



Bogotá D.C., 26 de julio de 2023

Doctora

EDNA MARCELA RAMÍREZ OROZCO

Directora División de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente No **NC2020/0012394**

Asunto: Respuesta al requerimiento de fondo expedido dentro de la solicitud de patente titulada: **"METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE PUNTOS CUÁNTICOS DE CARBONO (CQDS) COMO TRAZADORES INTERPOZOS PARA EL GERENCIAMIENTO DE YACIMIENTOS"** - Oficio N° 4086 de 15 de marzo de 2023.

Solicitantes: **ECOPETROL S.A.**

Respetada a directora,

LUZ MARA HERRERA HERRERA en mi condición de apoderada de ECOPETROL S.A. solicitante de la patente de la referencia; encontrándome dentro de los términos legales previstos, doy repuesta al oficio No. **4086** relacionado en el asunto, según el cual, como resultado del examen de patentabilidad realizado a la solicitud de la referencia, la Dirección encuentra que *"la materia objeto de solicitud no cumple con algunos requisitos establecidos en la Decisión, con fundamento en los siguientes aspectos"* que abordaré uno a uno:



"(...) **4.2. Reivindicaciones** (...)"

Observación 1.

El despacho indica que "(...) Teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 30 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina:

"Las reivindicaciones definirán la materia que se desea proteger mediante la patente. Deben ser claras y concisas y estar enteramente sustentadas por la descripción. (...)"

Esta oficina informa que, la reivindicación 2 se refiere a: "detectable a concentración superior...", "conservar sus propiedades por un tiempo...", "Propiedades de fluorescencia del trazador diferentes a las...", "Mantener inalteradas las propiedades" entre otras, las cuales son un resultado a alcanzar y no definen al método, puesto que la reivindicación incluiría no sólo la solución propuesta en la solicitud, sino todas las alternativas presentes o futuras que permitan llegar a ese resultado. Se sugiere reemplazar por las características técnicas esenciales, estructurales o funcionales, que contribuyen a la obtención de ese efecto.

Esta oficina informa que, la reivindicación 1 hace mención de un método procedimiento, pero este no se define mediante una secuencia lógica de etapas y/o mediante sus condiciones técnicas esenciales. Por ejemplo, revisión del sistema de inyección, instalación de la herramienta para lanzamiento del trazador, cronograma de monitoreo, definir pozos de interés, entre otras. En consecuencia, se sugiere modificar dichas el capítulo reivindicatorio para definir las etapas que caracterizan el procedimiento. Asimismo, se sugiere definir la sigla PCC (...)"



Respuesta 1.

Compartimos lo expuesto por el señor examinador y se procedió a ajustar las reivindicaciones 1 y 2 con base en las recomendaciones expuestas en el requerimiento. Ver capítulo reivindicatorio ajustado.

"(...) 4. Determinación del Estado de la Técnica

La fecha para determinar el estado de la técnica es el 1 de octubre de 2020, que corresponde a la fecha de presentación.

Consultadas las fuentes de información con que se cuenta, se encontraron los siguientes documentos que anticipan el objeto de esta solicitud:

Ítem	Documento	Título	Fecha de publicación
D1	WO2016205026	"Methods of using carbon quantum dots to enhance productivity of fluids from wells"	22 de diciembre de 2016
D2	Kanj et al.	"Industry first field trial of reservoir nanoagents"	25 de septiembre de 2011

D1¹ divulga un método para optimizar la producción de hidrocarburos desde una formación subterránea, utilizando trazadores de puntos cuánticos de carbón (reiv. 1).

¹ <https://patents.google.com/patent/WO2016205026A1>



D2² divulga la aplicación de puntos cuánticos a pozos (resumen).

5. Examen de Patentabilidad

De acuerdo con lo establecido en el artículo 14 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina, en el cual se establecen los requisitos de patentabilidad objeto de la solicitud en estudio, esta Oficina presenta a continuación el análisis de los requisitos de patentabilidad.

5.1. Nivel Inventivo

Teniendo en cuenta lo señalado en el artículo 18 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina, la reivindicación independiente 1 (NC2020/0012394 del 1 de octubre de 2020) refiere a: "Una metodología para la implementación (...)". A continuación, se presenta la tabla comparativa entre el objeto reivindicado y los documentos encontrados en el estado de la técnica:

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES	D1	D2
<i>Una metodología para la implementación de puntos cuánticos de carbono como trazadores interpozos para el gerenciamiento de yacimientos, caracterizada porque comprende las siguientes etapas:</i>	<i>Método para aumentar la producción de fluidos que contienen hidrocarburos desde una formación subterránea</i>	<i>Implementación de bombeo de nanopartículas A-dots carbogénicas en pozos</i> <i>(pág. 7 a 9)</i>

² Kanj, M. Y., Rashid, M., & Giannelis, E. P. (2011). Industry first field trial of reservoir nanoagents. In *SPE Middle East oil and gas show and conference*. OnePetro. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/270575419_Industry_First_Field_Trial_of_Reservoir_Nanoagents



	(reiv. 1 [00006], [00017], [00046])	
a. <i>Análisis y evaluación de condiciones previas:</i> • <i>Selección del trazador.</i> • <i>Determinación de la curva de calibración para la cuantificación del trazador PCC.</i> • <i>Elaboración de línea base de fluorescencia en el agua de yacimiento</i> • <i>Determinar la cantidad de trazador a dosificar</i> • <i>Establecer la frecuencia de muestreo</i>	<i>Selección de puntos cuánticos dependiendo de sus características ópticas y de solubilidad</i> <i>Cantidad de puntos cuánticos puede ser de 1 a 500.000 ppm</i> (reiv. 1 [00006], [00017], [00046], [00130])	<i>Prueba de campo</i> <i>Preparación de campo y pruebas de campo</i> <i>Curva de calibración</i> <i>A-dots en una concentración de 3000 ppm</i> (pág. 7 a 9)
b. <i>Dosificación del trazador en pozos inyectoros</i> • <i>Revisión del sistema de inyección.</i> • <i>Instalación de herramienta para lanzamiento del trazador. □</i> <i>Inyección del trazador</i>	<i>Bombear un fluido que contiene el trazador en un pozo donde el trazador es a base de puntos cuánticos de carbón.</i> <i>Posicionamiento y configuración del Sistema de inyección</i>	<i>Inyección del trazador a 6,6 barriles por minuto,</i> (pág. 7 a 9)



	(reiv. 1 [00006], [00017], [00046], [00130])	
<i>c. Seguimiento del trazador en pozos productores</i> • Cronograma de monitoreo • Muestreo de pozo • Análisis de muestras	<i>Identificar el trazador en el fluido producido por el pozo.</i> (reiv. 1 [00006], [00017], [00046], [00130])	
<i>d. Análisis e interpretación de resultados</i>	<i>recopilación y análisis de información de los yacimientos durante la producción</i> (reiv. 1 [00006], [00017], [00046], [00130])	<i>Muestreo y análisis</i> (pág. 7 a 9)

Observación 2

El despacho indica que "(...) D1 es considerado como el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la reivindicación 1, ya que divulga un método para aumentar la productividad fluidos que contiene hidrocarburos que comprende el bombeo de un fluido en el pozo, que contiene un trazador basado en puntos cuánticos de carbono de diámetros de 1 a 10 nm y la posterior identificación del trazador en los fluidos producidos. El análisis cualitativo y cuantitativo se realiza por medio de medidas de fluorescencia producida por los puntos cuánticos de carbono (reiv. 1 [00006], [00017], [00046], [00130]) (...)"

**Respuesta 2.**

Disentimos lo manifestado por el despecho, con base en los siguientes argumentos que exponemos a continuación:

- La diferencia entre la anterioridad D1 y la presente solicitud de patente está en que la metodología propuesta por esta última tiene como propósito obtener información que permita un gerenciamiento óptimo de los pozos. Si bien D1 menciona que se pueden formar puntos cuánticos de carbono y determinar al menos una propiedad de las formaciones así como incrementar la productividad, sólo es mencionado en el párrafo [0005] como una posible aplicación en canales de flujo en la formación, es decir, plasma el concepto de poder utilizar trazadores en proyectos de *waterflooding* para estimar los patrones de flujo entre pozos en procesos de recobro, y en el párrafo [0006] se vuelve a mencionar que el monitoreo del yacimiento se refiere a obtener información y cómo esta información puede usarse para mejorar la productividad de las formaciones y, finalmente, indican cómo este monitoreo ayuda a incrementar eficiencia de fracturamiento y determinar los niveles de saturación de agua. Adicionalmente, la anterioridad D1 difiere de la presente solicitud de patente, en que esta última presenta en detalle el procedimiento requerido para evaluar las condiciones previas a la inyección tales como:
 - Selección del trazador.
 - Determinación de la curva de calibración para la cuantificación del trazador PCC.
 - Elaboración de línea base de fluorescencia en el agua de yacimiento.
 - Determinar la cantidad de trazador a dosificar.
 - Establecer la frecuencia de muestreo.



Condiciones estas, que no son mencionadas en la anterioridad D1, pero son absolutamente necesarias para gerenciamiento óptimo del pozo de producción de crudos, al inyectar este tipo de trazadores.

Como se ha indicado, el procedimiento que se reclama en la presente solicitud de patente explica paso a paso las instrucciones para inyectar un trazador de puntos cuánticos de carbono *interwell* para obtener información de los canales de flujo en el yacimiento seleccionado, a diferencia de D1 que no presenta las instrucciones para este tipo de aplicación y únicamente da el detalle para pozos productores en relación con la dosificación (de 1 a 500.000 ppm).

Con respecto a la anterioridad D2, a pesar de presentar pruebas de campo y tener pruebas en laboratorio previas, de las que algunas coinciden con el protocolo de la presente solicitud de patente; hacen falta otras muy importantes para determinar si es viable o no la inyección en cada campo, tales como la de retención de CQD en la roca, y la determinación de línea base de fluorescencia, porque únicamente con la curva de calibración no es posible ejecutar la metodología propuesta. Adicionalmente en D2 el procedimiento incluye una selección de un pozo productor para inyectar los puntos cuánticos, no un inyector como es el caso de la metodología propuesta en la presente solicitud que siempre es en un inyector. Adicional agregan una columna de diésel lo que va en contravía con las recomendaciones de la patente solicitada, porque el objetivo es mantener lo más constante las condiciones previas, durante y después de la aplicación de los CQD, incluyendo los fluidos que pasan por el sistema. En D2 no explican bajo qué criterio seleccionan la cantidad de CQD a utilizar, lo que, si se explica en la presente solicitud, puesto que va a ser diferente para cada yacimiento y patrón.

Otro aspecto para indicar es que en D1, el párrafo [0006] explica sólo el concepto de monitorear el yacimiento y los beneficios que esto trae, y el párrafo [00046] menciona los tipos de CQD que se podrían inyectar siendo tanto hidrofílicos como hidrofóbicos, lo



cual no corresponde a lo que se desea alcanzar en la presente solicitud de patente que requiere que viaje en el agua únicamente y no se pierda o adhiera en superficies.

En relación con la anterioridad D2 no se dosifica en un pozo inyector el trazador, sino que se realiza un bombeo de nano agente diluido en agua desplazado con una columna de diésel, se cierra estimando una zona invadida de 15 ft y luego se abre para volver a producir.

Otro aspecto relevante de la anterioridad D1 es que no se observa una metodología para el seguimiento del trazador inyectado, en el documento sólo explican un tipo de aplicación que se refiere a el análisis de un sólo pozo, el mismo donde se inyecta el CQD teniendo por definición un objetivo diferente, y con herramientas que no se mencionan en la presente solicitud de patente, una fuente que genere la excitación dentro del *wellbore* y un detector configurado para leer la señal o propiedad óptica del CQD usando al menos un cable de fibra óptica por propiedad a determinar.

La anterioridad D1 también señala la metodología para inyección en fracturas múltiples, de forma muy somera, y en el párrafo [00017] mencionan un método para determinar el *breakthrough* del agua, el cual no es el objetivo de la presente solicitud, pero teniendo en cuenta lo descrito sólo menciona la inyección del trazador y medir la fluorescencia en los pozos productores, lo cual es diferente con la metodología propuesta en la presente invención por el hecho de que las aguas de formación ya tienen un cierto grado de fluorescencia natural así como los químicos inyectados de forma cíclica para mantenimiento, lo cual afecta los análisis, y una aplicación descrita en D1 no va a aportar información confiable para actualizar modelos y entender el comportamiento de la hidrodinámica entre pozos.

Adicionalmente, D1 no indica las condiciones de volumen a inyectar y los criterios a considerar, por constituirse un documento que resume varias aplicaciones con CQD pero sin profundizar el tipo interwell. Se mencionan pozos de crudo, gas, agua y pozos



geotérmicos y cómo en diferentes zonas productoras el fluido va a exhibir una propiedad óptica diferente, como la fluorescencia, también menciona aplicaciones de EOR con surfactantes y las fases en las cuales se puede inyectar el CQD; pero sin explicar cómo seleccionar el adecuado para cada pozo. En el párrafo [00045] indica dosificaciones recomendadas, pero únicamente para inyectar pozos productores.

En el párrafo [00044] del D1 hablan sobre la posibilidad de analizar los fluidos por espectroscopía óptica y que el pozo inyector se puede apagar como método de recobro para mejorar eficiencia de barrido, y en el párrafo [0047] señalan porqué entre CQD hidrofílicos e hidrofóbicos pueden indicar zonas de humectabilidad en la formación.

En la anterioridad D2, se toman muestras en el pozo productor las cuales se llevan a laboratorio y se analizan con el espectrofluorometro, y se ajustan las medidas de fluorescencia pero no es claro con respecto a qué parámetros lo ajustan, y en el análisis de datos ajustan unos ppm por el delta que queda cuando se inyecta el agua contaminada de CQD. En la figura donde muestran estos resultados de los análisis donde se observa la diferencia en los resultados de la metodología, ellos tienen concentración en función de la producción de agua del pozo y la respuesta total de recuperación, en la metodología propuesta es muy importante esas variables en función del tiempo, teniendo en cuenta la línea base, el día que fue inyectado el CQD y su comportamiento en al menos dos meses o según el porcentaje de recuperación.

Observación 3

El despacho también indica que "(...) La diferencia entre la invención definida entre la reivindicación 1 y el método divulgado en D1, consiste en que la invención incluye los siguientes pasos: establecer la frecuencia de muestreo; revisión del sistema de inyección; instalación de la herramienta para el lanzamiento del trazador y cronograma de monitoreo. Los pasos anteriormente mencionados corresponden a la estandarización y optimización del método, los cuales no son mencionadas en D1.



No hay evidencia de que el incluir específicamente los pasos de estandarización y optimización del método proporcione un método con algún efecto técnico diferente al que ya proporcionaba el objeto de D1, puesto que el uso de puntos cuánticos de carbón para la caracterización de pozos ya había sido previsto en dicho documento (reiv. 1 [00006], [00017], [00046], [00130]) (...)"

Respuesta 3

La anterioridad D1 no explica como inyectar CQD en un pozo inyector, ni cómo se recuperan en el pozo productor. La anterioridad está enfocada en bombearlos CQD de diferentes fluidos de pozo productor y los recupera por el mismo pozo productor, donde se determina la cantidad de compuesto fluorescente agregado, pero sin utilizar pruebas de laboratorio, ni curva de calibración (no se mencionan en D1), pues no determina una línea base y tampoco la cantidad de compuestos fluorescentes.

D1 no considera la compatibilidad roca fluido para determinar la cantidad de trazador que se debe bombear; mientras que la presente solicitud sí tiene en cuenta dicha compatibilidad de fluido y roca, entre otros.

Observación 4

El despacho también indica que "(...) *Por lo tanto, el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: ¿Cómo modificar el método conocido en D1 con el fin de proporcionar otro método alternativo?*

Sin embargo, incluir la estandarización y optimización del método ya se encuentra divulgado en el documento D2, que enseña la aplicación de puntos cuánticos en un pozo para medir su productividad (pág. 7 a 9). D2 enseña los criterios de selección de los pozos a ser evaluados, los cuales incluye selección de pozos con registros petrofísicos y de producción. En la fase de inyección y producción, D2 menciona la tasa de inyección, la presión máxima, además del monitoreo del flujo y la toma frecuente de muestras.



Finalmente, en la fase de análisis de datos, D2 enseña que las muestras son analizadas por mediante fluorescencia para obtener información de la producción del pozo.

En consecuencia, la persona normalmente versada en la materia estaría motivada a incluir la estandarización y optimización divulgada en D2, en el método de D1 para así llegar al objeto de la reivindicación 1. Por lo cual se considera obvia.

Respuesta 4

Respetuosamente, disentimos de lo indicado por el despacho, pues la anterioridad D2 al ser un documento basado en el procedimiento para aplicar los CQD en un pozo productor, no menciona la cantidad de trazador que se requiere en el diseño, con relación al patrón de inyección, el área que este cubre y el muestreo preliminar para encontrar la línea base. Adicionalmente, en D2 se bombea el trazador con elementos orgánicos, lo que genera una fluorescencia adicional y por ende otra diferencia con respecto a la presente solicitud de patente, que en su método reivindica la elaboración de una curva patrón, así como también una alteración en el análisis de resultados, es importante resaltar que en D2 los resultados que se obtienen están en función del volumen de fluidos producido y, para nosotros, no es de interés esa relación entre trazador recuperado y volumen, al ser una aplicación *interwell*; nuestro objetivo está en la relación entre el trazador recuperado con respecto al tiempo y la fluorescencia que inicia desde la línea base hasta la finalización del muestreo.

Adicionalmente en la anterioridad D2 no se determina el tiempo de muestreo y monitoreo, el cual es importante para determinar la interconexión de los pozos, lo que sí es determinado en la presente solicitud de patente. Otro aspecto para evaluar es que se realiza un lavado con agua del pozo antes de inyectar el trazador, lo cual genera una interferencia en los resultados, debido a que no existe una línea base, lo que si ocurre en la metodología de la presente solicitud de patente.

Otros elementos diferenciadores con respecto a D2 son:



- D2 no detalla cómo hacer el diseño y calcular la cantidad de trazador requerido para inyectar en el pozo.
- En pruebas de laboratorio y prueba de campo se bombean fluidos adicionales al trazador, como un disolvente orgánico que genera fluorescencia.
- El trazador es inyectado desde un único pozo inyector y un único productor, no en un patrón de inyección de producción, como si ocurre en la presente solicitud de patente.
- No detalla la metodología de calibración, ni la realización de una línea base
- D2 no tiene en consideración una fluorescencia natural del agua, pero esta sí impacta los resultados y por esto la presente solicitud sí la determina.
- En la presente solicitud de patente se realiza bombeo continuo del trazador y en paradas muy cortas mientras se conecta el *shortest*.
- En la anterioridad D2 se presenta una curva de recuperación con respecto al volumen bombeado y no respecto al tiempo de recuperación como en la presente solicitud.
- D2 desde un único pozo observador (inyector) bombea un volumen de fluido con el trazador y valida la incidencia en el pozo productor, mientras que la presente solicitud de patente se basa en *interwell* que detalla el tiempo de respuesta entre inyector y múltiples pozos productores.
- La anterioridad D1 inyecta el trazador en el pozo y este retorna por ese mismo pozo; en la anterioridad D2 se bombea entre un único inyector y productor. En ninguno se considera el tiempo de respuesta del trazador entre productor o inyector recuperado en múltiples pozos, como sí se tiene en cuenta en la presente solicitud.
- En D1 y D2 no se habla del diseño del trazador en ningún documento: cantidad de trazador en el fluido a bombear en un patrón.
- En D2 no se realiza línea base del pozo productor ni se define un tiempo, solo el volumen bombeado del trazador.
- Actualizar el modelo de yacimiento, no es objetivo principal en D1 y D2.



- La presente solicitud de patente valida la interacción entre el pozo inyector y los pozos productores con tiempo de respuesta y recuperación
- La variable tiempo no está incluida en las dos anterioridades en D1 y D2

Observación 5

Finalmente el despacho indica en el requerimiento que *"(...) Las reivindicaciones dependientes 2 a 10 no mencionan alguna característica que, junto con las características de la reivindicación independiente, aporte nivel inventivo al método de la reivindicación 1, por lo cual se considera que carece de nivel inventivo (...)"*

Respuesta 5

No compartimos lo indicado por el despacho, pues existen diferencias substanciales entre las reivindicaciones 2 a 10, con respecto a las anterioridades D1 y D2, por las siguientes diferencias, en las que el trazador utilizado se validó las siguientes características a través de su aplicación y que son requeridas su cumplimiento:

- Conserva sus propiedades de fluorescencia por un periodo superior a 180 días.
- Mantiene inalteradas las propiedades físico-químicas del petróleo (viscosidad y densidad) y las petrofísicas del yacimiento (permeabilidad, mojabilidad, porosidad).
- Conserva sus propiedades de fluorescencias a temperaturas hasta de 300°C.
- Compatibilidad con los fluidos del yacimiento: ausencia de emulsiones y coeficiente de partición agua/crudo igual a cero.
- Compatibilidad con la roca del yacimiento: Retención mínima en la roca a través de la recuperación de una masa superior al 90% del trazador inyectado.

Adicionalmente ninguna de las anterioridades D1 y D2, menciona la elaboración de la línea base de fluorescencia en el agua de yacimiento, como se ha indicado representa una etapa importante de la metodología, pues afecta los resultados finales en la evaluación.



Finalmente, tampoco las anterioridades D1 y D2, tampoco se menciona el procedimiento de la inyección del trazador el cual se adapta en cada pozo en función a las facilidades de superficie instaladas en conexiones en serie.

Todos estos elementos evidencian, que las mencionadas anterioridades no afectan la presente solicitud de patente, la cual es novedosa y presenta altura inventiva en las reivindicaciones 2 al 10.

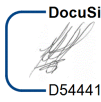
Presentación capítulo reivindicatorio ajustado

Finalmente, nos permitimos indicar que se propone un capítulo reivindicatorio ajustado, que reemplaza el capítulo reivindicatorio inicialmente presentado en la solicitud de patente original, con el fin de dar mayor claridad a la materia reivindicada y para incluir los ajustes solicitados por el Despacho. Es importante anotar que estos ajustes no implican de ninguna manera una ampliación de materia a la contenida en la solicitud originalmente presentada, por consiguiente, son precedentes, de conformidad con lo establecido en el Artículo 34 de la Decisión 486 que indica que *«El solicitante de una patente podrá pedir que se modifique la solicitud en cualquier momento del trámite. La modificación no podrá implicar una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial Del mismo modo, se podrá pedir la corrección de cualquier error material»*.

De acuerdo con los argumentos y modificaciones presentados en este escrito, la solicitud de patente cumple con todos los requerimientos exigidos por la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina y, teniendo en cuenta que se dio respuesta a las objeciones formuladas en el oficio número **4086**, atentamente pido se continúe con el trámite de la presente solicitud y se proceda al otorgamiento de la patente de invención a la tecnología objeto de esta.



Atentamente,

DocuSigned by:

D5444148A3FF48F...

LUZ MARA HERRERA HERRERA

C.C. 52.049.364 de Bogotá

T.P. 148094 del C. S. de la J.

Anexo: Capitulo Reivindicatorio ajustado.