleo. A este respecto, es probable que las opiniones sigan divididas durante mucho tiempo, máxime si los especialistas persisten en adoptar una causa única, cuando la extensión y complejidad del fenómeno piden eclecticismo en las hipótesis, que habrán quizá de fundarse en observaciones y estudio de las grandes acumulaciones de vegetales, de los despojos animales, de los yacimientos de carbón y aun en la investigación de las abstrusas reacciones que en el seno de la baryesfera se realicen.

Por lo que toca al trascendental problema de la acumulación, sabido es que en nuestros campos petrolíferos desempeñan importante papel las rocas intrusivas que, afectando y alterando más o menos intensamente, la regularidad normal de las formaciones clásticas, debe haber traído, en la disposición relativa de los estratos, en su orientación y echado, en su estructura y aun en su íntima naturaleza mineralógica, cambios y modificaciones que han repercutido en el fenómeno de la acumulación de la riqueza fluida a que nos referimos; pero, el precisar este influjo, el inferir las modalidades a que dé lugar, no puede ser el resultado de una improvisación o de una hipótesis aventurada, ni tampoco de un simple reconocimiento o "vista de ojos," sino de minucioso estudio que de consuno deben realizar el geólogo y el ingeniero.

Cierto que, cuando se persigue un fin de utilidad industrial, como lo está haciendo el Instituto Geológico, suele uno verse constreñido a emitir opiniones sujetas a rectificaciones, pero siempre han de cimentarse sobre la sólida base de una amplia documentación técnica; aunque, como muy bien dice el Sr. Bustamante, no hay que temer a la crítica, por severa que sea, sobre todo, cuando con fe y probidad científicas se va en busca de la verdad.

Aunque no directamente en relación con el estudio geológico, contiene esta obra datos históricos que contribuirán a que el público se interese por los negocios de petróleo, considerándolos como objeto de explotación industrial y no de especulación bursátil, que es el aspecto que en la mayoría de los casos han asumido las empresas entre nosotros organizadas. Estos datos cooperarán igualmente para orientar y afirmar ante el público, el justo y elevado criterio en que el Gobierno mexicano se inspira, al tratar de reivindicar los derechos de la Nación, conculcados por anteriores gobiernos, con miras a todas luces, antipatrióticas y personalistas, y por ende, inmorales.

Los considerandos sociológicos del Sr. Bustamante, tanto en este particular como en otros, así como su estilo—propio, como él mismo dice, "de persona sin

ninguna práctica para manejar la pluma"—quedan, naturalmente, bajo su personal responsiva y deberán considerarse, por lo que al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos toca, como parte de un programa, libre y espontáneamente forjado por su autor.

La última parte del libro es la que más se aproxima al carácter sintético que se pretendió tuviese la obra. Desde ese punto de vista, tal capítulo será de utilidad y deberá tomarse en cuenta al proceder al estudio detallado que se ha proyectado y que, en la medida de lo posible, ha empezado a realizarse. En el curso de esa labor, oportunidades habrá para rectificar, o quizá ratificar, algunas de las suposiciones que el autor hace y que, aunque tal vez por falta de tiempo y espacio no justifica, obedecen al fecundo principio de que, por inferencia, las hipótesis geológicas deben irse extendiendo, pues es el *desiderátum* que esa ciencia persigue, el de servir de guía a las investigaciones industriales, pagando así la deuda que en sus comienzos contrajera, sobre todo, con la explotación de las minas, que pródigamente puso las bases sobre las cuales, con pasmosa rapidez y asombrosa fuerza evolutiva, se desarrolló la geología moderna.

México, 3 de agosto de 1918.

L. Salazar Salinas.

SINOPSIS DEL BOLETIN No. 26

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

Principiamos esta serie de extractos con una sinopsis del Boletín 26 (agotado) del Instituto Geológico de México, titulado "Algunas regiones Petrolíferas de México," obra debida a la pluma del Ingeniero de Minas don Juan D. Villarello, que fué publicada en el año de 1908; por ser la primera tentativa de un geólogo mexicano sobre un estudio general de los terrenos qme pudieran contener yacimientos petrolíferos, ubicados en la República, especialmente en las Costas del Golfo, en una época en que el problema de la existencia del Petróleo, en cantidades notables, en el subsuelo de los terrenos mexicanos reputados como petrolíferos, para hacer su explotación bajo el punto de vista comercial, comenzaba a esbozarse, pasando, paulatinamente, del estado de simples conjeturas a hechos reales y tangibles, que colocan nuestra riqueza petrolífera en la categoría de una de las más notables en el mundo entero.

En la introducción (págs. 5 a 7) da cuenta del objeto de las comisiones que desempeñó desde principios de 1902, para estudiar las manifestaciones superficiales petrolíferas en los Estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, y de los cantones de Ozuluama, Tuxpan y Papantla, del Estado de Veracruz; hace la observación justísima, de que en aquella época no había sino un número muy escaso de datos y perforaciones, necesitándose rendir los informes en el menor tiempo posible, siendo, además, sumamente extensa la zona estudiada, los informes rendidos adolecen del defecto de ser muy incompletos. En visitas posteriores completó sus datos y con el objeto de hacer clara la descripción de la zona petrolífera que estudió; la dividió en siete regiones: San José de las Rusias, Aquismón, El Ebano, Tantoyuca, Tuxpan, Papantla y el Itsmo de Tehuantepec.

En el Bosquejo Histórico (págs. 9 a 11) da noticia de algunos trabajos a que dieron lugar las indicaciones petrolíferas superficiales, cuyos resultados se publicaron en los años comprendidos entre 1872 y 1904, estos datos, los considera el Sr. Villarello, como muy lejos de constituir una reseña histórica completa, relativa al Petróleo en México.

Al final, da una lista de cinco trabajos sobre el Petróleo en México que considera, como la literatura entonces existente, sobre este asunto. En las páginas 19 a 29, tituladas: "San José de las Rusias", lámina I, se ocupa de las regiones petrolíferrs del Estado de Tamaulipas, comprendidas desde el lugar llamado "Santa María de las Ovejas," al sur de Soto la Marina, hasta el río Tamesí, que es lindero entre Tamaulipas y Veracruz; estando limitada al Este, por el Golfo de México y al Oeste, por la Sierra Madre Oriental.

Topografía. (Págs. 20 a 21).—En el intermedio entre la costa y la Sierra Madre Oriental, se encuentran las Sierras de Tamaulipas y las de San José de las Rusias, siendo las tres casi paralelas, con rumbo 30° N. W.; en el terreno comprendido entre las Sierras mencionadas, se encuentran lomeríos que se van perdiendo poco a poco, degenerando en planicies; al Sur y al Este, en donde se encuentran las lagunas del Carpintero, Pueblo Viejo, Champayán, La Culebra, Chila, etc., que desaguan en el Pánuco o en el Tamesí.

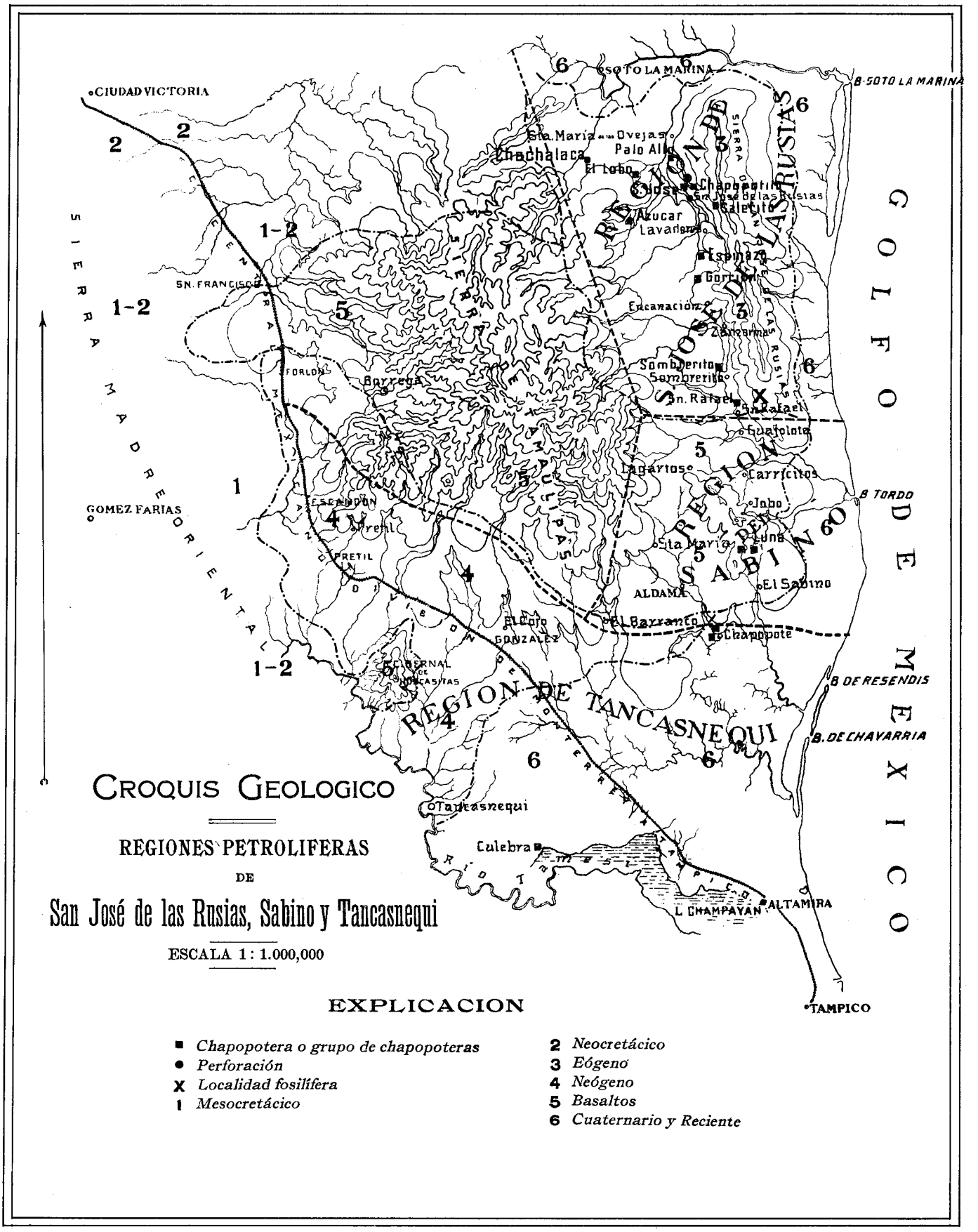
Geología. (Páginas 21 a 25).—Las formaciones presentan rocas sedimentarias y también ígneas, las primeras pertenecientes al Mesocretácico, al Eógeno, Neógeno y al Cuaternario; las rocas ígneas son basaltos de especies diferentes, los cuales se encuentran en conos, en corrientes y también como intrusivas.

La formación Mesocretácica, está constituida por calizas de color gris en gruesos bancos, con rumbos medios de 18° y 25° N. E. con 31° de echado al N. W. encontrándose fuertemente plegadas y dislocadas constituyendo una gran parte de la Sierra Madre Oriental, esta formación que se presenta principalmente en el distrito de Tula, pasa por el Poniente de los distritos del sur y centro de Tamaulipas, entrando al territorio del Estado de Nuevo León.

El Neocretácico está constituido por pizarras y areniscas, con rumbo variable entre 18° y 25° N. E. y con echado al S. W. encontrándose esta formación en la Sierra Madre Oriental, cerca de Ciudad Victoria, en la Barranca del Novillo, etc.

Las formaciones Cretácicas anteriores, se prolongan hacia el Sur, penetrando al Estado de San Luis Potosí, por la Sierra de Tampache para Jilitla, al Poniente del Tulillo y en la zona comprendida entre Valles y Tamunal.

En la Sierra de San José de las Rusias se encuentran calizas de Numulites, pertenecientes al Eógeno, extendiéndose hacia el Norte, hasta las cercanías de Santa María de las Ovejas; al Oeste se prolonga por la planicie de San José; al Este, se pierden debajo de las formaciones del Cuaternario y formaciones recien-



CROQUIS GEOLOGICO

REGIONES PETROLIFERAS

DE

San José de las Rusias, Sabino y Tancasnequi

ESCALA 1 : 1.000,000

EXPLICACION

- ■ *Chapopotera o grupo de chapopoteras*
- ● *Perforación*
- X *Localidad fosilífera*
- 1 *Mesocretácico*
- 2 *Neocretácico*
- 3 *Eógeno*
- 4 *Neógeno*
- 5 *Basaltos*
- 6 *Cuaternario y Reciente*

tes de la playa; al Sur, llegan hasta la misma base de la Sierra de San José; cita como fosilíferas, Subida alta de Buenavista y el Rancho de San Rafael.

Los lomeríos comprendidos entre la Sierra de San José y la de Tamaulipas, se encuentran formadas por capas de calizas, areniscas y margas, con rumbos variables entre 30° N. E. y 30° N. W. con hechado de 8° a 17° al S. E. y al N. E. pertenecientes al Eógeno; forman pliegues suaves a veces en forma de cruz.

Estos pliegues en cruz, forman bóvedas poco levantadas y de pendientes suaves: esta formación se encuentra limitada por las rocas basálticas, al Norte, en las cercanías de San Francisco; al Este, por Aldama, al Oeste, por la Sierra Madre, y al Sur, por el Jopoy, Tancasnequi y El Ebano.

Las formaciones del Cuaternario lo mismo que las recientes, se encuentran por la parte Sur, en Altamira y en Tampico.

La mayor parte de la Sierra de Tamaulipas está constituida por basaltos, rocas que en algunos lugares se hallan cubiertas por brechas y tobas, también basálticas. Estas rocas se encuentran formando conos o constituyendo extensas corrientes, como las que se encuentran en los alrededores de la Hacienda de Santa María, o son en parte intrusivas, aflorando en varios lugares, sobre todo, en las cercanías de las chapopoteras de esta región petrolífera.

Los basaltos descritos anteriormente, cortan a las margas apizarradas y a las areniscas, estando metamorfoseadas estas rocas, en la zona de contacto con la parte intrusiva de los basaltos. Según Villarello, (página 23,) la instrusión de los basaltos en las rocas sedimentarias, que contienen los receptáculos petrolíferos subeterráneos (Oil pools,) de la región de San José de las Rusias, facilitan la emigración de los hidrocarburos de la profundidad, a la superficie del terreno, supone además, que esas instruciones basálticas, al cortar a las rocas sedimentarias, forman una especie de barreras subterráneas, más o menos impermeables, quedando constituida en el contacto entre las rocas sedimentarias y las instrusivas basálticas, una zona permeable, por la cual pueden circular con más o menos dificultad, los hidrocarburos que emigran de la profundidad para la superficie del terreno.

Según este autor, los diques de basalto, impiden el movimiento lateral de los hidrocarburos, oblignádolos a continuar su circulación ascendente, siguiendo la zona de contacto antes mencionada; dice que siendo las capas sedimentarias, casi horizontales, son muchas las capas cortadas por los basaltos, facilitando la emigración de los hidrocarburos contenidos en las varias lentes petrolíferas, que estén comunicadas con los referidos planos de extratificación.

Saca como deducción de lo anterior, que las perforaciones en de las cercanías de la zona de contacto (página 23,) entre las rocas intrusivas y las sedimentarias, tendrán muchas probabilidades de cortar uno o varios conductos de emigración (página 24) de los hidrocarburos, y aun cortar también, algún receptáculo pe-

trolífero secundario. Por el contrario, cuando en las referidas zonas de contacto, no se encuentran manantiales de chapopote, es probable que a la profundidad, no se encuentran tampoco receptáculos petrolíferos, cercanos a estas zonas.

Estructura general. (Página 25).—Indica que la estructura general del Terciario, es la de un monoclinal en San José de las Rusias, y que es la circunstancia de encontrarse las capas terciarias casi horizontales, la que ha impedido las grandes acumulaciones de petróleo en el subsuelo de la región. En cambio, el Cretácico de la Sierra Madre Oriental, está fuertemente plegado, fracturado y dislocado. (¿Se encontrarán aquí las grandes acumulaciones de petróleo? El señor Villarello no lo dice.)

La estructura monoclinal se observa, no solo en el Eógeno que se extiende entre las Sierras de Tamaulipas y de San José, sino también en el Eógeno que se presenta al Sur de la Sierra de Tamaulipas, por Jopoy, Tancasnequi, continuándose por los Estados de San Luis Potosí y Veracruz.

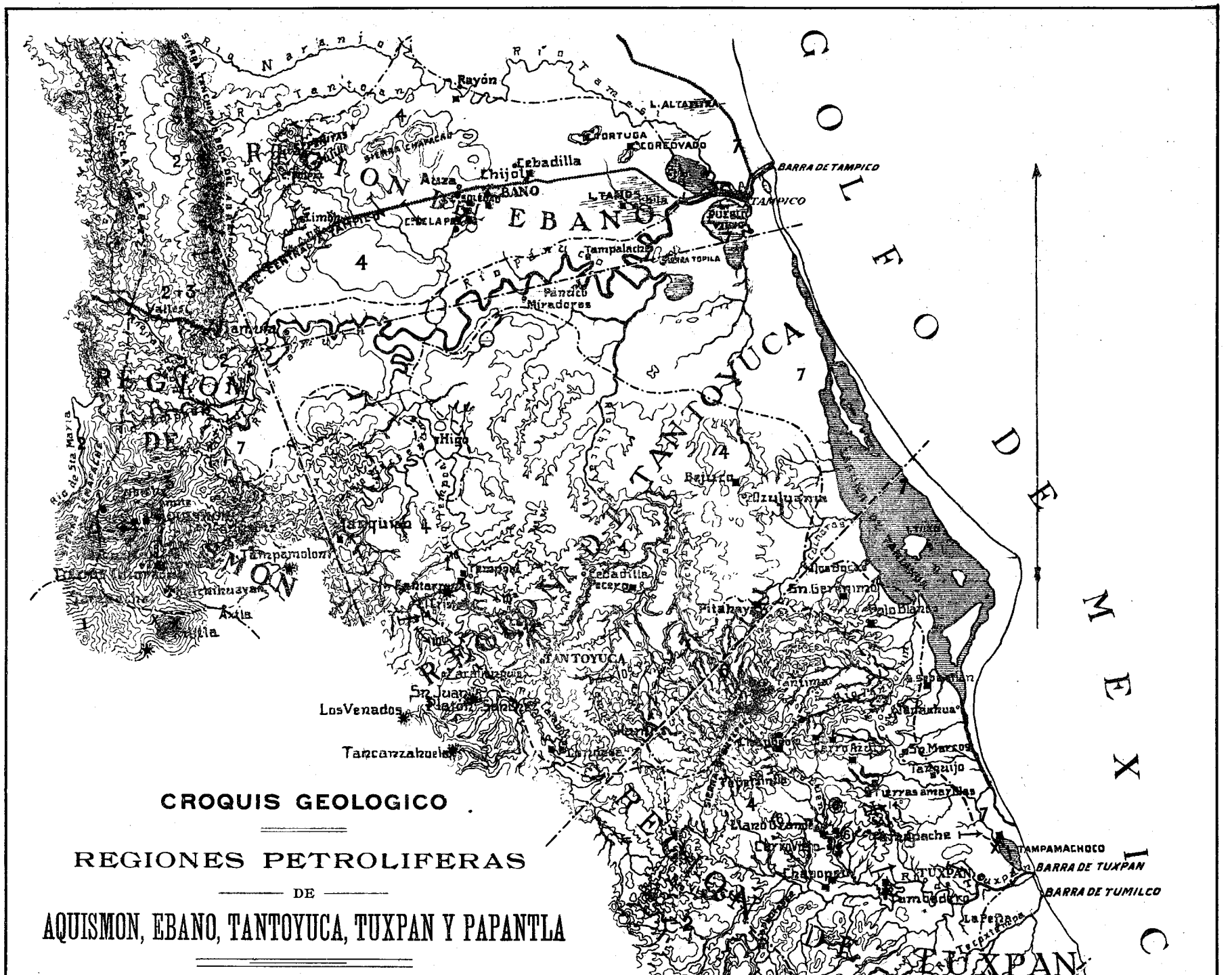
Como manifestaciones superficiales (páginas 26 a 27,) cita las chapopoteras de San Rafael, El Gorrión, El Espinazo, El Chapopotillo, San José, Palo Blanco, La Azúcar, El Lobo, Las Chachalacas, Hoya de la Luna, Mezquite, y El Jopoy.

La mayoría de estas manifestaciones se encuentran en el lomerío comprendido entre las Sierras de San José y la de Tamaulipas; por lo general, en la zona de contacto entre las rocas sedimentarias Terciarias y los basaltos intrusivos, que afloran en varias partes de la región.

En cuanto a las perforaciones y exploraciones, los datos que trae son tan escasos e inciertos que no vale la pena de mencionarlos; El señor Villarello se lamenta de que no se hayan emprendido trabajos de esta naturaleza, pues él encuentra una gran semejanza, (página 28) entre esta región petrolífera de San José de las Rusias y la de El Ebano, en el Estado de San Luis Potosí.

En el resumen (págs. 28 y 29) añade que los receptáculos petrolíferos subterráneos, tienen probablemente la forma de lentes irregulares, de pequeñas dimensiones, y los hidrocarburos al emigrar de estas lentes circulan por las cercanías del contacto, entre las rocas sedimentarias y las partes intrusivas de los basaltos, saliendo a la superficie siguiendo el trayecto escensional, ya indicado.

Aquismón. (Págs. 31 a 36).—Lámina II. Bajo la denominación de región petrolífera de Aquismón, el Sr. Villarello comprende la faja de terreno que en la Huasteca Potosina, se extiende por el Cañón de Tocomón, desde el Tamarindo por Aquismón, para Tanute, Tanchanaco y Tres Arroyos; agrega también el terreno comprendido en las márgenes de los ríos Moctezuma, Tampomolón para Tanquián (págs. 31 y 32.)



CROQUIS GEOLOGICO

REGIONES PETROLIFERAS

DE

AQUISMON, EBANO, TANTOYUCA, TUXPAN Y PAPANTLA

CROQUIS GEOLOGICO

REGIONES PETROLIFERAS

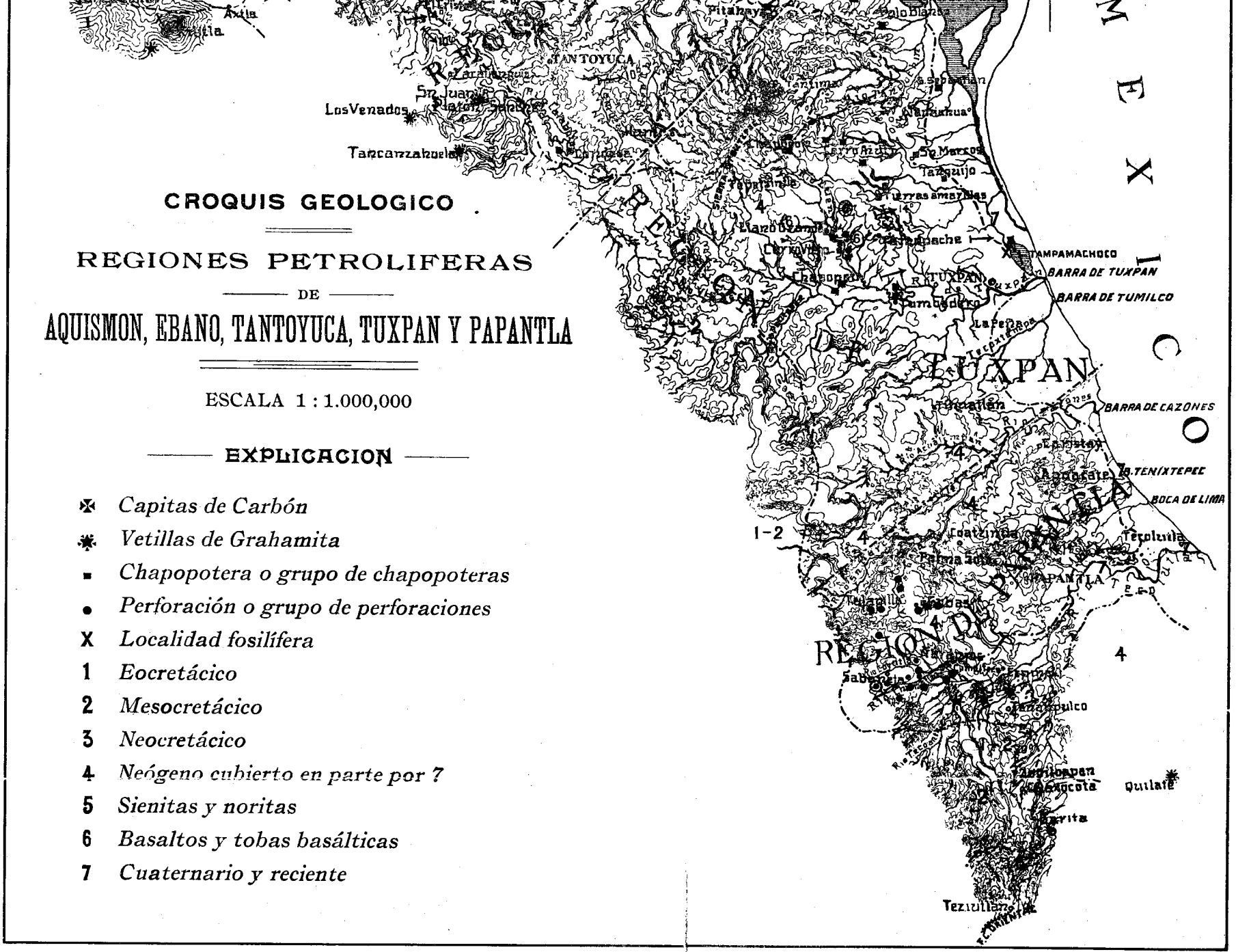
DE

AQUISMON, EBANO, TANTOYUCA, TUXPAN Y PAPANTLA

ESCALA 1 : 1.000,000

EXPLICACION

- ✠ *Capitas de Carbón*
- ✱ *Vetillas de Grahamita*
- ▪ *Chapopotera o grupo de chapopoteras*
- • *Perforación o grupo de perforaciones*
- X *Localidad fosilífera*
- 1 *Eocretácico*
- 2 *Mesocretácico*
- 3 *Neocretácico*
- 4 *Neógeno cubierto en parte por 7*
- 5 *Sienitas y noritas*
- 6 *Basaltos y tobas basálticas*
- 7 *Cuaternario y reciente*



Esta zona petrolífera se extiende al Este, para Tantoyuca en el Estado de Veracruz, y al Noroeste, está separada de la del Ebano por el río Tamuín. Esta región petrolífera está constituida principalmente, por rocas sedimentarias Cretácicas, calizas Mesocretácicas, en gruesos bancos muy plegados, cubiertas en parte por pizarras margas y areniscas Neocretácicas. Estas últimas están suavemente plegadas, apoyándose en estratificación discordante con los bancos de calizas Neocretácicas.

En el Cañón de Tocomón, cerca de Tanute, se encuentran chapopoteras con chapopote fluido, que es menos denso que el del Ebano.

Existe en esta región solo una perforación de 136 metros de profundidad en Tanute, abandonada.

El Sr. Villarello considera esta región de una importancia comercial menor que la del Ebano, situada en los límites de los Estados de San Luis Potosí y Veracruz.

Las manifestaciones superficiales de la existencia del petróleo en el subsuelo, afirma que se encuentran, tanto en las rocas Mesocretácicas como en las Neocretácicas. Dice que las calizas están impregnadas de petróleo, y en el interior de ellas, en los lugares en donde no ha podido penetrar el aire, el petróleo no está alterado. Al partir las calizas se percibe el olor del petróleo, viéndose engrasados por el petróleo los fragmentos. El petróleo se observa en varios arroyos extendiéndose sobre el agua.

"El Ebano," San Luis Potosí. (Págs. 37 a 45). Lámina II.—Como región petrolífera del Ebano, el Sr. Villarello, considera la zona de terreno casi plano, que se extiende entre las Sierras de Tanchipa y Chapacao para el Este hasta Tampico, estando limitada al Norte, por el río Tamesí, y al Sur, por el río Pánuco. Perteneciendo una parte muy pequeña de esta zona, la del Poniente, al Estado de San Luis Potosí; correspondiendo la mayor parte del terreno, al Cantón de Ozuluama, Estado de Veracruz. Esta región se une con la de Tancasnequi al Norte y se prolonga al sur, por Ozuluama y Tantoyuca del Estado de Veracruz.

La topografía es poco accidentada excepto en la Sierra de Tanchipa o Boca de Abra, cuyas faldas orientales descienden suavemente, formando extensos lomeríos que constituyen el partido de Valles y en planicies que vienen a morir en la costa. La monotonía del terreno se encuentra interrumpida por la Sierrita de Chapacao, con rumbo casi de Este–Oeste, encontrándose al Oeste de la Sierrita, los cerros conocidos con los nombres del Nopal, Peñitas, San Francisco, etc.

Geología. (Págs. 39 a 40).—En esta región se encuentran rocas sedimentarias y también ígneas, las primeras en la parte Poniente de la región que son Cretá-

cicas; Neogénicas probablemente en el subsuelo de la planicie del Ebano, estando estas últimas en su mayor parte cubiertas por formaciones Cuaternarias y recientes. Las rocas ígneas Terciarias, afloran al Poniente del Rancho del Tulillo, en el cerro Peñitas y también en las colinas que se elevan en la planicie del Ebano.

Las capas Cuaternarias están constituidas por arcillas, arena y grava, aluviones del río que se extienden del Tamesí para el Sur y del Pánuco para el Norte, aflorando las rocas terciarias Neogénicas del subsuelo, en la base de la Sierra de Tanchipa.

El Terciario de esta localidad está formado por pizarras arcillosas amarillentas, y margas de color gris o azulado; encontrados e intercaladas capas de arenisca de cemento arcilloso y algunas veces calcáreo. Solo las calizas Cretácicas de Tanchipa son fosilíferas.

Cortando a las rocas Cretácicas, se encuentra un macizo de sienitas en el cerro llamado Peñitas; cortando a las pizarras arcillosas, margas y areniscas del Ebano, se encuentran rocas basálticas, en parte intrusivas, que han metamorfoseado a las rocas sedimentarias con las cuales se hayan en contacto, constituyendo los pequeños cerros de la Tortuga, Corcobado, los Pedernales y la Pez: Cree el Sr. Villarello que algunos de estos cerritos, como el de la Pez, son pequeños conos por los cuales se verificó el derrame de las tobas basálticas, que en corrientes sobrepuestas se extendieron un poco sobre la llanura.

La estructura general se presenta bajo la forma de anticlinales y sinclinales muy abiertos y poco levantados. Esta estructura general, la considera como poco favorable para la acumulación de grandes cantidades de chapopote, de acuerdo con sus ideas al hablar de San José de las Rusias.

Como manifestaciones superficiales señala las chapopoteras del Cerro de la Pez, Chijol, Tampalache, Alamo, como principales.

Sobre las perforaciones da muy pocos datos, concretándose a decir que el chapopote alcanzado por los 4 pozos que menciona, es muy vizcoso, muy denso (1.0122) de base asfáltica, sumamente escaso en aceites ligeros o iluminantes, no habiendo dado resultado los medios empleados para bombearlo, la producción de los referidos 4 pozos (1—2—3—4) debía ser muy pequeña. Estos pozos se encuentran localizados cerca de las chapopoteras, y el chapopote obtenido no difiere mucho del que se encuentra en la superficie.

Abandonados los pozos anteriores, se comenzaron a abrir otros entre el cerro de la Pez y otra colina también basáltica, en los cuales se encontró chapopote fluido, siendo el más notable el No. 17 que a la profundidad de 510 mts. brotó produciendo aproximadamente 1,600 barriles cada 24 horas, habiéndose concluído la perforación, con el resultado ya indicado, en abril de 1904.

Este petróleo se ha usado como combustible en las calderas de la compañía del Ebano, en las locomotoras del Ferrocarril Central, principalmente en la división de San Luis a Tampico, y en gran cantidad el asfalto para la pavimentación de varias ciudades de la República.

Vuelve a insistir que el petróleo se encuentra en el criadero en pequeñas lentes muy diseminadas en una gran extensión superficial de terreno, y que los diques de basalto constituyen especies de barreras impermeables, etc., etc.

Cree en que los pozos localizados en las zonas de contacto entre las rocas sedimentarias y las ígneas o sea los basaltos intrusivos, son los que tienen mayores probabilidades de éxito.

Admite que la región del Ebano, aunque no es comparable con la de Texas, es hasta ahora, en México, la que ha producido en total, la mayor cantidad de chapopote, no obstante que la producción diaria no ha sido muy notable.

TANTOYUCA. (Páginas 47 a 52). Lámina II.—Comprende la región designada con este nombre, el terreno petrolífero que se extiende del río Pánuco para el Sur, hasta la Sierra de Otontepec o de Tantima, separando esta Sierra la región de Tantoyuca de la de Túxpam.

Las faldas de la elevada Sierra de Otontepec descienden al Poniente, para Tantoyuca, y por el Norte, hacia Ozuluama, hasta perderse en los lomeríos de estos lugares para el río Pánuco.

Los ríos principales que surcan la comarca, son: Chicayán, Comales, Chila, Calabozo, etc.

Geología.—Las rocas que afloran en esta región son sedimentarias en su mayor parte; Terciaras, Neogénicas recubiertas por formaciones Cuaternarias al norte, al Este y al centro; Neocertácicas al Suroeste, y eruptivas basálticas al Sureste de la región.

Las diversas capas sedimentarias no difieren así como las rocas basálticas de las descritas en los estudios anteriores, encontrándose además, intercaladas entre las margas, capas de arenas sueltas y a veces areniscas arcillosas o calcáreas.

Las margas están por lo general poco consolidadas, siendo fosilíferas en las cercanías Del Cristo; por los fósiles encontrados, las considera el señor Villarello como pertenecientes al Neógeno de la división que él llama Túxpam; estas capas se apoyan sobre calizas y areniscas, las cuales son probablemente, Neocretácicas, aflorando al Sur y Sur–poniente de Tantoyuca.

Las capas Cuaternarias cubren una gran extensión, ocultando a las Terciarias de la localidad, no siendo estas últimas de un gran espesor, como se vé en los ríos

Pánuco y Tempoal, y en varias perforaciones se ha alcanzado el Terciario a muy poca profundidad.

Las capas sedimentarias descritas están cortadas y en parte cubiertas por las rocas basálticas que constituyen la Sierra de Otontepec, conocida también con los nombres de San Juan o Tantima. En algunos lugares, los basaltos negros están cubiertos por tobas basálticas amarillentas. Existen pocas chapopoteras de importancia comercial, cita las siguientes: la de Pitahaya, la del Bejuco, que se encuentran en Ozuluama, la de los Comales, cerca de Pecero, y la de la Condesa, al Sur de Tantoyuca.

Como cosa notable, señala en esta región la existencia de la Grahamita, en el Cristo, los Venados, San Juan y Tancazuela, que se encuentra rellenando las grietas de las areniscas y de las margas; hace hincapié sobre que se ha confundido dicha substancia con el carbón bituminoso de la mejor calidad; siendo por eso que se ha llamado región carbonífera a la que se extiende de Huejutla por Platón Sánchez para Tantoyuca.

En la época a que se refiere el señor Villarello, sólo existía una perforación conocida con el nombre de El Ojo de la Brea en la loma de Tambacám, terrenos de Tamelul, la cual, según los informes recogidos, tenía una profundidad de 300 metros y 14 centímetros de diámetro.

En el concepto del señor Villarello, la región de Tantoyuca, como siendo la prolongación al Sur y al Sureste de las regiones de Tancasnequi y del Ebano, el chapopote se encontrará distribuido en el subsuelo formando depósitos lenticulares, aislados y diseminados en una gran extensión de terreno, pareciéndole que los depósitos son más abundantes en el Ebano que en Tancasnequi y en la parte Norte de Tantoyuca, siendo de opinión que la importancia industrial es mucho menor que en las dos últimas citadas; termina lamentándose de que ésta región no está explorada, siendo preciso hacer algunas perforaciones para poder emitir una opinión fundada, acerca de su verdadero valor comercial, considerada como región petrolífera.

Tuxpam. (Páginas 51 a 60). Lámina II.—El Cantón de Túxpam del Estado de Veracruz, es en opinión del señor Villarello una región petrolífera sumamente interesante, sobre todo, la parte Norte, que es de expectativa industrial, se encuentra comprendida entre el río Túxpam y los linderos del Cantón de este mismo nombre con los de Tantoyuca y Ozuluama.

Los lugares más elevados en el Cantón de Túxpam se encuentran en la Sierra de Otontepec, la cual corre con el rumbo medio de 45° N. E., la que divide las aguas que corren en dirección del noroeste que bajan por los ríos Chila, Comales y Chicayán que desaguan en el Pánuco, las del Sureste que son recogidas en los cauces del río Buenavista y el de Túxpam.

De la Sierra de Otontepec se desprenden hacia el Este, varios contrafuertes,

entre los cuales menciona los siguientes: de San Pedro por Tamalillo se extiende un contrafuerte con rumbo casi Oriente–Poniente, dirigiéndose para San Francisco y Cerro Azul, bajando las aguas por los ríos de Tancoco y Tancocochín; al Sur del contrafuerte anterior, se encuentra otro con rumbo al Sureste que se prolonga de Tepezintla para el Cerro del Gallo, entre estos dos contrafuertes corre el río Buenavista; entre este último río y el de Gil cerca de Tamapache, se eleva la Sierrita de este último nombre. En las faldas del sur del contrafuerte de cerro Azul, se encuentran los siguientes lugares, de los cuales se ocupa más adelante indicando que en ellos se encuentran las chapopoteras, de Piedra Labrada, Juan Felipe, el Zapotal, Solís y Tierras Amarillas. En la falda oriental del contrafuerte de Tepetzintla y al Sureste de este lugar, se encuentran los contrafuertes de los Horcones, Santa Teresa y Cerro Viejo. De la Sierrita de Temapache para la laguna de Tamiahua, de la de Tampachoco, se extiende una planicie en la que están ubicados San Sebastián y Rancho Nuevo, hacienda de la Asunción y la población de Túxpam.

Existen varios lomeríos al Sur del río Tuxpan hasta el río de Cazones y en otros lugares.

Geología. (Págs. 55 a 56).—En la región de Tuxpan el Neógeno está constituido por margas apizarradas y capas de arena o areniscas intercaladas en las margas; debajo de esta formación hay calizas amarillas fosilíferas, en las cuales se encuentran equinodermus del género *Clypaster*, principalmente en una loma situada al Norte de Túxpam, de donde se saca la piedra para las construcciones y pavimentos. En varios lugares las formaciones del Neógeno se encuentran cubiertas por arcillas amarillentas y por las formaciones recientes de la playa.

En muchos lugares el Neógeno está cortado por basaltos que en forma de conos se encuentran repartidos en esta región, constituyendo el principal material de las Sierras, así como el cerro llamado Chapopote, situado a 4 kilómetros al Noroeste de Tepetzintla. Insiste Villarello en afirmar que en esta región, lo mismo que en la de San José de las Rusias y en la del Ebano, los basaltos en su parte intrusiva han formado especies de barreras impermeables, las cuales dificultan el movimiento lateral, facilitando la circulación ascendente del chapopote; explicando esto, porque en el afloramiento de estas zonas de contacto es en donde se encuentran principalmente las chapopoteras: hace observar que en todas estas regiones es constante la asociación de las chapopoteras con la parte intrusiva de los basaltos, del mismo modo, que en el Itsmo de Tehuantepec las chapopoteras están asociadas con los arrecifes calizos Preterciarios de que hablará más adelante; la estructura general la considera como la de un monoclinal, formando suaves ondulaciones, con pliegues muy abiertos y poco levantados.

Las manifestaciones superficiales del petróleo del subsuelo en la región de Túxpam, que cita, son numerosas, siendo las más importantes las chapopoteras de

Cerro Azul, Juan Felipe, Cerro Solís, Tierras Amarillas, Santa Teresa, Cerro Viejo, Hacienda del Chapopote, Tangüijo, San Marcos, San Sebastián, Chapopotito de los Martínez, etc., etc., en cuanto a las perforaciones existentes solo da indicaciones de una abierta cerca del Rancho de Santa Teresa y de otra a 20 metros de la anterior, que fué hecha por la "Mexican Petroleum & Liquid Fuel Co." que en abril de 1902 tenía 150 metros de profundidad, habiéndose obtenido chapopote fluido.

Considera que los hidrocarburos líquidos de esta región que están más o menos oxidados son chapopotes, pareciéndole que se encuentran en cantidades mucho mayores que en cualquiera de las otras regiones del Golfo indicadas en este estudio.

Papantla. (Págs. 61 a 67). Lámina II.—La región de Papantla se encuentra al Poniente y al Sur–Poniente de la Villa del mismo nombre, cabecera del Cantón. Toda esta zona petrolífera está comprendida entre los 20° 10′ y 20° 17′ de latitud Norte, y entre 1° y 30′ y 1° 45′ de longitud Este de México, encontrándose al Norte de Teziutlán.

La Villa de Papantla se encuentra situada entre los ríos de Cazones y Tecolutla, el terreno es algo accidentado, aunque predominan los lomeríos: las rocas que afloran en esta región son en su mayor parte sedimentarias de la división que denomina Papantla, estando cubiertas estas rocas, sobre todo, en las cercanías del Golfo, por formaciones cuaternarias, y recientes; en otros lugares están ocultas bajo una capa de arcilla de color rojizo y por la tierra vegetal. Estas rocas están constituidas por calizas fosilíferas de color amarillo, en gruesos bancos que afloran en las cercanías de Papantla, Coazintla y otros lugares: sobre estas calizas se encuentran areniscas, margas apizarradas de color gris azulado y arcillas de color rojizo. En el Estado de Puebla se encuentran como prolongación de la misma formación bancos de caliza cretácica de color gris azulado que aflora igualmente en las barrancas de Zomelahuacan, las Minas y Tatatila, Estado de Veracruz. Estas calizas están cortadas y en partes cubiertas por las andesitas del Nauhcampatepetl y en otras partes se encuentran debajo de la labradorita augítica o basaltos pobres de olivino, como sucede cerca del lugar llamado La Garita.

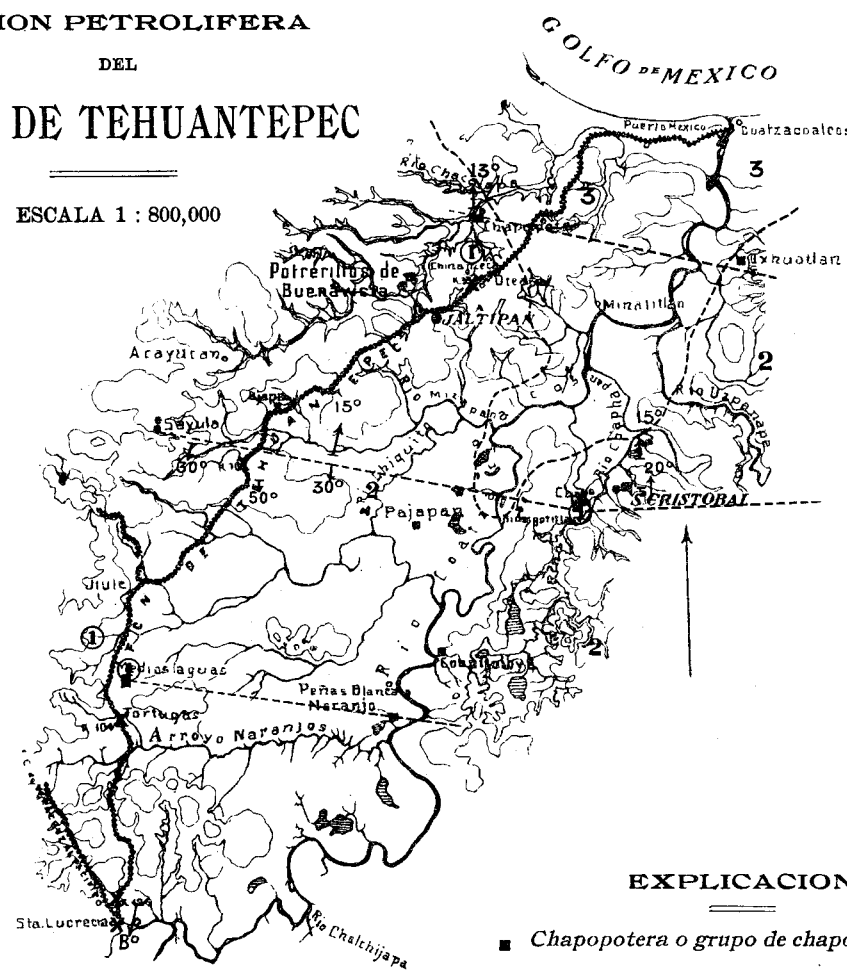
Las principales manifestaciones superficiales del petróleo del subsuelo, se encuentran en Cubas en un cerro llamado de la Mina; en terrenos de Palma Sola existen unos manantiales de chapopote líquido en las faldas Oriente y Poniente del referido cerro. En este lugar, se encuentran abiertos 3 pozos de sección cuadrada, de 1 metro por lado, de los cuales el más profundo alcanzó unos 70 metros; estos pozos contienen chapopote líquido, estando uno de ellos completamente lleno.

En los arroyos Coapechapa y Caliche, así como en terrenos de Jamaya y en las cercanías del Paso de Armadillos y Hacienda de San Pedro de los Miradores, existen pequeñas chapopoteras, etc., etc.

CROQUIS GEOLOGICO

REGION PETROLIFERA DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

ESCALA 1 : 800,000



EXPLICACION

- ■ *Chapopotera o grupo de chapopoteras*
- ● *Perforación o grupo de perforaciones*
- 1 *Caliza preterciaria*
- 2 *Neógeno cubierto en parte por el 3*
- 3 *Cuaternario y Reciente*
- X *Localidad fosilífera*

Se han abierto varias perforaciones, principalmente por la compañía inglesa llamada "Mexican Petroleum & Liquid Fuel Co.," según los datos de Villarello se habían perforado 25, que representan una perforación total de 4297.78 pies, de estos pozos el más profundo apenas alcanzaba unos 378 pies, cortaron algunas capas que contenían agua salada, gases combustibles y vestigios de petróleo; grietas rellenadas con grahamita, habiéndose abandonado todos ellos por no haber alcanzado éxito comercial alguno.

En Furbero se han perforado algunos pozos entre los cuales hay uno que produce 500 barriles diarios de chapopote fluido.

Deduce el señor Villarello, que la región de Papantla, en cuanto al petróleo, es relativamente de poco valor comercial; solamente en los alrededores de Cubas o Furbero tiene importancia y valor comercial, pero esta última zona es de corta extensión.

Itsmo de Tehuantepec. (Págs. 69 a 81). Lámina III.—Las manifestaciones superficiales del petróleo en el Itsmo se encuentran entre los 17° 25′ y 18° 5′ latitud Norte y entre 4° 5′ y 5° 15′ de longitud Este de México; esta zona se encuentra ocupada en gran parte por los Cantones de Acayucan y Minatitlán, del Estado de Veracruz, estando limitados al Norte por el Golfo de México, y al Sur por el Estado de Oaxaca; por el Poniente, por los Cantones de Cosamaloapan y Tuxtla, y por el Oriente, con el Cantón de Minatitlán, pertenecientes todos al Estado de Veracruz, el Cantón de Minatitlán linda por el Oriente con el Estado de Tabasco.

En terrenos pertenecientes al Estado de Oaxaca, se levanta la Sierra del Itsmo, la cual atraviesa el terreno en la dirección Oriente–Poniente, encontrándose en ella los cerros llamados Sarabia, Tarifa, Chimalpa; la altura de esta Sierra es apenas de 250 metros sobre el nivel del mar, establece la división de las aguas en el Itsmo en las dos cuencas, la del Atlántico que se reune en el río de Coatzacoalcos y la del Pacífico que bajan por el río de Tehuantepec.

Al Norte de la Sierra del Itsmo se extienden bastas llanuras que con pendiente muy suave, bajan de Acayucan por el Este; de San Cristóbal para el Oeste, se presentan planos ligeramente inclinados que vienen a reunirse hacia abajo, en el río Coatzacoalcos; todo este territorio está cubierto por una rica vegetación, encontrándose además surcado por numerosas corrientes de agua, afluentes del río Grande o del Coatzacoalcos, entre los cuales se citan como principales los ríos de Chalachijapa, Coachapán y Uspanapa en la rivera derecha, y los ríos Sarabia, Jumapa, Caltepec, Naranjo, Pajapan y Tierra Nueva en la margen izquierda del Coatzacoalcos; en los alrededores de Sayula se encuentran lomas que separan a las aguas que por el Poniente, descienden por el río de San Juan, de las que por el Oriente, bajan para el río de Coatzacoalcos. En varios lugares de las planicies que descienden de la Sierra del Itsmo para el Golfo de México, hay pequeños

cerros aislados, de poca elevación que interrumpen la monotonía de la extensa planicie, citando como ejemplos, los cerros llamados: Cantera, Medias Aguas, los de Chinameca, los de Jáltipan y los muy bajos de Chapo y San Cristóbal, siendo la forma de estas eminencias arredondada.

Una gran parte de esta zona es pantanosa, encontrándose varias lagunas que se reunen entre sí en tiempo de lluvias, desaguando en los ríos ya indicados.

Geología. Las rocas que se encuentran son sedimentarias en su mayor parte Terciarias, a veces cubiertas por formaciones cuaternarias hacia el Norte; cretácicas en el Centro y Sur, y arcaicas en las cercanías de Tehuantepec.

Las capas cuaternarias, constituidas por arcillas, arenas y gravas, son prácticamente horizontales, encontrándose en estratificación discordante con las capas Terciarias que cubren, habiendo sido cortadas por los tajos del Ferrocarril N. de Tehuantepec desde el kilómetro 35, cerca de la Estación de Cinameca. Las capas Terciarias también afloran más al Norte de este lugar, en el Rancho de Trujillo, cercano al llamado del Chapopote.

El Terciario está formado por capas de marga de color gris o gris azulado, plásticas o duras, a veces apizarradas, entre las cuales se hallan capas de arena sueltas o de areniscas a veces calcáreas, otras veces silizosas y duras como la que aflora en las cercanías del pueblo de Sayula.

Las margas grises son fosilíferas en los kilómetros 35, 70, 104, 124 y 127 del ferrocarril; estos fósiles han sido clasificados por el Dr. Bosse como pertenecientes al Mióceno superior y Plióceno. En el kilómetro 164 aflora el Mesocretácico, formado por calizas de rudistas, en estratificación discordante con las capas Terciarias antes mencionadas, más al Sur, desde Mogañé, aparecen las areniscas y pizarras sobre las cuales se apoyan las calizas Mesocretácicas; esta sobreposición se observa en varios lugares, al bajar la Sierra del Itsmo. En las cercanías de Tehuantepec aflora el Arcaico, constituido por gneiss anfibólico y leptinita intercalada; por último, en el puerto de Salina Cruz se encuentran las granulitas de la costa del Pacífico.

Hay que mencionar, además, una caliza cristalina en grandes bloks, surcada por multitud de grietas; esta caliza probablemente Cretácica, con seguridad Preterciaria, constituye arrecifes que afloran en varios lugares: Rancho del Alquitrán, al S. W. de San Cristóbal, cerca de Chinameca, y en medias aguas, en donde constituyen los pequeños cerros denominados: la Cantera y Cabeza de Perro.

La estructura general es la de un anticlinal asimétrico, ligeramente plegado, muy abierto, descopetado por la erosión, cuyo eje tiene un rumbo variable entre 75° y 80° N. W. en Sayula, sufriendo una pequeña inflexión al Poniente de San Cristóbal, en este lugar su dirección es Oriente–Poniente.

Además del anticlinal anterior, que el señor Villarello llama de San Cristóbal, las capas margosas Terciarias, casi horizontales en Santa Lucrecia se levantan

un poco para formar otro anticlinal asimétrico, muy cerrado al Sur de este lugar, muy cerca de la Estación de Cárdenas.

Las manifestaciones petrolíferas superficiales, se encuentran solamente en el Neógeno de la localidad, en los flancos del anticlinal de San Cristóbal.

En la ribera derecha de la Laguna de las Salinas, en terrenos de Otapa, se encuentra el lugar llamado Chapo, en donde existe una manifestación petrolífera consistiendo en una chapopotera de consistencia viscosa, que ha impregnado a la arcilla y arenas superficiales, ocupando una superficie circular de 30 metros de diámetro, en la actualidad no produce nada; muy cerca de la anterior existe una chapopotera de menor importancia, encontrándose muy cerca un cerrito de muy poca elevación, formado por la caliza cristalina agrietada; en algunas de estas grietas se encuentra chapopote muy viscoso, a veces duro, siempre en pequeñas cantidades.

En la margen derecha del río Coapa, al Noreste del desembarcadero Amezquite y cerca de este lugar, se encuentra el Rancho de San Cristóbal; como a dos kilómetros al S. W. se halla un manantial de chapopote fluido de producción insignificante; al S.W. de Chapo, en la margen derecha del río Coatzacoalcos, existe un manantial pequeño de chapopote viscoso, en el lugar llamado Coapiloya.

Al S.W. de Acayucan, como a 16 kilómetros al W. de la Estación Almagres, kilómetro 69 del Ferrocarril N. de Tehuantepec, se encuentra el pueblo de Sayula; a 2 kilómetros al Poniente de ese pueblo, en una zanja pequeña, hay un pozo de 1 metro de profundidad, conocido con el nombre de pozo número 4, en el cual, por una grieta de las margas Terciarias, ha brotado una cantidad insignificante de chapopote viscoso; a unos 10 metros hay otro pozo llamado número 5, en el cual se encuentran las mismas capas Terciarias que en el anterior; arena encima, después margas, y en seguida, otra capita de arena con olor de petróleo muy poco perceptible. Como a 200 metros de los anteriores al E. se ha pretendido encontrar manifestaciones petrolíferas en el pozo número 1, un charco de agua del cual se desprende gas de los pantanos en pequeña cantidad, el pozo número 2, que contiene agua; por último, en el pozo número 3, casi en la superficie del terreno, se encuentra una capita turbosa insignificante; a 1 metro más abajo, profundidad total del pocito, se hallan margas con azufre y yeso en pequeñas cantidades.

Al Norte del pueblo de Jaltipa, a unos 6 kilómetros de distancia, en el lugar conocido con el nombre de potrerillos de Buena Vista, cerca del arroyo del Salitre hay varios, pero muy pequeños manantiales de chapopote.

Al Norte de Chinameca, se encuentra la Laguna de Tanapa, y en terrenos de Tonalapa, en el Rancho llamado del Chapopote, se encuentra muy poco chapopote revuelto con arena. Cerca de la Estación de Medias Aguas, en el kilómetro 28 del Ferrocarril de Tehuantepec se encuentra el Cerro de la Cantera, que es un arrecife formado por calizas Preterciarias, en grandes bloks, muy agrieta-

das; por las grietas de esta caliza han circulado aguas superficiales que disolvieron en parte a la caliza, encontrándose en algunas de estas grietas y en las cavidades chapopote fluido en pequeñas cantidades, acompañado de yeso y azufre libre. Da cuenta de otros lugares en que las indicaciones petrolíferas, también en el concepto del señor Villarello, no tienen importancia.

En Chapo se encuentra el pozo número 1 llamado el Chato, alcanzó una profundidad de 320 metros, está abandonado; el pozo número 2 de Chapo, se perforó a 300 metros de distancia del anterior, no ha producido chapopote, cortando según el señor Villarello, las siguientes capas:

En la superficie	Arcilla.
De los 3.35 a los 9.45 mts	Arena.
A los 12.50 mts.	Chapopote viscoso.
„ „ 15.25 „	Marga gris.
„ „ 30.50 „	Caliza.
„ „ 45.75 „	Calizas amarillentas de grano fino.
„ „ 61 a los 152.50 mts.	Marga gris apizarrada.
„ „ 167.75 mts.	Arenisca calcárea, encontrándose agua salada.
„ „ 189.25 „	Marga gris.
„ „ 213.50 „	Marga y arena.
„ „ 224.17 „	Caliza y yeso con poco azufre.
„ „ 230.27 „	Arena.
„ „ 250.10 „	Arena con azufre.
„ „ 259.25 „	Yeso con poco azufre.
„ „ 265.35 „	Caliza y yeso con azufre.
„ „ 273.00 „	Calizas con poco yeso.
„ „ 274.50 „ hasta 305 mts.	Marga con poco yeso.
„ „ 306.52 „	Marga con caliza y azufre.

En las demás perforaciones se encontraron casi las mismas capas, variando solamente, en que se descubrieron más impregnaciones de chapopote y haberse encontrado agua salada, obteniéndose chapopote solamente del pozo de Jaltipan número 2, aunque periódicamente y en pequeña cantidad.

Por último, el señor Villarello saca como conclusión, que bajo el punto de vista comercial no son comparables los receptáculos petrolíferos subterráneos de Beaumont, con los del Itsmo de Tehuantepec.

ORIGEN DEL PETROLEO

(Páginas 83 a 92.)

El señor Villarello se declara partidario convencido del origen ANIMAL del petróleo, como resultado del conjunto de las observaciones geológicas, hechas en las regiones petrolíferas descritas por él en el Boletín número 26 que vengo extractando, en que afirma que, el petróleo de la costa del Golfo de México, parece ser un producto de la descomposición de la materia animal proporcionada por una Fauna Marina que se extinguió paulatinamente al variar el nivel del mar en esa región.

Estudia también la asociación del petróleo con el yeso, sacando como conclusión, que éste no interviene en la formación del petróleo.

Sobre el azufre que igualmente se encuentra asociado con los petróleos del Golfo de México, sostiene que no es un producto accesorio de la formación de esos hidrocarburos, sino que se debe a la reducción del sulftato de cal por la acción reductora de los mismos hidrocarburos.

Hace notar que la presencia de las incrustaciones de azufre en la superficie del terreno, la de los manantiales de agua sulfurosa y los desprendimientos de hidrógeno sulfurado, no siempre son indicios de la presencia del petróleo en el subsuelo; como igualmente la ausencia de estas manifestaciones, tampoco prueba la ausencia del petróleo en la profundidad.

DISTRIBUCION PROBABLE DEL PETROLEO EN EL SUBSUELO

(Páginas 93 a 109.)

Hasta las profundidades alcanzadas en los diversos pozos mencionados en este trabajo, según el señor Villarello, se puede decir que los receptáculos petrolíferos subterráneos de la costa del Golfo de México, no parecen ser primitivos, sino secundarios; es decir, que el petróleo no se formó en las capas ya cortadas, sino que se acumuló en ellas, después de haber caminado errante y por grietas, desde los receptáculos primitivos hasta encontrar estratos o lugares apropiados a su acumulación.

En la discusión sobre las condiciones que son indispensables para que las acumulaciones de petróleo puedan verificarse y de los datos obtenidos por las perforaciones en las diversas regiones, saca las siguientes consecuencias: (*a*) en las

regiones estudiadas por el señor Villarello, existen capas impermeables, pero no son porosas, y cuya permeabilidad en grande, debida a las grietas que las cortan, es para el chapopote muy pequeña o nula en esta clase de rocas que se encuentran desde la superficie hasta la profundidad de las perforaciones; (*b*) pero intercaladas en ellas se encuentran lentes y estratos permeables, formados por arenas sueltas y areniscas; en Sabaneta, en el Ebano, en Chapo y en Jaltipan, las perforaciones han cortado capas de areniscas calcáreas y areniscas silizosas, rocas que afloran principalmente en Sayula, en el Itsmo de Tehuantepec; (*c*) la presencia de este cemento calizo o silizoso, debido a la circulación de las aguas que depositaron estos compuestos al pasar por las capas de arena, disminuye o nulifica la porosidad de estas capas: hace notar que las arenas son de grano muy fino, lo cual contribuye a hacerlas muy poco porosas, concluyendo por afirmar que las areniscas en las regiones mencionadas son muy poco porosas; (*d*) el grado de porosidad variando en una misma capa: insiste en afirmar que las lentes petrolíferas subterráneas de esas regiones se encuentran muy diseminadas, debiéndose tener en cuenta para los fines comerciales; (*e*) que siendo las capas en donde se puede acumular el petróleo por lo general muy poco porosas, serán muy pequeñas las acumulaciones. Otra de las circunstancias que hace difícil la circulación del chapopote, es la de que la emigración se hace por grietas capilares o muy angostas, pues las formacionnes del Terciario en la costa del Golfo de México apenas si se encuentran ligeramente plegadas; (*f*) añadiéndose a esto la estructura monoclinal en varias de las regiones estudiadas, y en otras la forma inconveniente de los anticlinales, su muy poca inclinación en los flancos y su mucha pendiente en las cercanías de las crestas, que no han sido favorables para la emigración fácil del chapopote, por las capas de separación de los estratos, ni para su acumulación en grandes receptáculos petrolíferos de origen secundario.

En opinión del señor Villarello, (*g*) las zonas de contacto entre las rocas sedimentarias y las partes intrusivas de los basaltos, compensaron en parte la desfavorable estructura monoclinal, facilitando la emigración del chapopote de la profundidad hacia la superficie del terreno, permitiendo las acumulaciones del chapopote en receptáculos directamente comunicados, con las referidas zonas de contacto; recomienda, por consiguiente, que cuando existan chapopoteras en los contactos, deben hacerse allí las primeras perforaciones exploradoras, las que cuentan con probabilidades de éxito comercial, dando además datos muy interesantes para poder opinar con fundamento, acerca del valor comercial de la región petrolífera que se estudie y explore.

IMPORTANCIA RELATIVA Y EXPLORACION DE LAS REGIONES PETROLIFERAS DESCRITAS

(Páginas 111 a 116.)

Insiste nuevamente en que la estructura del terreno en las regiones descritas, no es la más favorable para permitir grandes acumulaciones de petróleo en el subsuelo; (*h*) sino que los hidrocarburos, en vez de reunirse, quedan diseminados en lentes generalmente pequeñas; (*i*) distribuidas en una gran extensión superficial.

Opina que los hidrocarburos líquidos que más comunmente se obtengan al abrir pozos en las zonas petrolíferas de los Estados de Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz (*j*) serán bastante densos, escasos en aceites iluminantes, de color negro y de base asfáltica.

Desde el punto de vista comercial, dice que son comparables las regiones de Tuxpan, desde San Jerónimo y Tepetzintla, por Cerro Azul, Tierras Amarillas y Cerro Viejo, hasta la Hacienda de Chapopote, al Poniente de Tuxpan; Cubas en el Cantón de Papantla; la Parte Sur–Este de la región de Tantoyuca, cerca de los basaltos; El Ebano y San José de las Rusias, *siendo la primera región la más importante;* son de menor importancia industrial que las anteriores: Aquismón, Tantoyuca en su parte Norte, Motzorongo, Sabaneta, Comalteco, Espinal, y los Cantones de Jalacingo y Mizantla. En el Itsmo de Tehuantepec, la zona más interesante, *tal vez la única de importancia comercial;* como petrólífera, es la de San Cristóbal

Termina diciendo que es muy probable que se obtengan bastantes cantidades de chapopotes fluidos y viscosos, al hacer perforaciones en varios lugares de las regiones descritas, siendo posible que se encuentren hidrocarburos líquidos *menos densos, al hacer perforaciones bastante profundas.*

Teniendo en cuenta todo lo anterior, y en espera de que se hagan mayores trabajos de exploración, suficientemente exactos para emitir más adelante opiniones mejor fundadas, acerca del valor comercial de las regiones petrolíferas, recomienda que se deben emprender las exploraciones, pero que deberán hacerse con *criterio científico, con método* y con mucha *precaución,* para evitar los fracasos y la pérdida de los cuantiosos capitales, que es necesario invertir en esta clase de exploraciones.

México, 7 de julio de 1917.