

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO.

DIRECTOR: JOSÉ G. AGUILERA.

ESTUDIO
DE LA TEORIA QUIMICA

PROPUESTA POR EL SR. D. ANDRES ALMARAZ
para explicar la

FORMACION DEL PETROLEO DE ARAGON, MEXICO, D. F.

por el Ing.

JUAN D. VILLARELLO.

EL FIERRO METEORICO DE BACUBIRITO, SINALOA,

POR EL DR. E. ANGERMANN.

(LÁMINA X).

LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE AMOZOC, PUEBLA,

POR EL INGENIERO E. ORDOÑEZ.



MEXICO

OFICINA TIPOGRAFICA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO.

BETLEMITAS NUMERO 8.

—
1904

Estudio de la teoría química propuesta por el Sr. D. Andrés Almaraz

PARA EXPLICAR LA FORMACIÓN DEL PETRÓLEO DE ARAGÓN,¹

MÉXICO, D. F., Y CUYO ESTUDIO FUÉ HECHO

POR ENCARGO DEL SR. DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO

Por el Ing. de Minas Juan D. Villarelo

Dos cuestiones de suma importancia se propone dilucidar el autor del Informe del cual voy á ocuparme, problemas que plantea en esta forma: “¿Existe en ese terreno un depósito de petróleo? ¿El petróleo que se encuentra en el agua, que sale de las perforaciones del terreno, es arrastrado por ella de los depósitos que allí existen?” (Pág. 4.)

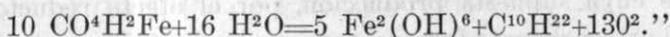
Para resolver los problemas anteriores, procede el Sr. Almaraz de la siguiente manera. Analiza el petróleo, los gases que se desprenden de los pozos y el agua producida por estos mismos; y de los resultados de estas análisis sólo publica datos insuficientes para hacer un estudio detallado. En efecto, con excepción de las análisis de los gases, cuyos datos son completos, aunque sin indicar la cantidad producida en la unidad de

¹ Andrés Almaraz. Estudio é informe sobre el petróleo de Aragón. México, 1903.

tiempo, respecto al petróleo y las aguas, pormenoriza la descripción física, y en cuanto á la composición, sólo indica: refiriéndose al petróleo, que los hidro-carburos que lo constituyen, son "desde la decana $C^{10}H^{22}$ hasta la octodecana $C^{18}H^{38}$ " y no existen hidrocarburos no saturados; y refiriéndose al agua que sale del pozo de Aragón, que contiene "bióxido de carbono CO^2 en grande abundancia y cantidad variable, y ortocarbonato ferroso CO^4H^2Fe en cantidad variable, pero en razón directa de la producción del petróleo y de la temperatura de la arena que saca la cuchara." Después de indicar los datos anteriores, estudia con mucha ligereza el autor mencionado, varias de las teorías conocidas para explicar la formación del petróleo, y concluye diciendo que: ninguna de ellas "llena las condiciones locales" y "son inaplicables" al caso del pozo de Aragón. En vista de eso, dice el autor, tenía "por fuerza que ver cuál era la causa, en este caso particular, de la producción del petróleo," y propone la siguiente teoría química, que paso á estudiar.

En la página 8 del referido Informe dice su autor: "El análisis del agua nos había demostrado la existencia de una sal de fierro al mínimo, que, como todas las sales de fierro de esta clase, era reductora, por ser poco estable. ¿No podría esta sal reducir al agua y al bióxido de carbono para transformarse en sal al máximo, y como consecuencia de esta reacción exotérmica venir la combinación del hidrógeno del agua con el carbón del bióxido de carbono? Y en la página 9 agrega: "si teóricamente juzgamos el asunto, teniendo en cuenta las proporciones en que los cuerpos se combinan y las propiedades de ellos, vemos que esto es perfectamente facti-

ble, y que la reacción podría representarse de la manera siguiente:



Por lo tanto, el ortocarbonato ferroso en contacto del agua, sería capaz de producir "por sí solo la decana, dejando un residuo de hidrato férrico." Este procedimiento es enteramente distinto de los cinco métodos indicados por Dupont & Freundler,¹ para la producción de los hidrocarburos saturados.

Conocida ya la teoría química propuesta, veamos ahora: si es cierto que la reacción indicada es exotérmica; si esta reacción es necesaria y tiene verificativo sin el auxilio de una energía extraña; y por último, en caso de no ser una reacción necesaria, en qué condiciones pudo verificarla, según dice, el autor de la teoría.

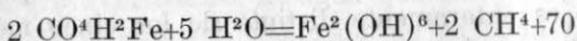
Comenzaré por estudiar la reacción anterior, aplicada á otros hidrocarburos de la misma serie, para lo cual estoy autorizado por el autor de la teoría, quien al formular la pregunta ya indicada, habla en general de la reducción del agua y el bióxido de carbono por la sal de fierro al mínimo, sin indicar que por esta reducción se produzca sólo la decana, y más autorizado me considero cuando el mismo autor, en la página 9 de su Informe, dice: "De la misma manera que teóricamente hemos representado la reacción que se verificaría para producir la decana, *podíamos haberlo hecho para cualquiera de los otros hidrocarburos de esta serie.*"

La decana pertenece á los hidrocarburos saturados

¹ Manuel opératoire de chimie organique. Paris. 1898, pág. 93.

C^nH^{2n+2} , y en esta misma serie se encuentran: la metana CH^4 , la ethana C^2H^6 y la propana C^3H^8 , hidrocarburos cuya supuesta producción, por el efecto reductor del ortocarbonato ferroso, representaré teóricamente de la misma manera que lo hace el autor referido, para producir la decana.

Producción de la methana.



Esta reacción sería endotérmica y absorbería 404.2 calorías,¹ como se deduce del siguiente cálculo:

Estado inicial.

2 (C+O ²)=2 CO ² disuelto desprende	2×99.6=	+199.2 C
2 (Fe+O) hidratado sólido desprende	2×69.0=	+138.0
2 (H ² +O) líquida desprende	2×69.0=	+138.0
2 (FeO hidratado +CO ² disuelto) desprende.	2×10.0=	+ 20.0

2 (CO⁴H²Fe) desprende + 2×247.6

5 (H²+O)=5H²O líquida desprende ———
+5×69.0. =+345.0

Suma. =+840.2

Estado final.

3 (H ² +O) líquida desprende	+207.0
(Fe ² +O ³) hidratado sólido desprende.	+191.2
2 (C+H ⁴) * desprende	2×18.9= + 37.8

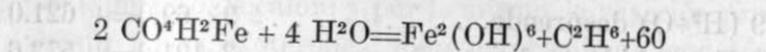
Suma. =+436.0

Diferencia =—404.2 calorías.

¹ Kilogramo grado.

* Datos térmicos de los hidrocarburos de la Agenda de Chemiste. Paris. 1896, pág. 269; y los demás datos térmicos están tomados de M. Berthelot. Essai de mécanique chimique. Paris. 1897. Tomo I, págs. 371-373-377-784.

Formación de la ethana.



Esta reacción sería endotérmica y absorbería 349.7 calorías, como lo indica el siguiente cálculo:

Estado inicial.

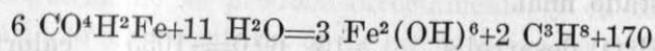
2 CO ⁴ H ² Fe * desprende	2×247.6=	+495.2
4 H ² O desprende	4× 69.0=	+276.0
		+771.2
Suma.		

Estado final.

3 (H ² +O) líquida desprende		+207.0
Fe ² O ³ hidratado desprende		+191.2
C ² H ⁶ desprende		+ 23.3
		+421.5
Suma.		

Diferencia =—349.7 calorías.

Formación de la propana:



Esta reacción sería endotérmica y absorbería 989.0 calorías, como se ve por el siguiente cálculo:

Estado inicial.

6 CO ⁴ H ² Fe desprende.	6×247.6=	+1485.6
11 H ² O desprende.	11× 69.0=	+ 759.0
		+2244.6
Suma.		

* Como se indicó antes.

Estado final.

9 (H ² +O) desprende	9× 69.0=+	621.0
3 Fe ² O ³ hidrato desprende	3×191.2=+	573.6
2 (C ³ +H ⁸) desprende	2× 30.5=+	61.0
		Suma =+1255.6

Diferencia = -989.0 calorías.

Por último, la reacción propuesta por el Sr. Almaraz para explicar la formación de la decana, es también endotérmica, y absorbe 1526.33 calorías, como se ve por el siguiente cálculo:

(A) "10 CO⁴H²Fe+16 H²O=5Fe²(OH)⁶+C¹⁰H²²+13 O²"
pág. 9.)

Estado inicial.

10 CO ⁴ H ² Fe desarrolla	10×247.6=+	2476 calorías.
16 H ² O desarrolla	16× 69.0=+	1104 ,,
		Suma =+3580 calorías.

Estado final.

15 (H ² O) desarrolla	15× 69.0=+	1035 calorías.
5 Fe ² O ³ hidratado desarrolla	5×191.2=+	956 ,,
C ¹⁰ +H ²² desarrolla *	+ 62.67	,,
		Suma =+2053.67 calorías.

Diferencia = -1526.33.

En vista de los concluyentes resultados anteriores puede decirse que: la supuesta formación de los hidrocarburos saturados por la acción reductora del ortocar-

* Amer. Jour. Sci. Third series. Vol. XXI, núm. 122. 1881. Pág. 95.

bonato ferroso, sobre el agua, no se verifica con desprendimiento de calor; y por lo mismo, la reacción propuesta no es exotérmica, sino notablemente endotérmica.

Para que se verifiquen las combinaciones endotérmicas, se necesita hacer intervenir una energía extraña á la de los componentes, agente auxiliar que sea capaz de efectuar no sólo el trabajo necesario para provocar la reacción "sino que su propio trabajo proporcione la energía necesaria para constituir la combinación."¹ Por lo tanto las reacciones endotérmicas de que me ocupo no se verificarán directamente, y por lo mismo no es aplicable á ellas el principio de la necesidad de las reacciones, ó sea que: "Toda reacción química susceptible de verificarse sin el auxilio de un trabajo preliminar, y sin la intervención de una energía extraña, se produce necesariamente si desprende calor."² Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, fundadas todas en el principio del "trabajo máximo," puede decirse que: la reacción propuesta no es necesaria, no se produce directamente, y en caso de verificarse, necesitaría de la intervención de una energía extraña, no sólo para provocarla, sino para continuarla y concluirla.

Veamos ahora cuáles fueron las energías extrañas que empleó el autor de la teoría, para verificar la reacción que propone.

En la página 9 del Informe se lee: "Para comprobar nuestra hipótesis, disolvimos el ortocarbonato ferroso en agua saturada, á la presión de tres atmósferas, de

1 Berthelot.—Loc. cit. Tomo II, pág. 25.

2 Berthelot.—Loc. cit. Tomo II, pág. 21.

bióxido de carbono, y después dejamos que se desprendiera el bióxido de carbono. Como las aguas del pozo de Aragón, la muestra en un principio era perfectamente limpia; pero al poco tiempo se iba poniendo turbia y amarillenta, al mismo tiempo que se formaba una película en la superficie del líquido, idéntica á la que se ve en los caños de Aragón.”

Como se comprende, por lo que he indicado, el autor no fué fiel á todas sus ideas, pues al principio supuso que el ortocarbonato ferroso reduciría “al agua y al bióxido de carbono” (pág. 8), y después al representar la reacción que propone, ya no tiene en cuenta la reducción del bióxido de carbono; pero en cambio, al comprobar su hipótesis, hace intervenir en el experimento al mismo bióxido de carbono, aunque sólo para disolver el ortocarbonato ferroso. El objeto de este disolvente sólo fué el de activar la reacción, formando un sistema homogéneo líquido en el cual se encontraban los compuestos que debían obrar entre sí; pero el contacto entre los compuestos así establecido, no es bastante para producir la reacción en estudio, porque ningún agente de contacto “determina en ningún caso conocido las combinaciones endotérmicas,”¹ y por lo mismo, en el experimento descrito por el autor de la teoría no interviene ninguna energía extraña que pudiera determinar la referida reacción endotérmica, la cual en vista de lo dicho anteriormente, es de creerse que: no se verificó en las condiciones del experimento.

Por otra parte, la película comenzó á formarse al desprenderse el bióxido de carbono, pues el agua “en un principio era perfectamente limpia.” Ahora pregun-

1 Berthelot.—Loc. cit. Tomo II, pág. 27.

to yo: ¿por qué motivo hay que dejar desprender el bióxido de carbono para que se formen los hidrocarburos saturados? pues ¿no están ya en contacto el ortocarbonato ferroso y el agua, compuestos que según la reacción propuesta son los que tienen que obrar entre sí? ¿El bióxido de carbono es nocivo é impide que la reacción se produzca?; entonces, ¿para qué lo usó el autor al hacer el experimento? Si el bióxido de carbono no es nocivo, sino que facilita y acelera la reacción formando un sistema líquido homogéneo, ¿por qué no se verifica la reacción sino al desprenderse el mencionado bióxido de carbono? Pero aun hay más. En las líneas anteriores he supuesto que la reacción se verifica al desprenderse el bióxido de carbono, pero esto no está comprobado por el experimento, pues la película no fué analizada; no se dice cuál ó cuáles de los hidrocarburos saturados se formaron, y sólo se indica que: la película “tenía idéntica apariencia á la que se forma en las aguas tantas veces mencionadas de Aragón.” (Pág. 10.)

Todas las aguas naturales que tienen carbonato de cal y ortocarbonato ferroso, disueltos por el ácido carbónico contenido en las mismas aguas, depositan carbonato de cal é hidrato férrico cuando se airean ó se calientan al contacto del aire, pues por ambos motivos se desprende el ácido carbónico que obra como disolvente, y por lo mismo, se precipitan los compuestos mencionados, enturbiando el agua y formando también una película en la superficie del líquido, película que al romperse se precipita hacia el fondo del recipiente ó canal por donde las aguas circulan, arrastrando consigo parte de los cuerpos ligeros que estuvieren flotando también en la superficie del agua, y los cuales irán me-

cánicamente interpuestos. Por esta precipitación se explican los depósitos que se forman en los canales por donde circulan aguas ferruginosas ó calcáreas; se explica también la formación de los criaderos de fierro, debido al depósito producido por las aguas ferruginosas derramadas por manantiales,¹ se comprende la formación de las estalactitas y estalagmitas en las grutas; y se explica, por último, el uso de calentadores para evitar en parte las incrustaciones en los calderos, inyectándoles agua caliente. Inútil sería citar autores en apoyo de esta precipitación, pues todos están de acuerdo con ella, y por lo mismo me bastará decir con el Doctor Newberry,² que siempre que las soluciones ferrosas están expuestas al aire absorben oxígeno, y el fierro se convierte en hidrato férrico, el cual en forma de películas irisadas, flota en la superficie del agua, y estas películas, al romperse, caen al fondo.

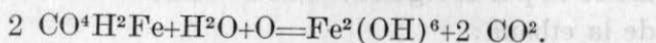
La explicación que antecede es bastante, sin duda, para comprender el motivo por el cual se enturbió el líquido y se formó la película al desprenderse el ácido carbónico en el experimento referido, y también es bastante para saber la composición de ese precipitado y película. En efecto, si el desprendimiento del ácido carbónico se verificó en ausencia del aire, el precipitado y película fué formado por el ortocarbonato ferroso, que es insoluble en el agua, pero soluble en el agua saturada por ácido carbónico³ y por lo mismo debía precipitarse al desprenderse este último; y si el desprendi-

1 Boletín del Instituto Geológico de México. México. 1902. Núm. 16, pág. 42.

2 G. Moreau. Etude Industrielle des Gites Métallifères. Paris. 1894, pág. 148.

3 Arthur M. Comey. Dictionary of chemical solubilities inorganic. London. 1896, pág. 85.

miento del bióxido de carbono tuvo lugar en presencia del aire, como es lo más probable, juzgando por el color que tomó el líquido, entonces el precipitado y la película estuvieron formados por hidrato férrico, pues el ortocarbonato ferroso, al contacto del aire, produce este hidrato con desprendimiento de carbónico. Esta reacción se representa así:



Esta reacción es exotérmica y desarrolla 33.2 calorías, como se ve por el siguiente cálculo:

Estado inicial.

2 CO ⁴ H ² Fe desprende	2×247.6=	+495.2
H ² +O líquida desprende		+ 69.0

Suma		=+564.2

Estado final.

3 (H ² +O) líquida desprende		+207.0
Fe ² O ³ hidratado desprende		+191.2
2 (C+O ²) disuelto desprende		+199.2

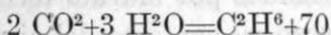
Suma		=+597.4

Diferencia =+33.2 calorías.

Además, esta reacción se verifica sin la intervención de ninguna energía extraña, ni aun para provocarla, y puesto que es exotérmica, tendrá que producirse necesariamente.

Si el segundo miembro de la ecuación anterior representara solamente un estado intermedio de la reacción propuesta por el Sr. Almaraz, habría necesidad de

suponer para llegar al estado final indicado por él, que: el bióxido de carbono descompone al agua con formación de un hidrocarburo saturado; es decir, que:



reacción endotérmica que absorbería 382.9 calorías, como se ve por el siguiente cálculo relativo á la formación de la ethana:

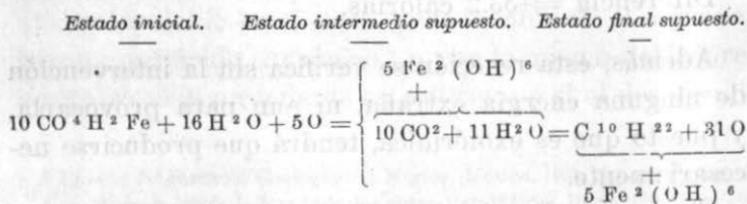
Estado inicial.

2 (C+O ²) disuelto, desarrolla	+199.2 calorías.
3 (H ² +O) líquida, desarrolla	+207.0 „
	Suma = +406.2 calorías.

Estado final.

C ² +H ⁶ desarrolla	+ 23.3 calorías.
	Suma = + 23.3 calorías.
Diferencia = -382.9 calorías.	

Para el caso de la supuesta formación de la decana, en presencia del oxígeno del aire como se operó tal vez en el experimento indicado, la reacción podría representarse como sigue:



Las condiciones térmicas de esta reacción serían las siguientes:

Estado inicial.

10 CO ⁴ H ² Fe desarrolla	+2476	calorías.
16 H ² O desarrolla.	+1104	„
	<u> </u>	
Suma.	=+3580	calorías.

Estado intermedio supuesto.

5 Fe ² (OH) ⁶ desarrolla.	+1991	calorías.
10 CO ² desarrolla	+ 996	„
11 H ² O desarrolla.	+ 759	„
	<u> </u>	
Suma.	=+3746	calorías.

Estado final supuesto.

C ¹⁰ H ²² desarrolla	+ 62.67	calorías.
5 Fe ² (OH) ⁶ desarrolla	+1991.00	„
	<u> </u>	
Suma.	=+2053.67	calorías.

La diferencia entre los estados final é intermedio supuestos, es:

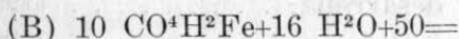
Estado final supuesto	+2053.67	calorías.
Estado intermedio supuesto	+3746.00	„
	<u> </u>	
Diferencia=	-1692.33	calorías.

Según este cálculo el último cambio de estado se haría con absorción de 1692.33 calorías; la reacción sería endotérmica, y por las razones ya expuestas no puede verificarse en las condiciones del experimento. En cambio, la diferencia entre los estados intermedio supuesto é inicial, es:

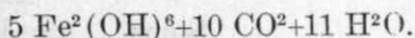
Estado intermedio supuesto.	+3746	calorías.
Estado inicial	+3580	„
	<u> </u>	
Diferencia=	+ 166	calorías.

Por lo tanto esta última reacción será exotérmica, con desprendimiento de 166 calorías; y como el segundo cambio de estado no se verifica, la reacción que tiene lugar en el experimento á que me refiero es la representada por la siguiente ecuación, y no por la (A).

Estado inicial.



Estado final.



Con lo anterior sería bastante para convencerse de la imposibilidad de la teoría; sin embargo, procedí á hacer el experimento indicado antes.

Disolví $\frac{1}{2}$ gramo de ortocarbonato ferroso, químicamente puro y recientemente preparado en 700 c. c. de agua saturada por ácido carbónico (CO^2), y después dejé que se desprendiera este ácido, colocando la solución en un vaso abierto, y al contacto del aire. Después de 24 horas, con un filtro lavado y tarado, de la marca Dr. N. Caspary, recogí la mayor parte de la película formada, coloqué el filtro en un embudo, lo lavé con agua destilada, sequé el filtro en la estufa, á la temperatura de ebullición del agua, que es temperatura inferior á la de ebullición de la decana, y lo pesé en seguida, obteniendo un aumento de peso de 0.0238 gramos; quemé después el filtro y calenté al rojo las cenizas en un crisol de platino, pesé en seguida y obtuve una pérdida de peso de 0.0003 gramos, descontando el peso de las cenizas del filtro. Disolví después el contenido del crisol en ClH , diluído, y precipité con AzH^3 ; filtré, lavé, calenté al rojo y pesé el precipitado formado por Fe^2O^3 ,

obteniendo como peso 0.0235, casi igual al peso de la película recogida por el filtro y secada en la estufa.

De lo anterior se concluye que: la composición de la película formada es Fe^2O^3 .

Como última comprobación de la teoría indicada, dice su autor en el Informe, pág. 10, que: "agitando los residuos amarillentos de las zanjas por donde corre el agua que sale del pozo, se desprenden burbujas que, al llegar á la superficie del agua, dejan una manchita aceitosa de petróleo; este petróleo no podía encontrarse ahí si no era porque se había producido en su seno; pues por su poca densidad, en caso contrario, habría pasado á la superficie del agua."

El fenómeno anterior es de muy fácil explicación, sin necesidad de recurrir á la nueva teoría, á la cual no sirve de comprobación. En efecto, en el agua de Aragón existe una cantidad muy pequeña de petróleo que flota en la superficie, y naturalmente al romperse la película formada por el hidrato férrico, y caer al fondo de las zanjas, esta película arrastra consigo una pequeña cantidad de petróleo que retiene aprisionado, y al agitar el depósito del fondo, se facilita la separación del petróleo aprisionado en este depósito poroso, y una vez libre, sube á la superficie del agua y forma las manchas grasosas.

Lo que originó la teoría que he estudiado, fué el hecho, según su autor, "de que las aguas en el momento de salir del pozo no tuvieran ni vestigios de petróleo" (pág.10); pero como la cantidad de este último es muy pequeña y mucha el agua que sale del mismo pozo, y el autor no indica cuáles fueron sus observaciones para determinar el hecho mencionado, no puedo considerar

su afirmación como del todo concluyente, por falta de datos, y sí puedo decir que es muy deficiente la resolución que ha dado el autor al segundo problema que se propuso resolver, y que indiqué al principio de este estudio.

Como resolución al primer problema que se propuso el autor, sólo dice en su referido Informe, pág. 11: "Si como es de suponerse y está confirmado por la observación y la experiencia, el petróleo se produce bajo la acción del ortocarbonato ferroso sobre el bióxido de carbono y el agua, es de presumirse que estas condiciones durarán indefinidamente, como han durado siglos hasta la fecha, y además que de la misma manera que en la superficie de la tierra se ha producido el petróleo, pudo y debe haberse producido en el seno de ella, desde hace siglos, el que, acumulado, tendría por límite inferior el terreno primitivo, ó sea la prolongación del plano inclinado que forman los cerros que este terreno tiene al Norte." Como no es de aceptarse la reacción fundamental de esta teoría, por las razones ya indicadas, y teniendo en cuenta, además, que en el experimento que hizo el autor tuvo que expulsar al bióxido de carbono, para que, según él, se produjera la reacción que propone; según el experimento, y aceptando la teoría, podría creerse en la formación sintética del petróleo en la superficie, al contacto del aire, pero no en el interior, donde existe el ácido carbónico en exceso. Por lo anterior, considero también muy deficiente la resolución al primer problema, y muy dudosa la existencia de este depósito interior de petróleo, si sólo tiene como fundamento la teoría propuesta.

Ojalá que más tarde, con mayores datos y más estu-

dio, pueda indicar el Sr. Almaraz la génesis aceptable de la formación del petróleo en las cercanías del pozo de Aragón.

Resumiendo este estudio, puedo formular las siguientes conclusiones:

1.^a—No puede aceptarse como posible la reacción química propuesta por el Sr. Almaraz, para explicar la formación del petróleo de Aragón.

2.^a—La teoría química de este autor no es fundamento suficiente para suponer la existencia de un depósito interior de petróleo en las cercanías de Aragón, ni para creer en la inagotabilidad de ese producto en la referida región.

Las conclusiones anteriores son enteramente distintas de las formuladas por el Sr. Almaraz en sus tantas veces referido Informe, páginas 11 y 12.

Instituto Geológico, México, Abril 4 de 1903.

que pueda indicar el Sr. Almaraz la fórmula aceptable de la formación del petróleo en las cercanías del pozo de Arauco.

Resumiendo este estudio, puedo formular las siguientes conclusiones:

1.º—No puede aceptarse como posible la reacción química propuesta por el Sr. Almaraz para explicar la formación del petróleo de Arauco.

2.º—La teoría dada por este autor no es fundamente suficiente para exponer la existencia de un depósito inferior de petróleo en las cercanías de Arauco, ni para crear en la improbabilidad de ese producto en la referida región.

Las conclusiones anteriores son evidentemente distintas de las formuladas por el Sr. Almaraz en sus trabajos referidos Informe, páginas 11 y 12.

Informe Geológico. Marzo. Abril y de 1902.