

JOSE LLORED A CAMACHO & CO.

ABOGADOS

Calle 72 No. 5-83 Piso 5, Bogotá, D.C. Tel: 6069700 Fax 6069701

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 09-069914- -00012-0000

Fecha: 2011-10-10 17:20:31 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 449 RESPUESOPOSICI Folios: 43

Señor

SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERC
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Re: P1.-ARCHON TECHNOLOGIES LTD.-Solicitud de Patente de Invención en Fase Nacional PCT para "UN PROCESO MODIFICADO PARA LA RECUPERACIÓN DE HIDROCARBURO UTILIZANDO COMBUSTIÓN IN SITU".-Clase E21B 43/243.-Expediente número 09-069,914.-

1. Me refiero al Oficio N° 11443 expedido por ese Despacho, el cual fue notificado por fijación en lista el 22 de Julio de 2011.

2. Con el fin de responder a la oposición de concesión de la patente de invención en cuestión, la cual fue presentada por la sociedad PACIFIC RUBIALES ENERGY CORP. ante la Superintendencia de Industria y Comercio el 18 de Enero de 2011, atentamente me permito presentar ante ese Despacho una serie de argumentos técnicos mediante los cuales se desvirtúan completamente los alegatos presentados por dicha sociedad opositora.

3. MODIFICACIONES A LA SOLICITUD DE PATENTE EN CUESTIÓN

Inicialmente me permito señalar ante ese Despacho que el solicitante de la invención en cuestión ha decidido realizar las siguientes modificaciones en la descripción y el capítulo reivindicatorio de la invención:

3.1 Modificaciones realizadas para corregir errores cometidos durante la traducción de la solicitud

Durante la traducción al castellano del texto de la solicitud de patente en cuestión se cometieron los siguientes errores:

- El término '*abstract*' fue traducido como '*abstracto*', por lo cual se hizo la modificación para que ahora se lea como '*resumen*';
- A lo largo de la descripción y el capítulo reivindicatorio de la invención, la frase '*horizontal leg*' fue traducida como '*pata horizontal*'. Sin embargo, de conformidad con la terminología técnica en materia de exploración de hidrocarburos, es claro que la traducción correcta de dicha frase es '*porción horizontal*', razón por la cual dicha modificación fue realizada en todo el documento de patente en cuestión;

- Así mismo, a lo largo de la descripción y el capítulo reivindicatorio de la invención, las frases *'toe to heel'* y *'heel to toe'* fueron traducidas como *'dedo a talón'* y *'talón a dedo'*, respectivamente. Sin embargo, de conformidad con la terminología técnica en materia de exploración de hidrocarburos es claro que la traducción correcta de dichas frases es *'punta a talón'* y *'talón a punta'*, razón por la cual dichas modificaciones fueron realizadas en todo el documento de patente en cuestión;
- A lo largo de toda la descripción y el capítulo reivindicatorio de la presente invención se cambió la frase *'...por vía de...'* por la expresión correcta *'...a través de...'*;
- El término *'tacón'* fue reemplazado a lo largo de todo el documento por la palabra correcta *'talón'*;
- La frase *'tubo de producción'* fue reemplazada a lo largo de todo el documento por la expresión correcta *'tubería de producción'*;
- Las expresiones *'...sección vertical sustancialmente...'* y *'...porción horizontal sustancialmente...'* fueron modificadas por las frases correctas *'...sección sustancialmente vertical...'* y *'...porción sustancialmente horizontal...'*, respectivamente;
- El término *'inclusión'* fue reemplazado a lo largo de todo el documento por la palabra correcta *'realización'*;
- Los términos *'combustir'* y *'combustida'* fueron reemplazados a lo largo de todo el documento por las palabras correctas *'quemar'* y *'quemada'*, respectivamente;
- La frase *'La comúnmente cedida US patente...'* fue reemplazada a lo largo de todo el documento por la expresión correcta *'La patente conocida como...'*;
- En el primer párrafo de la página 2 de la descripción, la frase *'...Durante este proceso hidrocarburo calentado en la reserva, con anterioridad al frente de combustión que se esta moviendo, se torna licuado o gasificado y fluye a la pata horizontal, y de allí pata, posteriormente, es extraído a la superficie por vía de la sección vertical del pozo de producción...'*, se reemplazó por la frase correcta *'...Durante este proceso el hidrocarburo calentado en la reserva, con anterioridad al frente de combustión que se está moviendo, se torna licuado o gasificado y fluye dentro de la porción horizontal, y desde tal porción, posteriormente, es extraído a la superficie a través de la sección vertical del pozo de producción...'*;

- En el primer párrafo de la página 2 de la descripción, la frase '*...Argon Technologies Ltd...*', fue reemplazada por la frase correcta '*Archon Technologies Ltd...*';
- La frase '*La Patente U.S. 6,412,557, también comúnmente cedida, revela un proceso similar pero modificado, habiendo agregado el paso de poner un poco mas adelante, dentro de, o alrededor de la pata horizontal, un catalizador para mejorar hidrocarburos de categoría...*', fue reemplazada por la frase correcta '*La patente U.S. 6,412,557, también conocida, revela un proceso similar pero modificado, que tiene el paso adicional de ubicar un catalizador de mejoramiento de hidrocarburo a lo largo, dentro, o alrededor de la porción horizontal para disminuir sustancialmente la viscosidad del hidrocarburo y mejorar la calidad del hidrocarburo...*';
- En el segundo párrafo de la página 3 de la descripción, se reemplazó la frase '*...La inyección y sección vertical de pozos de producción pueden estar separados por...*' por la frase correcta '*...El pozo de inyección y la sección vertical del pozo de producción pueden estar separados por...*';
- La frase '*...si deseado...*' fue reemplazada a lo largo de todo el documento por la expresión correcta '*...si se desea...*';
- En la página 14 de la descripción, la frase '*...lo que proporciona combustible para adelantar el frente de combustión 26 y mantener el avance del frente de combustión 26 y la combustión in situ y el proceso de elevación de categoría del hidrocarburo...*', fue reemplazada por la frase correcta '*...lo que proporciona combustible para el frente de combustión 26 que avanza y mantiene el avance del frente de combustión 26 y el proceso de combustión in situ y de mejoramiento del hidrocarburo...*';
- En la página 15 de la descripción, la frase '*...Tal presión gaseosa reducida en la pata horizontal 16 en oposición a en la formación 10 adelante del frente de combustión 26 ayuda al ingreso en hidrocarburos líquidos y gaseosos de la formación de hidrocarburos 10 a la pata horizontal 16...*', fue reemplazada por la frase correcta '*...Tal presión gaseosa reducida en la porción horizontal 16, contraria a lo que ocurre en la formación 10 antes del frente de combustión 26, ayuda al ingreso de hidrocarburos líquidos y gaseosos de la formación de hidrocarburos 10 a la porción horizontal 16...*';
- En la página 15 de la descripción, la frase '*...Las Figuras 2A-2C aquí muestran un proceso de recuperación in situ modificado (primero), que esta expresamente adaptado para eliminar por lo menos uno de los anteriores gastos de crear un camino separado de perforación para el pozo de inyección 22...*', fue reemplazada

por la frase correcta '*... Las Figuras 2A-2C aquí muestran un proceso de recuperación in situ modificado (primero), que está expresamente adaptado para eliminar por lo menos uno de los anteriores gastos en los métodos de recuperación de hidrocarburos in situ del arte previo, particularmente el gasto de crear un camino separado de perforación para el pozo de inyección 22...*';

- En la página 16 de la descripción, la frase '*...Tubería de inyección 50 adicional, similarmente típicamente enrollada como es convencionalmente usada en operaciones de perforación, es además previsto la inyección de un medio 52 en el pozo de producción 12...*', fue reemplazada por la frase correcta '*...La tubería de inyección 50 adicional, en forma similar, típicamente tubería enrollada como es convencionalmente usada en operaciones de perforación, es además proporcionada para la inyección de un medio 52 en el pozo de producción 12...*';
- En la página 18 de la descripción, la frase '*...y retiradas por vía de la tubería de producción 50 o alternativamente por vía anular 80 en la sección vertical 16...*', fue reemplazada por la frase correcta '*... y removido a través de la tubería de producción 50 o alternativamente a través del anillo 80 en la sección vertical 16...*';
- En la página 18 de la descripción, la frase '*... de ese modo aumentando la volatilidad de hidrocarburos licuados 30 que fluyen a la pata horizontal 16 del pozo de producción 12...*', fue reemplazada por la frase correcta '*... aumentando de ese modo la fluidez de hidrocarburos licuados 30 que fluyen a la porción horizontal 16 del pozo de producción 12...*';
- En el literal (b) de las reivindicaciones 1 y 13, la frase '*providing production tubing*' fue traducida como '*proporcionar tubería de inyección*'. Sin embargo, es claro que dicha traducción obedece a un evidente error, razón por la cual ha sido corregida para que ahora dicho literal (b) de las reivindicaciones 1 y 13 se lea como sigue:

En la reivindicación 1:

"(b) proporcionar tubería de producción en el interior de dicho pozo de producción extendiéndose dentro de dicha sección vertical y dentro, por lo menos de una parte, de dicha parte horizontal para recoger dichos hidrocarburos licuados que fluyen a dicha porción horizontal",

En la reivindicación 13:

"b) Proporcionar tubería de producción en dicho pozo de producción, extendiéndose desde una superficie de dicho pozo de producción por lo menos

hasta dicha parte de talón de dicho pozo de producción para recoger dicho hidrocarburo que fluye a dicha porción horizontal;"

Lo anterior de conformidad con lo mencionado en la página 22 de la solicitud de patente internacional WO 2009/100518.

Finalmente, me permito señalar ante ese Despacho que a lo largo de todo el documento de patente también se realizaron modificaciones menores tendientes a corregir los diferentes errores ortográficos y de sintaxis que fueron cometidos durante la traducción de la solicitud de patente presentada originalmente ante ese Despacho.

De conformidad con lo anterior, considero de gran importancia resaltar que la nueva descripción y el nuevo capítulo reivindicatorio que se anexan al presente memorial corresponden a una traducción gramaticalmente correcta del documento de patente WO 2009/100518, permitiendo llevar a cabo una lectura fluida y un correcto análisis de la información técnica allí divulgada.

3.2 Modificaciones en el capítulo reivindicatorio de la invención

De otro lado, atentamente me permito señalar ante ese Despacho que el solicitante ha decidido realizar la siguiente modificación en la reivindicación 1 de la invención:

- El literal (d) de la reivindicación 1 presentada originalmente se lee como sigue:

"(d) Proporcionar un gas oxidante a dicho reservorio subterráneo, por lo menos inicialmente en un lugar en, o cercano, a dicha sección vertical de dicho pozo de producción"

el cual, sin embargo, ha sido modificado para que ahora se lea como sigue:

"(d) Proporcionar un gas oxidante a dicha reserva subterránea, en un lugar en, o cercano a, dicha sección vertical de dicho pozo de producción y en una región superior de la reserva",

lo anterior de conformidad con, por ejemplo, lo señalado en las figuras 2a-2c de la solicitud, así como con lo mencionado en la página 15, líneas 9 y 10, del documento WO 2009/100518 (correspondiente a la página 17, líneas 6 a 8, de la traducción al castellano que fue originalmente presentada ante ese Despacho), toda vez que allí se establece claramente lo siguiente:

"Usando el camino de perforación único 32, otro pozo de inyección 22 es perforado, extendiéndose por lo menos a la región superior de la formación de hidrocarburos 10".

Finalmente, y de conformidad con lo expuesto previamente en el presente memorial, atentamente me permito manifestar ante ese Despacho que las modificaciones realizadas en la descripción y el capítulo reivindicatorio de la solicitud de patente en cuestión no amplían de manera alguna el alcance de la solicitud presentada originalmente, cumpliendo por lo tanto a cabalidad con las disposiciones de patentabilidad establecidas en el artículo 34 de la Decisión 486 de 2000.

4. OPOSICIÓN INTERPUESTA POR PACIFIC RUBIALES ENERGY CORP. FRENTE AL NIVEL INVENTIVO DE LA PRESENTE INVENCION

Ahora bien, en el documento de oposición presentado por la sociedad Pacific Rubiales Energy Corp. se aduce una supuesta falta de nivel inventivo de la materia contenida en las reivindicaciones 1, 2, 5, 9, 10, 11 y 12 de la presente solicitud de patente, con base en las enseñanzas de los siguientes documentos:

REFERENCIA	DOCUMENTO	REQUERIMIENTO AFECTADO	FECHA DE PUBLICACIÓN
D1	US 7'581,587	Nivel inventivo (reivindicaciones 1, 2, 5, 9, 10, 11, 12)	8 de Noviembre 2007
D2	US 4'598,772	Nivel inventivo (reivindicaciones 1, 2, 5, 9, 10, 11, 12)	8 de Julio 1986
D3	US4'474,237	Nivel inventivo (reivindicación 2)	2 de Octubre 1984
D4	US 5'626,191	Nivel inventivo (reivindicación 2, 5)	6 de mayo 1997
D5	US 4'598,770	Nivel inventivo (reivindicación 5)	8 de Julio 1986
D6	WO 00/46484	Nivel inventivo (reivindicación 5)	10 de Agosto 2000
D7	WO 2004/007899	Nivel inventivo (reivindicación 5)	22 de Enero 2004
D8	US 6'318,457	Nivel inventivo (reivindicación 5)	20 de Noviembre 2001
D9	WO 2007/095764	Nivel inventivo (reivindicación 9)	30 de Agosto 2007
D10	US 6'412,557	Nivel inventivo (reivindicación 11)	17 de Junio 1999
D11	US 4'410,042	Nivel inventivo (reivindicación 12)	18 de Octubre 1983
D12	US 4'042,026	Nivel inventivo (reivindicación 12)	16 de Agosto 1977

4.1 Consideraciones frente a la patentabilidad de la reivindicación 1 de la solicitud de patente en cuestión

En relación específica con lo planteado en la reivindicación 1 de la solicitud de patente en cuestión, el Doctor J. I. Raisbeck argumenta lo siguiente:

"La anterioridad D1 describe un método de recuperación de hidrocarburos usando combustión in situ que comprende un pozo de producción y un pozo de inyección en la misma plataforma de perforación en un sistema "talón a punta" (ver figura 2 y resumen de la invención). D1 adicionalmente establece que al utilizar una única plataforma para perforar los pozos productor e inyector reduce el impacto medioambiental (ver columna 2, líneas 6 a 9). Esto quiere decir que D1 ya había elucidado el problema del impacto medioambiental anteriormente y había proporcionado una solución que es la misma que la presentada en la SPC 914. D1, y haciendo referencia particular a la figura 2 contenida en éste, describe claramente un proceso de recuperación de hidrocarburos que contempla todas las etapas mostradas en la Reivindicación 1 de la SPC 914, con excepción de la etapa (c), la cual hace referencia a la inyección de un medio no oxidante dentro del pozo de producción.

Aunque D1 no muestra el uso de un medio no oxidante para aumentar la presión de la porción horizontal del pozo de producción, lo que mantiene el gas oxidante fuera de este, lo anterior se considera un aspecto técnico obvio para una persona medianamente versada en el arte de dos maneras: La primera, la anterioridad D2 devela previamente el uso de medios no oxidantes en el fondo del pozo de producción con el fin de prevenir explosiones en sistemas de recuperación de combustión in situ, así como la reducción por parte de este tipo de medios de la concentración de gas oxidante en el pozo de producción. La segunda, y en relación al incremento de presión en el pozo productor para impedir la entrada de gas oxidante en el pozo de producción, esto es claramente obvio para una persona medianamente versada en la materia, pues el incremento de la presión de un gas en cualquier punto de un conducto reduce la posibilidad que otro gas entre a dicho conducto".

Con respecto a lo anterior, atentamente me permito manifestar ante ese Despacho que la combinación de los métodos divulgados en los documentos D1 y D2 de ninguna manera permiten que la persona medianamente versada en la materia pueda arribar de manera evidente a la totalidad de las etapas que conforman el método revelado en la reivindicación 1 de la solicitud de patente en cuestión, lo anterior asumiendo, tan sólo en gracia de discusión, que fuese obvio combinar las enseñanzas de dichas anterioridades.

Con el fin de demostrar lo anterior, a continuación me permito presentar ante ese Despacho las siguientes consideraciones técnicas:

- (a) El documento D1, cuyo título es: "Method for in-situ combustion of In-Place Oils", tiene como objeto lo siguiente, de acuerdo con el resumen de dicha anterioridad:

"Proporcionar un método mejorado para contactar un fluido inyectado con un frente de reacción mediante el cual el hidrocarburo puede ser recuperado de manera económica" (resumen de D1, columna 1, líneas 1-2) y

"Permitir una combustión in-situ más eficiente de hidrocarburos pesados, mediante la cual los productos de combustión son removidos de manera más eficiente desde la zona de combustión y el craqueo térmico es promovido" (resumen de D1, columna 1, líneas 1-2)

Ahora bien, para lograr tales objetivos técnicos, -particularmente aquel relacionado con el objetivo de remover los productos de combustión de manera eficiente desde la zona de combustión-, el método enseñado en D1 comprende el empleo de un pozo de purga o desangre 126 (el cual es un pozo concéntrico con el pozo de inyección de aire 112) que permite el escape de los gases de combustión calientes, evitando así que dichos gases sean retirados de la reserva subterránea a través de la porción horizontal del pozo de producción, tal y como sí ocurre en el método de la solicitud de patente en cuestión.

En efecto, el método de D1 difiere expresamente de aquellos métodos enseñados en el arte previo (Figura 1) y en la solicitud de patente en cuestión, toda vez que en estos dos últimos casos los gases de combustión son retirados a través del pozo de producción horizontal, tal y como se menciona en dicho documento D1:

"La FIGURA 1 muestra un diseño avanzado de un sistema de combustión in-situ del arte previo. Contrario al sistema de la presente invención, el exceso de gases de combustión es retirado a través del pozo de producción horizontal 12. Por lo tanto, la sección horizontal 12A del pozo 12 que se encuentra dentro de la zona quemada 14 no puede retirar gases de combustión sin purgar preferencialmente el aire fresco. A medida que el frente de combustión progresa desde la locación 16 a través de las locaciones representativas 18, 20, etc., la pérdida de aire de combustión fresco empeora. Para minimizar la pérdida de aire fresco, la sección de punta puede estar a una elevación menor que el talón, de manera que la porción entre la punta y el frente de combustión se mantenga llena de líquido. Lo anterior también permite que el hidrocarburo drene hacia la punta dentro del reservorio. Aún así, ésta es únicamente una solución parcial debido a que los gases calientes aún tenderán a pasar por encima del aire fresco enfriador en el punto de retiro. El resultado es pérdida de energía." (columna 2, líneas 29 a 34 del documento D1)

Contrario a lo anterior, el método de D1 se caracteriza porque los gases de combustión son retirados de la reserva subterránea a través del pozo concéntrico 126 para lograr la recuperación de la energía en una turbina, tal y como se menciona en el resumen del documento D1:

"El aire frío es por lo tanto dirigido al frente de combustión asistido mediante el retiro de los productos de combustión a través de un pozo de purga o desangre que está localizado en un punto del pozo por encima del piso de la reserva subterránea. El empleo del pozo de purga o desangre horizontal permite direccionar el viaje del frente de combustión." (columna 1, línea 52 a columna 2, línea 6 del documento D1)

Así como en la descripción de dicha anterioridad:

"Con referencia a las figuras, la FIGURA 2 muestra un patrón de pozo 100 para la combustión in-situ de acuerdo con la presente invención. El aire 110 es inyectado a través del pozo 112 en el fondo de la reserva subterránea 114 y fluye hacia el frente de combustión 116. El hidrocarburo caliente 118 drena hacia el piso de la reserva subterránea sobre una cama de rocas 120 y es retirado a una velocidad controlada de manera que el pozo horizontal 122 está lleno de líquido a lo largo de la zona quemada 124. Los gases de combustión calientes aumentan en el frente de combustión 116 y son retirados a través del pozo concéntrico 126 para la recuperación de la energía en una turbina (no mostrado)." (columna 2, líneas 43-51 del documento D1)

Y tal como se muestra mediante las flechas rojas en la figura 2 del documento D1:

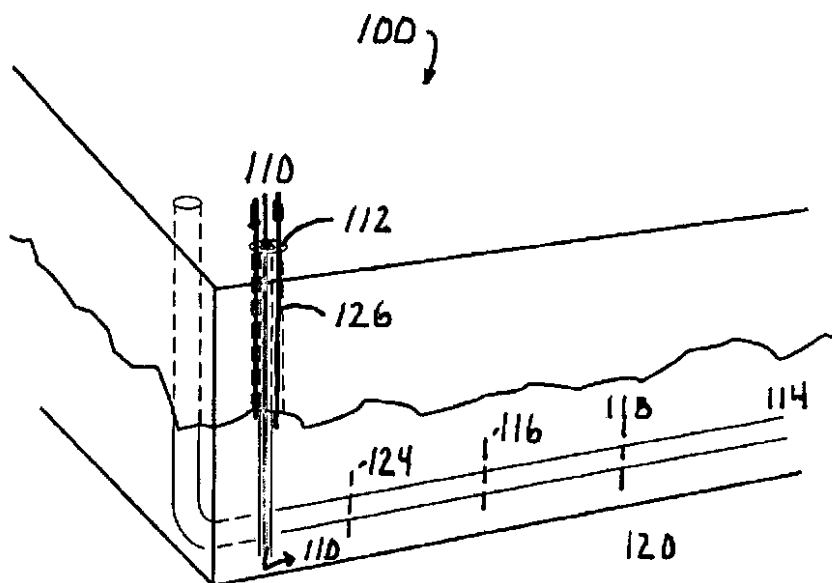
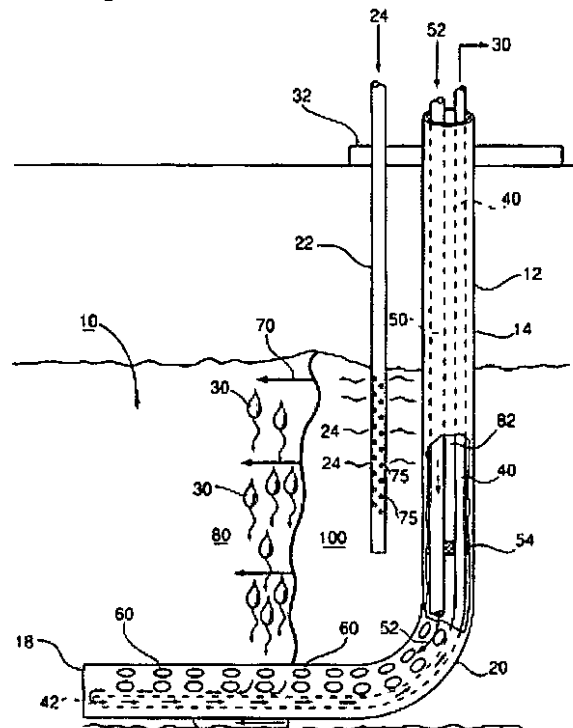


FIGURA 2 DEL DOCUMENTO D1

Fig.2A



En consecuencia, es claro que el método enseñado en el documento D1 para retirar los gases de combustión a través de un pozo separado de purga o desangre (a una velocidad controlada de manera que el pozo horizontal se mantenga "lleno de líquido") y para lograr una recuperación eficiente de energía, implica una serie de características técnicas que alejan a la persona medianamente versada en la materia del método de combustión in situ revelado en la presente invención, el cual enseña un método de recuperación de hidrocarburos mediante el cual los gases de combustión calientes fluyen a través de las porciones vertical y horizontal del pozo de producción.

- 10

4

"En la presente invención, el aire es inyectado cerca del piso de la reserva subterránea permitiendo que los productos de combustión calientes pasen por encima del aire fresco enfriado. El aire fresco enfriado es por lo tanto conducido hacia el frente de combustión asistido por el retiro de los productos de combustión a través de un pozo de desangre que está localizado en un punto del pozo por encima del piso de la reserva subterránea" (columna 1, líneas 51 - 56 de D1)

De acuerdo con lo anterior, es claro que un método para la recuperación de hidrocarburos mediante combustión in situ que se caracteriza porque inyecta aire en el fondo de la formación subterránea y también porque emplea un pozo de purga o desangre para eliminar los gases de combustión calientes que cubren el aire inyectado más frío (tal y como ocurre en el documento D1), difiere sustancialmente de un método para la recuperación de hidrocarburos empleando combustión in situ que incluye el paso de inyectar aire en la región superior de la formación subterránea (con el objetivo de prevenir el ingreso de dicho aire en la porción horizontal del pozo de producción ubicado en la parte baja de la formación subterránea) y que no utiliza un pozo de purga o desangre para los gases de combustión, tal y como se caracteriza el método revelado en la solicitud de patente en cuestión.

En efecto, en el documento D1 se divulga un método que difiere de manera evidente de aquel método revelado en la presente invención y que de ninguna manera le sugiere a la persona medianamente versada en la materia las características técnicas específicas del método de la solicitud de patente en cuestión.

- (c) Ahora bien, de acuerdo con el Doctor J. I. Raisbeck, en el resumen del documento D1 claramente se menciona que una de las ventajas del método divulgado en dicha anterioridad es que los pozos de recuperación de petróleo pueden ser perforados utilizando la misma plataforma de los pozos de purga o desangre, reduciendo de esta manera el impacto ambiental (columna 2, líneas 6 a 9 de D1), lo cual constituye la misma ventaja lograda a partir del método revelado en la solicitud de patente en cuestión.

Con respecto a lo anterior y de conformidad con lo expuesto previamente en el presente memorial, considero de gran importancia aclarar ante ese Despacho que los mecanismos mediante los cuales el método enseñado en D1 y el método revelado en la presente invención permiten lograr la disminución del impacto ambiental son completamente diferentes.

En este sentido, me permito manifestar que es el método de recuperación de hidrocarburos revelado por el solicitante, más no las ventajas resultantes, las que en este caso deben tenerse en cuenta al momento de determinar el nivel inventivo de dicho método con respecto a aquel divulgado en D1. Desafortunadamente, el opositor infiere erróneamente que ambos métodos deben ser iguales porque la ventaja lograda es la misma. Sin embargo, tal como ya fue analizado en detalle en el presente memorial, los métodos de la presente invención y del documento D1 claramente no son los mismos.

- (d) Finalmente y tal como el mismo opositor lo reconoce expresamente en el documento de oposición presentado, el documento D1 de ninguna manera enseña o sugiere el elemento mencionado en el literal c) de la reivindicación 1 de la presente invención:

"(c) inyectar un medio dentro del pozo de producción, en donde dicho medio es seleccionado del grupo de medios que comprende sólo o en combinación, un gas no oxidante, vapor, agua ó dióxido de carbono"

Pese a lo cual, el opositor sugiere que dicho elemento corresponde a un "aspecto técnico obvio" que adicionalmente ya había sido enseñado en el documento D2.

Con respecto a lo anterior, me permito señalar ante ese Despacho que incluso si fuera obvio para la persona medianamente versada en la materia la combinación de las enseñanzas de los documentos D1 y D2, tal como lo sugiere el señor opositor debido a que éste asume que D2 enseña el elemento del paso c) de la reivindicación 1 de la presente invención, dicha combinación no permitiría obtener el método de la solicitud de patente en cuestión ya que tal método resultante aún incluiría el paso de inyectar aire en la parte baja de la formación subterránea, así como también incluiría el empleo de un pozo de purga o desangre, características que de ninguna manera hacen parte del método revelado en la presente invención.

Adicionalmente, considero relevante aclarar que a nivel técnico y jurídico resulta completamente inapropiado llevar a cabo el análisis de nivel inventivo de una solicitud de patente escogiendo algunas características de un método enseñado en el arte previo, desechando las demás características de dicho método y mezclando las primeras con algunas características de un método enseñado en otro documento del arte anterior, para finalmente concluir que el método bajo estudio no presenta nivel inventivo frente a las enseñanzas de tales anterioridades. De hecho, es claro que la necesidad de escoger algunas características de un método enseñado en el arte previo, desechar las demás características de dicho método y mezclar las primeras con algunas características de un método enseñado en otro documento del arte anterior, con el fin de reunir todas las características del

método revelado en una solicitud de patente bajo estudio, demuestra el nivel inventivo de dicha solicitud.

Para el caso que nos ocupa, incluso si el paso de emplear un pozo de purga o desangre (y posterior control de flujo con el objetivo de mantener el pozo horizontal lleno de hidrocarburo) fuera excluido del método divulgado en el documento D1, y que el paso de inyectar un gas no oxidante fuera incluido en el método divulgado en dicha anterioridad, tal método resultante no correspondería al método revelado en la reivindicación 1 de la presente invención, toda vez que el paso d) de dicho método de la reivindicación 1 implica la inyección de un gas oxidante en la parte alta de la formación subterránea, mientras que el método enseñado en D1 implica la inyección de aire en la parte baja de la formación subterránea, esto es, en el fondo de la reserva de hidrocarburos.

Adicionalmente, me permito señalar que no puede considerarse obvia la combinación de las enseñanzas del documento D1 con aquellas del documento D2, toda vez que D1 enseña de manera específica que la inyección de aire frío en el fondo de la reserva subterránea, -en donde dicho aire relativamente frío se superpone a los gases de combustión calientes que se extraen desde un punto alto en la reserva-, previene la pérdida de aire frío a través del pozo horizontal (y por lo tanto reduce el riesgo de explosión), tal como se muestra a continuación:

"En la presente invención, el aire es inyectado cerca del piso de la reserva subterránea permitiendo que los productos de combustión calientes pasen por encima del aire fresco enfriado. El aire enfriado es por lo tanto conducido hacia el frente de combustión asistido por el retiro de los productos de combustión a través de un pozo de desangre que está localizado en un punto del pozo por encima del piso de la reserva subterránea. El uso de un pozo de desangre horizontal permite direccionar el viaje del frente de combustión. Ventajosamente, el hidrocarburo es recuperado a través de un pozo de producción horizontal que tiene su talón (la transición de horizontal a vertical de ascenso a la superficie) cerca al pozo de inyección. Esto significa que el pozo de producción puede mantenerse lleno de líquido a lo largo de la zona quemada rica en aire, bloqueando la pérdida de aire inyectado." (columna 1, líneas 52 a 63 de D1)

Por lo tanto, es claro que en D1 se establece que el método allí divulgado no desencadena la pérdida de aire a través del pozo horizontal, razón por la cual no existe una razón técnica para que la persona medianamente versada en la materia sugiera la combinación de las enseñanzas del documento D2 (el cual enseña la inyección de un gas no oxidante en el pozo de producción para reducir el riesgo de explosión debido al ingreso de aire en dicho pozo de producción) con el método del documento D1.

Como consecuencia de todo lo anteriormente expuesto, me permito manifestar ante ese Despacho que, -contrario a lo afirmado por el Dr. J. I. Raisbeck en el documento de oposición presentado-, la reivindicación 1 de la solicitud de patente en cuestión presenta un inequívoco carácter inventivo frente a la combinación de las enseñanzas de los documentos D1 y D2, cumpliendo por lo tanto a cabalidad con las disposiciones de patentabilidad establecidas en el artículo 18 de la Decisión 486 de 2000.

4.2 Consideraciones frente a la patentabilidad de las reivindicaciones 2, 5, 9, 10, 11 y 12 de la solicitud de patente en cuestión

De otro lado, atentamente me permito señalar que el Doctor J. I. Raisbeck aduce lo siguiente en relación con la patentabilidad de las reivindicaciones 2, 5, 9, 10, 11 y 12:

"La reivindicación 2 de la SPC 914, se encuentra dirigida al uso de perforaciones en el pozo de inyección para aportar el gas oxidante.

El uso de estas perforaciones hace parte del estado de la técnica, siendo ilustradas en D3 (ver elementos 40) y D4 (ver elementos 112), por lo que esta característica no le imprime nivel inventivo a lo reclamado en la Reivindicación 2.

La reivindicación 5 de la SPC 914 está dirigida a la perforación del pozo de inyección próximo de la sección vertical del pozo productor. Adicionalmente el pozo de inyección puede ser vertical, inclinado u horizontal.

Como se señaló anteriormente, D1 revela la configuración a través de la cual el pozo de producción y el pozo de inyección se encuentran en la misma plataforma, es decir "próximos" (ver columna 2, líneas 6 a 9 y Reivindicación 6). En cuanto a las diferentes posibilidades de configuración del pozo de inyección tales como vertical, horizontal o inclinado, éstas son bien conocidas en el estado de la técnica, como lo evidencian las anterioridades D5 (ver columna 2, líneas 49 a 53), D6 (todo el documento), D7 (todo el documento) y D8 (todo el documento).

La reivindicación 9 de la SPC 914 está dirigida a la adición de un diluyente de hidrocarburo condensado al medio no oxidante del método de la Reivindicación 1.

Esta característica ha sido previamente develada por D9 (ver página 2, línea 9 a 13, y Reivindicación 1 paso (c)), por lo que no provee características técnicas que le impriman a esta reivindicación nivel inventivo.

La reivindicación 10 de la SPC 914 está dirigida a mostrar que el medio no oxidante usado en las Reivindicaciones 1, 7 y 8 provee una presión positiva la cual previene el ingreso del gas oxidante dentro de la porción horizontal del pozo productor.

Como se dijo anteriormente, la utilización de un medio no oxidante se enseña previamente en D2 (ver todo el documento), y es propio del estado de la técnica; además, que la presión positiva creada por la inyección de gas no oxidante en el pozo productor prevenga el ingreso de gas oxidante al mismo, hace referencia a conocimientos generales comúnmente conocidos por una persona medianamente versada en la materia, puesto que al proporcionar presión positiva en un punto de un conducto, se evita o limita la entrada de otros gases al mismo, Por ende, la Reivindicación 10 no es patentable.

La Reivindicación 11 de la SPC 914 depende de las Reivindicaciones 1 a 8 y adiciona al método allí contenido el uso de un catalizador "colocado en o alrededor de la pata horizontal del pozo de producción".

El uso de dicho catalizador para conseguir el ascenso del hidrocarburo, forma parte del estado de la técnica que se devela, por ejemplo, en D10 (ver elemento 11). Así las cosas, esta característica no le imprime nivel inventivo a las anteriores reivindicaciones y no es patentable.

La reivindicación 12, la cual depende de las Reivindicaciones 1 a 8, especifica los componentes de la mezcla del medio oxidante, siendo estos oxígeno/dióxido de carbono.

Esta mezcla se ha contemplado anteriormente en los procesos de recuperación de hidrocarburos que utilizan sistemas de combustión in situ, ej. D11 (ver columna 1, línea 60 a columna 2, línea 18), D12 (ver columna 4, líneas 14 a 17). Por lo tanto la Reivindicación 12 carece de nivel inventivo."

Con respecto a lo anterior, atentamente me permito señalar lo siguiente:

- a) El Doctor J. I. Raisbeck afirma en su escrito de oposición que las características técnicas adicionales del proceso para la recuperación de hidrocarburos mediante combustión in situ de la presente invención que son reveladas en las reivindicaciones 2, 5, 9, 10, 11 y 12 ya habían sido divulgados de manera específica en los documentos D3 a D12, hecho que en opinión del Dr. Raisbeck demuestra que dichas reivindicaciones carecen de nivel inventivo;
- b) En relación con las reivindicaciones 2, 5, 9, 10, 11 y 12 de la solicitud de patente en cuestión, inicialmente considero de gran importancia destacar ante ese Despacho que dichas reivindicaciones son dependientes de la reivindicación 1, lo cual implica que el proceso revelado en cualquiera de tales reivindicaciones dependientes comprende las características técnicas mencionadas en la reivindicación 1 junto con aquellas características técnicas mencionadas en cada una de dichas reivindicaciones 2, 5, 9, 10, 11 y 12;

- c) Sin embargo, de acuerdo con lo mencionado por el Doctor J. I. Raisbeck, los documentos D3 a D12 únicamente le enseñan a la persona medianamente versada en la materia las características técnicas del proceso para la recuperación de hidrocarburos de la presente invención que son señaladas en las reivindicaciones dependientes 2, 5, 9, 10, 11 y 12, pero de ninguna manera enseñan o sugieren las características técnicas de dicho proceso que son reveladas por el solicitante en la reivindicación 1 de la invención;
- d) Como consecuencia de lo anterior, me permito manifestar que las reivindicaciones 2, 5, 9, 10, 11 y 12 de la solicitud de patente en cuestión presentan un inequívoco carácter inventivo frente a las enseñanzas de los documentos D3 a D12, toda vez que incluso si fuera cierto que dichas anterioridades ya enseñaban las características técnicas adicionales del proceso para la recuperación de hidrocarburos mediante combustión in situ de la presente invención que son reveladas en las reivindicaciones 2, 5, 9, 10, 11 y 12, es absolutamente claro que tales anterioridades de ninguna manera enseñan las características técnicas del proceso revelado por el solicitante en la reivindicación independiente 1;
- e) Así mismo y de conformidad con lo mencionado previamente en el numeral 4.1 del presente memorial, considero de gran importancia señalar que en vista de que la reivindicación 1 de la presente invención es novedosa e inventiva frente a las enseñanzas de los documentos D1 y D2, es absolutamente claro que las reivindicaciones dependientes de dicha reivindicación 1 también son novedosas e inventivas frente a las enseñanzas de tales anterioridades.

Como conclusión de lo expuesto previamente, me permito manifestar ante ese Despacho que la materia técnica revelada en las reivindicaciones dependientes 2, 5, 9, 10, 11 y 12 de la solicitud de patente en cuestión presenta un inequívoco carácter inventivo frente a las enseñanzas de los documentos D1 a D12 señalados en el escrito de oposición presentado por la sociedad Pacific Rubiales Energy Corp., cumpliendo por lo tanto a cabalidad con las disposiciones de patentabilidad establecidas en el artículo 18 de la Decisión 486 de 2000.

4.3 Consideraciones frente a la patentabilidad de las reivindicaciones 3, 4, 6 a 8 y 13 a 17 de la solicitud de patente en cuestión

Finalmente, considero de gran importancia mencionar ante ese Despacho que en el documento de oposición presentado por la sociedad Pacific Rubiales Energy Corp. de ninguna manera se hace referencia a las reivindicaciones 3, 4, 6 a 8 y 13 a 17 de la solicitud de patente en cuestión, esto es, el Doctor J. I. Raisbeck no presentó argumento técnico o jurídico alguno para desvirtuar la patentabilidad de dichas reivindicaciones 3, 4, 6 a 8 y 13 a 17,

razón por la cual el solicitante concluye que la sociedad opositora ha admitido de manera implícita la patentabilidad de tales reivindicaciones que hacen parte del capítulo reivindicatorio de la solicitud de patente en cuestión.

5. **ERROR DE TRADUCCIÓN MENCIONADO POR EL OPOSITOR**

Por último, me permito señalar que el doctor J. I. Raisbeck menciona en el documento de oposición presentado ante ese Despacho que en el literal (b) de la reivindicación 1 de la solicitud de patente en cuestión se cometió un error de traducción debido a que en dicho literal se afirma lo siguiente:

"(b) proporcionar tubería de inyección en el interior de dicho pozo de producción extendiéndose dentro de dicha sección vertical y dentro, por lo menos de una parte, de dicha parte horizontal para recoger dichos hidrocarburos licuados que fluyen a dicha pata horizontal",

A pesar de que en el documento WO 2009/100518 (correspondiente a la versión Internacional de la solicitud de patente en cuestión) se menciona lo siguiente:

"(b) providing production tubing inside said production well extending within said vertical section and within at least a portion of said horizontal portion to collect said liquefied hydrocarbon which flows into said horizontal leg;"

Atendiendo a lo anterior y de conformidad con lo mencionado en el numeral 3 del presente memorial, atentamente me permito señalar ante ese Despacho que con el objetivo de corregir un evidente error cometido durante la traducción del texto de la solicitud al castellano, el solicitante ha decidido reemplazar el numeral (b) de la reivindicación 1:

"(b) proporcionar tubería de inyección en el interior de dicho pozo de producción extendiéndose dentro de dicha sección vertical y dentro, por lo menos de una parte, de dicha parte horizontal para recoger dichos hidrocarburos licuados que fluyen a dicha pata horizontal",

por el siguiente párrafo:

"(b) proporcionar tubería de producción en el interior de dicho pozo de producción extendiéndose dentro de dicha sección vertical y dentro, por lo menos de una parte, de dicha parte horizontal para recoger dichos hidrocarburos licuados que fluyen a dicha pata horizontal",

En donde se ha corregido la expresión 'tubería de inyección' por la frase correcta 'tubería de producción', de conformidad con lo mencionado en la página 22 de la solicitud de patente internacional WO 2009/100518.

Ahora bien, en conexión con lo expuesto previamente considero de gran importancia aclarar ante ese Despacho que la modificación realizada por el solicitante en el numeral (b) de la reivindicación 1 de ninguna manera implica que la materia técnica revelada en dicha nueva reivindicación 1 carezca de novedad o nivel inventivo frente a las enseñanzas de los documentos D1 y D2, toda vez que la tubería de inyección que había sido mencionada de manera incorrecta en dicho numeral (b) de la reivindicación 1, también es expresa y correctamente mencionada en el literal (c) de dicha reivindicación 1 como un mecanismo para inyectar gas no oxidante al interior de la reserva subterránea.

Finalmente y como consecuencia de lo mencionado previamente, me permito manifestar ante ese Despacho que el nuevo capítulo reivindicatorio de la solicitud de patente en cuestión cumple a cabalidad con los requisitos de patentabilidad establecidos en los artículos 30 y 34 de la Decisión 486 de 2000, toda vez que es claro, conciso, encuentra pleno sustento en la descripción de la solicitud y no amplía de manera alguna el alcance de la solicitud de patente originalmente presentada.

6. CONCLUSIÓN

De conformidad con lo expuesto en el presente memorial, es absolutamente claro que se han desvirtuado de manera contundente los argumentos expuestos por la sociedad Pacific Rubiales Energy Corp. en el documento de oposición presentado ante la Superintendencia de Industria y Comercio para solicitar la negación del beneficio de patente para la solicitud en cuestión.

7. Anexo al presente memorial me permito presentar ante ese Despacho:

a) Recibo numero 11-0092014, expedido por la Superintendencia de Industria y Comercio, que acredita el pago de las modificaciones mencionadas;

b) Copia de la nueva descripción de la solicitud, la cual reemplaza a la actualmente presentada y en la que se realizaron las modificaciones mencionadas en el numeral 3 del presente memorial; y

c) Copia del nuevo capítulo reivindicatorio, el cual reemplaza al actualmente presentado y en el que se han realizado las modificaciones mencionadas en el presente memorial.



JOSE LLOREDA CAMACHO & CO.

Calle 72 No. 5-83 Piso 5, Bogotá, D.C. Tel: 6069700 Fax 6069701

8. En vista de todo lo anterior, ruego a usted declarar infundada la oposición presentada por la sociedad **PACIFIC RUBIALES ENERGY CORP**, estudiar la presente solicitud a la luz de las argumentaciones presentadas y conceder el privilegio de patente solicitado.

Señor Superintendente,

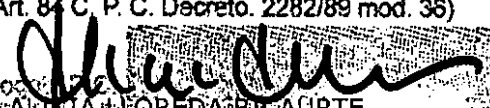

ALICIA LLOREDA RICAURTE

T. P. 53.215

NOTARIA 41 DEL CÍRCULO DE BOGOTÁ D.C.
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA
REPÚBLICA DE COLOMBIA

El Notario 41 del círculo de Bogotá, da fe de que compareció personalmente Alicia Lloreda Ricaurte identificada (e) con: 26-39690-713 y tarjeta profesional de abogado No. 53215 del Consejo Superior de la Judicatura, quien autentica la firma puesta por ella (el) mismo en este escrito.

(Art. 84 C. P. C. Decreto. 2282/89 mod. 36)


ALICIA LLOREDA RICAURTE
H.G.C. No. 39.690.713 de Usaquén **06 OCT 2011**
FIRMA DE LA (EL) COMPARECIENTE

Morales Beltrán
C.C. 1.015.395.013
Yo Bo 



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 11 - 0092014
		Bogotá D.C., Septiembre 19 de 2011 - 16:44:30

RECIBIDO DE : LLOREDA & CIA. S.A.	NI 830.022.145
-----------------------------------	----------------

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	414999535	19/09/2011	24.167.000.00

*** Conceptos Pagados ***			
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. LUNDITARIO Vr. CONCEPTO
1	50005-01-03 CAMBIO DE MODALIDAD Y MODIFICACIONES	EN LA CREACION CORRECCION A SOLICITUD EN TRAMITE / MODIFICA	118.000.00 118.000.00
			\$118.000.00
			=====

SON: **CIENTO DIECIOCHO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable:  _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

**UN PROCESO MODIFICADO PARA LA RECUPERACIÓN DE
HIDROCARBURO UTILIZANDO COMBUSTIÓN IN SITU
RESUMEN**

Un método modificado de recuperación *in situ* de hidrocarburos de una formación subterránea que contiene hidrocarburo. Se proporciona un pozo de producción en forma de "L", que tiene una sección vertical superior, y una porción inferior horizontalmente extendida que está posicionada baja en la formación de hidrocarburo. La porción horizontal se conecta a la sección vertical del pozo de producción en una parte talón y tiene una parte punta al final opuesto de la misma. Un gas oxidante es inyectado en la formación próximo a la sección vertical del pozo de producción. Se crea un frente vertical de combustión que causa un barrido hacia el exterior de éste y lateralmente dentro de la formación por encima de la porción horizontal, del talón a la punta de la porción horizontal, causando que los hidrocarburos en la formación por encima de la porción horizontal sean mejorados y licuados, y posteriormente drenados hacia abajo hacia la porción horizontal que es permeable, donde tales hidrocarburos licuados son extraídos a la superficie por vía de una tubería de producción. Un gas no-oxidante es inyectado en la parte del talón de la porción horizontal por vía de una tubería de inyección contenido dentro de la sección vertical del pozo de producción. Los beneficios del método modificado de recuperación *in situ* incluyen una disminución de costos y un menor impacto del medio ambiente.

UN PROCESO MODIFICADO PARA LA RECUPERACIÓN DE HIDROCARBURO UTILIZANDO COMBUSTIÓN IN SITU

CAMPO DEL INVENTO

Este invento se relaciona con un proceso modificado para la recuperación de hidrocarburos de una reserva subterránea por combustión *in situ* y utilizando un pozo de producción horizontal.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

La patente conocida como US 5,626,191 emitida en Mayo 6, 1997 (en adelante la patente '191) revela procesos de combustión *in situ* para producir hidrocarburos de una reserva subterránea de hidrocarburos utilizando (i) por lo menos un pozo de inyección colocado relativamente alto en una reserva de petróleo para inyectar un gas oxidante en una formación de hidrocarburos, y (ii) un pozo de producción para producir hidrocarburos licuados o gasificados de la reserva de hidrocarburo. El pozo de producción tiene una sección vertical que está en comunicación con una porción horizontal que se extiende sustancialmente perpendicular hacia el exterior de la sección vertical y que tiene una parte "punta" y una parte "talón". La porción horizontal está completa relativamente abajo en la reserva, y la parte "talón" del mismo está en comunicación con la sección vertical. Aire u otro gas oxidante, tal como aire enriquecido con oxígeno, es inyectado a través del pozo de inyección a la reserva de hidrocarburo, típicamente a través de perforaciones en la parte superior de un pozo vertical de inyección, localizado en la vecindad de la "punta" de la porción horizontal del pozo de producción. La porción horizontal del pozo de producción está generalmente orientada en forma perpendicular a un frente de combustión generalmente cuasi-vertical de hidrocarburos en combustión que es producido por el encendido de una parte del hidrocarburo en la reserva próxima al pozo de inyección. Tal frente de combustión es suministrado con gas oxidante por medio del pozo de inyección. La "punta" de

la porción horizontal está posicionada en el camino de avance del frente de combustión. El frente de combustión resultante se propaga de la "punta de la porción horizontal a lo largo de la porción horizontal en dirección de, y hacia la parte de "talón". Durante este proceso el hidrocarburo calentado en la reserva, con anterioridad al frente de combustión que se está moviendo, se torna licuado o gasificado y fluye dentro de la porción horizontal, y desde tal porción, posteriormente, es extraído a la superficie a través de la sección vertical del pozo de producción. Este proceso de la patente U.S. 5,626,191 es llamado "THAI"TM, un acrónimo de "inyección de aire de punta-a-talón", y una marca registrada de Archon Technologies Ltd., subsidiaria de Petrobank Energy and Resources Ltd., Calgary, Alberta, Canadá.

La patente U.S. 6,412,557, también conocida, revela un proceso similar pero modificado, que tiene el paso adicional de ubicar un catalizador de mejoramiento de hidrocarburo a lo largo, dentro, o alrededor de la porción horizontal para disminuir sustancialmente la viscosidad del hidrocarburo y mejorar la calidad del hidrocarburo y aumentar el flujo del hidrocarburo de la reserva a la porción horizontal del pozo de producción, para su posterior extracción a la superficie. Tal proceso modificado es conocido en la industria por la marca CAPRITM, similarmente una marca registrada de Archon Technologies Ltd.

La también conocida patente WO2005121504 (PCT/CA2005/000833) publicada en Diciembre 12, 2005, enseña un proceso similar al THAITM, abarcando además el paso adicional de proporcionar tubería de inyección dentro del pozo de producción en la sección vertical y sustancialmente a lo largo de la porción horizontal hasta una posición próxima a la "punta" del mismo, con el propósito de inyectar un medio no oxidante que contenga vapor, agua, o un gas no oxidante a través de tal tubería a la región de la "punta" de tal porción horizontal. La inyección de dicho medio no oxidante a la región de la "punta" de la porción horizontal tiene el efecto de desplazar cualquier gas oxidante en tal área, previniendo así la combustión del hidrocarburo mejorado que ha fluido dentro de la porción horizontal, y además aumentando la presión del ambiente

en la porción horizontal para evitar o disminuir aún más la entrada de gas oxidante del pozo de inyección que está inyectando gas oxidante a la reserva de hidrocarburo.

Desventajosamente, en cada uno de los anteriores métodos del arte previo para recuperar hidrocarburos licuados y/o gasificados de una formación de hidrocarburos es necesario un gas oxidante para ser inyectado en forma próxima a la punta de la porción horizontal, y alejado de la sección vertical del pozo de producción. Tal lugar de inyección del gas oxidante es alejado de la sección vertical del pozo de producción, siendo la superficie del pozo de producción el lugar donde el gas oxidante es típicamente generado. El pozo de inyección y la sección vertical del pozo de producción pueden estar separados por un (1) kilómetro o más. Tales métodos del arte anterior, de este modo, típicamente requieren el transporte del gas oxidante al sitio del pozo de inyección a través de tubería desde el pozo de producción, o en forma alternativa, requiere la instalación de equipos en el lugar del pozo de inyección para permitir la generación de gases oxidantes para su posterior inyección. Tal caso requiere acceso despejado, apertura de vía, y/o un aumento de espacio en el lugar del pozo de inyección para acomodar la entrega del gas oxidante adicional y/o instalaciones de generación y compresión, aumentando de esta forma la "huella" ambiental e impacto de las operaciones de perforación en el medio ambiente, y también resulta típicamente en un costo aumentado.

Existe por lo tanto la necesidad de un proceso THAI™ y CAPRI™ modificado, donde tales desventajas sean eliminadas.

RESUMEN DEL INVENTO

El método del presente invento es de un proceso modificado de recuperación de hidrocarburo *in situ* que en lugar de inyectar gas oxidante cerca de la parte de la "punta" de la porción horizontal, inyecta gas oxidante en, o cerca de la sección vertical de producción del pozo de producción (es decir, en la parte del "talón"). El proceso modificado obvia la necesidad de un camino

separado al de perforación/producción para la inyección de gas oxidante, reduciendo así el costo y disminuyendo el impacto ambiental perjudicial de los métodos de recuperación *in situ*.

Ventajosamente, el proceso del presente invento, en una tercera realización particular descrita más adelante, elimina además la necesidad de un pozo separado de inyección de gas oxidante, en el sentido de que, en tal refinamiento, la sección vertical del pozo de producción también sirve como pozo de inyección, reduciendo de ese modo los costos de perforación de pozos y reduciendo los costos de capital.

Específicamente, en lugar de ser un proceso "punta a talón", el proceso del presente invento es un proceso "talón a punta". El punto de inyección de gas oxidante es modificado para estar en el "talón", en oposición a la "punta", de tal manera que el frente de combustión se mueve en dirección opuesta al de proceso THAITM, a saber, de la dirección del talón del pozo horizontal hacia la "punta".

En el presente invento, tres regiones de la reserva son desarrolladas relativas a la posición de la zona de combustión. Cerca del "talón" y después del pasaje del frente de combustión lejos del talón se encuentra la zona de petróleo quemado que resulta después de la inyección del gas oxidante y después de que el frente de combustión haya avanzado por un tiempo hacia el exterior y lejos del pozo de inyección y la parte de "talón" de la porción horizontal. Tal zona quemada es sustancialmente llenada con gas oxidante. Al lado se encuentra la zona de coque, que es esencialmente el área dentro de la reserva a la que el gas oxidante ha podido penetrar entonces en la reserva, y es esencialmente el área donde existe el frente de combustión (siendo la combustión que ocurre la del coque restante que es el hidrocarburo remanente luego de que los hidrocarburos mas livianos dentro de tal reserva y delante de tal frente de combustión han sido licuados o gasificados y han fluido a la porción horizontal y posteriormente extraídos a la superficie. Finalmente, hacia la "punta" del pozo horizontal se encuentra la región de la reserva que contiene hidrocarburos hacia la que el

frente de combustión avanza.

A tasas de inyección de oxidante más altas, se incrementa la presión de la reserva, y el gas oxidante en la zona quemada que contiene oxígeno residual, puede ser forzado hacia el interior de la porción horizontal del pozo de producción. Esto es evitado en el proceso del presente invento inyectando, bien por tiempo limitado, o continuamente, un medio tal como un gas no oxidante tal como dióxido de carbono, y/o vapor o agua, para aumentar la presión dentro la porción horizontal del pozo de producción.

Por consiguiente, en un amplio aspecto del proceso del presente invento, para lograr la ventaja de poder inyectar el gas oxidante cerca o en la sección vertical del pozo de producción, se revela un proceso modificado para recuperar hidrocarburo licuado o gasificado de una reserva subterránea de hidrocarburos, que abarca los pasos de:

- (a) Proporcionar por lo menos un pozo de producción que tenga una porción sustancialmente horizontal posicionada relativamente abajo en tal reserva, tal porción horizontal tiene en un extremo de la misma una parte de talón y en un extremo opuesto de la misma una parte de punta, tal porción horizontal adaptada para permitir la entrada de hidrocarburo al interior de tal porción horizontal, tal pozo de producción teniendo una parte sustancialmente vertical conectada a tal porción horizontal cercana a tal parte de talón del mismo;
- (b) Proporcionar tubería de producción dentro de dicho pozo de producción que se extienda dentro de tal sección vertical y dentro de por lo menos una parte de tal porción horizontal para recoger dicho hidrocarburo que fluye a dicha porción horizontal;
- (c) Periódicamente o continuamente inyectar un medio en la porción horizontal cercana a la parte de talón del mismo, donde tal medio

es escogido de un grupo de medios que incluyen individualmente o en combinación, un gas no oxidante tal como dióxido de carbono, vapor o agua.

- (d) Proporcionar un gas oxidante a dicha reserva subterránea, por lo menos inicialmente, en un lugar de, o cerca a dicha sección vertical de dicho pozo de producción;
- (e) Encender el hidrocarburo dentro de dicha reserva de hidrocarburo, cerca de dicho pozo de inyección, de manera que cause la combustión de una parte de dicho hidrocarburo en dicha reserva cercana a dicha sección vertical y de ese modo crear un frente de combustión que avance hacia el exterior y lejos de dicho pozo de inyección por lo menos en dirección a lo largo de dicha porción horizontal y hacia dicha parte de punta del mismo;
- (f) Causar que el hidrocarburo calentado de dicha reserva fluya de las regiones superiores del mismo y se acumule en dicha porción horizontal; y
- (g) Extraer del pozo de producción, a través de dicha tubería de producción, dicho hidrocarburo que ha fluido a dicha porción horizontal.

En relación con la etapa (g) anterior, la extracción del hidrocarburo del pozo de producción a través de la tubería de producción es típicamente sin bombeo, pero puede requerir bombeo para ser extraído de la porción horizontal si suficientes cantidades de gases inertes, tales como hidrocarburo gasificado, dióxido de carbono o nitrógeno, no fluyen dentro de la porción horizontal y por lo tanto la tubería de producción está bajo una presión ambiente significativa de la formación de hidrocarburo, como puede ocurrir durante el período de arranque. El mecanismo normal de producir petróleo mediante la reducción de la densidad de los fluidos mixtos con gases es denominada "elevación por gas".

En un primer refinamiento/realización del anterior proceso del presente invento, la inyección del gas oxidante cerca a la parte vertical del pozo de producción es lograda por medio de la perforación de un pozo de inyección separado cercano a la parte vertical del pozo de producción de tal manera que permita que el gas oxidante sea inyectado en la formación a través de dicho pozo de inyección cercano al pozo de producción. De esta manera, y ventajosamente, el mismo camino de perforación puede entonces ser usado para perforar tanto el pozo de producción y el pozo de inyección, ahorrando así gastos y costos en la perforación de pozos.

Adicional y ventajosamente, debido a que el pozo de inyección está situado cerca al pozo de producción que típicamente tiene equipo para generación de electricidad usado para producción, el gas oxidante puede usualmente y mas fácilmente ser obtenido e inmediatamente inyectado en el pozo de inyección, lo que de otra manera no podría ser hecho donde el pozo de inyección esté posicionado lejos de la sección vertical del pozo de producción como en el arte previo.

En una segunda realización del invento, el pozo de inyección es un pozo de entrada lateral dentro de la sección vertical del pozo de producción, permitiendo así nuevamente que el pozo de inyección esté localizado cerca al pozo de inyección para lograr los beneficios anteriores, así como también el beneficio adicional de que esa parte superior de la sección vertical del pozo de producción pueda ser usada al perforar el pozo de entrada lateral, reduciendo de esta forma aún más los costos de perforación.

Específicamente, en tal segunda realización preferida, el presente invento incluye un proceso para recuperar hidrocarburo licuado o gasificado de una formación subterránea de hidrocarburos abarcando los pasos de:

- (a) Proporcionar por lo menos un pozo de producción que tenga una porción sustancialmente horizontal posicionada relativamente abajo en dicha formación, tal porción horizontal teniendo en un extremo de la misma una parte de talón y en el extremo opuesto

de la misma una parte de punta situada en la formación ligeramente mas abajo en elevación que dicha parte de talón, tal porción horizontal adaptada para permitir la entrada de hidrocarburo licuado al interior de tal porción horizontal, dicho pozo de producción teniendo una parte sustancialmente vertical conectada a tal porción horizontal cercana a tal parte de talón del mismo;

- (b) Proporcionar tubería de producción dentro de dicho pozo de producción que se extienda hacia abajo dentro de tal sección vertical y a lo largo de dicha porción horizontal hacia dicha parte de punta, para recoger dicho hidrocarburo que fluye a dicha porción horizontal;
- (c) Proporcionar tubería de inyección en dicho pozo de producción, dicha tubería de inyección extendiéndose hacia abajo en dicha sección vertical hacia dicha parte de talón;
- (d) Inyectar un medio en dicho pozo de producción a través de dicha tubería de inyección, donde dicho medio sea escogido de un grupo de medios incluyendo individualmente o en combinación, un gas no oxidante, vapor, agua o dióxido de carbono;
- (e) Proporcionar un pozo de inyección como un camino lateral de re-entrada a dicha sección vertical de dicho pozo de producción, cuyo pozo de inyección se extiende dentro de la formación de hidrocarburos.
- (f) Proporcionar un gas oxidante a una parte de dicha formación de hidrocarburos a través de dicho pozo de inyección;
- (g) Encender dicho hidrocarburo en dicha formación de hidrocarburo cercana a dicha sección vertical de manera que cause la

combustión de una parte de dicho hidrocarburo en dicha formación de hidrocarburos y de ese modo crear un frente de combustión que avance hacia el exterior y lejos de dicha sección vertical, en por lo menos una dirección a lo largo de dicha porción horizontal y hacia dicha parte de punta del mismo; y

- (h) Extraer del pozo de producción, a través de dicha tubería de producción, el hidrocarburo que haya fluido a dicha porción horizontal;

En una tercera realización preferida, el presente invento incluye un método para producir hidrocarburos de una reserva de hidrocarburos a través del cual la necesidad de un pozo de inyección para inyectar el gas oxidante es totalmente eliminada, reduciendo entonces el costo de implementar el proceso *in situ* del presente invento.

Específicamente, en tal tercera y preferida realización del presente invento, la sección vertical del pozo de producción está perforada para permitir que un gas oxidante (que es proporcionado a tal sección vertical) escape a la formación de hidrocarburos cercana a la sección vertical. De esa manera, es eliminada la necesidad de perforar un pozo de inyección separado.

Otra vez, como parte del método del presente invento, un medio en forma de un gas no oxidante tal como dióxido de carbono, vapor o agua, es inyectado bien continuamente o intermitentemente en el pozo de producción a través de la tubería de inyección, que se extiende hacia la parte de talón del pozo de producción. Una serie de "bloques" localizados en el pozo de producción pueden ser proporcionados para aislar el gas oxidante proporcionado a la sección vertical del pozo de producción de la parte de talón de la porción horizontal del pozo de producción a la que el medio no oxidante es proporcionado.

De este modo en tal tercera realización preferida, el método del presente

invento incluye un proceso para recuperar hidrocarburos licuados o gasificados de una reserva subterránea de hidrocarburos, abarcando los pasos de:

- (a) Proporcionar por lo menos un pozo de producción que tenga una porción sustancialmente horizontal posicionada relativamente abajo en tal reserva, tal porción horizontal teniendo en un extremo de la misma una parte de talón y en un extremo opuesto de la misma una parte de punta, tal porción horizontal adaptada para permitir la entrada de hidrocarburo licuado al interior de dicha porción horizontal, dicho pozo de producción teniendo una parte vertical sustancialmente conectada a dicha porción horizontal cercana a tal parte de talón del mismo;
- (b) Proporcionar tubería de producción en dicho pozo de producción, que se extiende desde una superficie de dicho pozo de producción hacia al menos dicha parte de talón de dicho pozo de producción para recoger dicho hidrocarburo que fluye a dicha porción horizontal;
- (c) Proporcionar tubería de inyección en dicho pozo de producción, dicha tubería de inyección extendiéndose hacia abajo en dicha sección vertical, a una posición que se extiende dentro de al menos dicha parte de talón de dicha porción horizontal;
- (d) Inyectar un medio al pozo de producción, donde dicho medio es escogido de un grupo de medios que incluyan individualmente o en combinación, un gas no oxidante tal como dióxido de carbono, vapor o agua;
- (e) Proporcionar perforaciones en dicha sección vertical de dicho pozo de producción en una posición por encima de dicha parte de talón;

- (f) Proporcionar un gas oxidante a tal sección vertical y por lo tanto a una parte de dicha reserva de hidrocarburo a través de dichas perforaciones en dicha sección vertical;
- (g) Encender dicho hidrocarburo en dicha reserva de hidrocarburo cercana a dicha sección vertical de manera que cause la combustión de una parte de dicho hidrocarburo en dicha formación de hidrocarburos y de ese modo crear un frente de combustión que avance hacia el exterior y lejos de dicha sección vertical por lo menos en al menos una dirección a lo largo de dicha porción horizontal y hacia dicha parte de punta del mismo; y
- (h) Causar que el hidrocarburo calentado de dicha reserva fluya de las regiones superiores del mismo y se acumule en dicha porción horizontal; y
- (i) Extraer del pozo de producción, a través de dicha tubería de producción, dicho hidrocarburo que ha fluido a dicha porción horizontal.

Ventajosamente la tercera realización del presente invento también elimina la necesidad que aparece en el arte previo de "cerrar" (usando un tapón de cemento o algo similar) la porción horizontal de cada pozo de producción cuando una serie de pozos de producción están situados de lado a lado y cuando la sección vertical del primer pozo de producción es convertida posteriormente en un pozo de inyección. (ver US '191 col 6, líneas 47 a col 7, línea 9 y Figs. 14D-F del mismo). El método *in situ* del presente invento, en particular la tercera realización, es un método de reducir aún más el costo de la recuperación *in situ* mediante la disminución del número de pasos, incluyendo no sólo eliminar la necesidad de perforar pozos de inyección sino también eliminar la necesidad de "cerrar" otros pozos, como es necesario en los métodos *in situ* del arte previo, como se ejemplifica en US '191 anterior.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos adjuntos, que ilustran un número de inclusiones ejemplificadas del invento:

La **Figura 1A** es una vista esquemática en perspectiva de una distribución para recuperación *in situ* en una reserva de hidrocarburo del arte anterior, mostrando pozos de inyección de aire situados en la punta de cada una de las correspondientes porciones horizontales de los pozos de producción asociados;

La **Figura 1B** es un corte transversal a través de un pozo de inyección y el pozo de producción asociado mostrado en la Figura 1A;

La **Figura 2A** es un corte esquemático (no a escala) a través de un pozo de inyección y el pozo de producción asociado de una primera realización del presente invento, usando el método del presente invento de causar que un frente de combustión se propague en la dirección de la "punta" de la porción horizontal del pozo de producción, en un punto en el tiempo cercano al momento de encendido del hidrocarburo y la propagación inicial del frente de combustión;

La **Figura 2B** es un corte transversal similar al de la Figura 2A, similarmente no a escala, en un punto posterior en el tiempo cuando el frente de combustión se ha propagado por un tiempo y movido más cerca a la parte de "punta" de la porción horizontal del pozo de producción;

La **Figura 2C** es un corte transversal similar al de la Figura 2B, similarmente no a escala, en un punto aun más lejano en el tiempo cuando el frente de combustión se ha propagado más lejos y movido aún más cerca a la parte de "punta" de la porción horizontal del pozo de producción;

La **Figura 3** es un corte esquemático transversal parcial a través de una

reserva de hidrocarburos que contiene una formación que contiene hidrocarburos, que muestra una segunda realización del método del presente invento, específicamente un pozo de producción y el pozo de inyección de entrada lateral asociado (no a escala) y además representando el método del presente invento de causar que un frente de combustión se propague en dirección de la "punta" de la porción horizontal del pozo de producción, en un punto en el tiempo cercano al momento de encendido del hidrocarburo y la propagación inicial del frente de combustión;

La **Figura 4** es un corte esquemático transversal parcial a través de una reserva de hidrocarburo que contiene una formación que contiene hidrocarburos, que muestra una tercera realización preferida del presente invento, específicamente un corte transversal a través de un pozo de producción (no a escala) empleando el método del presente invento de causar que un frente de combustión se propague en dirección a la "punta" de la porción horizontal del pozo de producción, en un punto en el tiempo cercano al encendido del hidrocarburo y la propagación inicial del frente de combustión; y

La **Figura 5** es una vista esquemática en perspectiva de un método de recuperación *in situ* de la **Figura 4**, mostrando la tercera y preferida realización del método del presente invento para la recuperación de hidrocarburos de una reserva de hidrocarburos.

DESCRIPCIÓN DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

La **Figura 1A** muestran una vista esquemática, semitransparente, de una distribución de pozos utilizados en el arte previo para recuperación *in situ* de hidrocarburos de una reserva subterránea de hidrocarburos o formación **10**.

Específicamente, la **Figura 1A** esquemáticamente representa el método del arte previo de recuperación *in situ* de hidrocarburos revelado en US 5,626,191, que incluye situar una serie de pozos de producción **12**, cada uno incluyendo una sección sustancialmente vertical **16** y una porción

sustancialmente horizontal **16**, que tiene una parte de "punta" **18** y una parte de talón **20**. La porción horizontal **16** del pozo de producción **12** está localizada en una parte inferior de la formación de hidrocarburo **10**, y sustancialmente es porosa para permitir el ingreso de fluidos. Una serie de pozos de inyección **22** son proporcionados, situados en una región próxima a la "punta" y extendiéndose hacia abajo en la formación **10**, con perforaciones en los niveles superiores de la reserva que contiene petróleo.

La Figura 1B muestra un corte transversal esquemático a través de un pozo de inyección **22** y el pozo de producción asociado **12** de la Figura 1A.

En el proceso de recuperación in situ del arte previo representado en las Figuras 1A y B, un gas oxidante **24**, tal como aire (que contiene oxígeno), oxígeno, o aire enriquecido con oxígeno, es inyectado en la formación **10** a través de cada uno de los pozos de inyección **22**, de tal manera que permita a una parte del hidrocarburo en la formación **10** ser combustido. Específicamente, se causa que una parte del hidrocarburo en la formación de hidrocarburo **10** en la región del pozo de inyección **22** cuando proporcionado con el gas oxidante **26** se encienda y se queme, formando y creando de esta manera en la formación **10** un frente de combustión **26** sustancialmente vertical y extendiéndose lateralmente. Tal frente de combustión **26**, a través de conducción térmica y creación de gases calentados y quemados en la formación **10**, calientan los hidrocarburos en la formación **10** directamente adelante y con anterioridad al frente de combustión **26**, ocasionando la gasificación de los compuestos hidrocarburos más volátiles en la formación **10** y ocasionando además una mejora de una parte de los hidrocarburos sólidos o betunes en la formación, simultáneamente aumentando su viscosidad para crear hidrocarburos licuados móviles **30**. Los restantes hidrocarburos más pesados, particularmente coque, permanecen, lo que proporciona combustible para el frente de combustión **26** que avanza y mantiene el avance del frente de combustión **26** y el proceso de combustión in situ y de mejoramiento del hidrocarburo. Los hidrocarburos móviles licuados **30** y componentes gasificados (algunos de los cuales pueden posteriormente condensarse como líquidos **30**) fluyen entonces hacia abajo por

acción de la gravedad a través de la formación, y son recogidos en la región mas baja de la formación 10 mediante su flujo a la porción horizontal 16 que se extiende horizontalmente del pozo de producción 12. La porción horizontal 16 del pozo de producción 12 generalmente tiene, por lo menos por tiempo limitado, una presión de gas allí menor que la de la formación 10 (debido a la extracción de los hidrocarburos líquidos acumulados 30 así como hidrocarburos gaseosos del mismo). Tal presión gaseosa reducida en la porción horizontal 16, contraria a lo que ocurre en la formación 10 antes del frente de combustión 26, ayuda al ingreso de hidrocarburos líquidos y gaseosos de la formación de hidrocarburos 10 a la porción horizontal 16. En otros períodos, debido a la inyección del medio 52 a través de la tubería de inyección 50 (discutido posteriormente) en la porción horizontal 16, la porción horizontal 16 puede en ciertos momentos, tener una presión gaseosa cercana a, o incluso mayor a la presión de gas en la formación 10.

Importantemente, en el método del arte previo de recuperación *in situ* como se muestra en las Figuras 1A y B y arriba descrito, los pozos de inyección 22 están situados cerca a la "punta" de la porción horizontal 16, y el gas oxidante es inyectado en la formación en estos lugares a través de los pozos de inyección 22. El frente de combustión 26 que recibe gas oxidante 24 es entonces causado a progresar hacia el exterior del pozo de inyección 22, y perpendicularmente y a lo largo de los pozos horizontales 16 en dirección de la parte de "punta" a la parte de "talón".

Desventajosamente con éste método del arte previo, no solamente se necesita que un camino de perforación 32 sea creado para el pozo de producción 12, sino que un camino de perforación adicional y separado debe ser creado para el pozo de inyección 22, y tal pozo de inyección 22 separado debe ser perforado en tal formación. Adicionalmente, la creación de oxígeno y equipo de inyección (no mostrado) debe ser transportado e instalado en la superficie de tal pozo de inyección 22 debido a que tal pozo de inyección está distante de la superficie del pozo de producción 12. Ambas de tales exigencias suman significativamente al costo de adelantar los métodos del arte previo de

recuperación de hidrocarburos *in situ*.

Las Figuras 2A-2C aquí muestran un proceso de recuperación *in situ* modificado (primero), que está expresamente adaptado para eliminar por lo menos uno de los anteriores gastos en los métodos de recuperación de hidrocarburos *in situ* del arte previo, particularmente el gasto de crear un camino separado de perforación para el pozo de inyección 22.

Específicamente, como se ve en las figuras 2A-2C, un único camino de perforación 32 es creado mediante la remoción de árboles y otros obstáculos, y una única plataforma de perforación se erige sobre ese. Un pozo de producción 12 es perforado usando técnicas de perforación convencionales, incluyendo una sección vertical 14 y una porción horizontal 22 adicional en comunicación con la sección vertical 14. La porción horizontal 16 tiene una parte de "punta" 18 y una parte de "talón" 20 en donde se encuentra con la sección vertical 14. El pozo de producción 12 es completado por el proceso regular de pozo revestido 12, y además mediante la inserción dentro de tal pozo de producción 12 de tubería de producción 40, que se extiende hacia abajo en la sección vertical 14 hasta tal parte de "talón" 20 y preferiblemente a lo largo de la porción horizontal 16, preferiblemente hasta la parte de punta 18 de la misma, tal tubería de producción teniendo un lado abierto 42 entre dicha porción horizontal 16. La tubería de producción 40 es típicamente tubería enrollada, como es convencionalmente utilizado en operaciones de perforación.

La tubería de inyección 50 adicional, en forma similar típicamente tubería enrollada como es convencionalmente usada en operaciones de perforación, es además proporcionada para la inyección de un medio 52 en el pozo de producción 12, tal medio 52 incluyendo un gas no oxidante, preferiblemente dióxido de carbono debido a su efecto diluyente en hidrocarburos, o alternativamente o en combinación con vapor o agua u otro medio no combustible que fluya. Según aparece en las Figuras 2A-2C, la tubería de inyección 50 se extiende a la parte de "talón" 20 de la porción horizontal 16. Por lo menos un bloque de aislamiento 54 es proporcionado para

permitir que el medio **52** sea inyectado, si se desea, en un estado presurizado, de tiempo en tiempo o continuamente inyectado, para presurizar de tiempo en tiempo o continuamente si se desea , la porción horizontal **16** para ayudar a forzar el hidrocarburo licuado **30** dentro de la tubería de producción **40** e impedir la entrada de gas oxidante a la porción horizontal **16**.

Usando el camino de perforación único **32**, otro pozo de inyección **22** es perforado, extendiéndose por lo menos a la región superior de la formación de hidrocarburos **10**. El pozo de inyección **22** típicamente tiene perforaciones **75** en un extremo inferior del mismo para permitir la infusión e inyección de un gas oxidante **24** tal como aire u oxígeno en la región que contiene hidrocarburo de la formación de hidrocarburos **10**.

El método del presente invento, en la realización mostrada en las Figuras 2A-2C, a partir de entonces opera de la siguiente manera:

El gas oxidante **24** es inyectado en la formación **10** a través del pozo de inyección **22**. Ventajosamente, el equipo (no mostrado) usado para crear el gas oxidante **24** e inyectar tal gas oxidante **24** no necesita estar localizado lejos del pozo de producción **12**, pero en lugar, en virtud del método del presente invento, puede estar localizado cerca al pozo de producción **12**, y específicamente si se desea puede estar localizado en el camino de perforación **32** o muy cerca al mismo, eliminando por lo tanto la necesidad de limpiar y crear un camino de perforación separado en un lugar remoto como pudiera ocurrir si el pozo de inyección **22** estuviera situado hacia la "punta" del pozo horizontal **16**. Además, la operación y mantenimiento del equipo de suministro de gas oxidante puede convenientemente ser transportado al lugar de tratamiento de petróleo localizado cerca al pozo **12**. Los hidrocarburos cercanos al pozo de inyección **22** son encendidos, y debido al suministro de gas oxidante **24**, un frente de combustión **26** es creado, que en el método mostrado en las Figuras 2A-2C, avanza como un frente sustancialmente vertical que se extiende lateralmente (ver también la Fig. 5 en éste) desde el "talón" **20** de la porción horizontal **16** hacia la "punta" **18**. Se causa que los hidrocarburos viscosos y de

alta viscosidad, incluyendo betún, en la formación de hidrocarburos **10** antes del frente de combustión **26** que avanza, debido al calor que es generado, sean mejorados y se vuelvan líquidos y en el proceso se vuelven menos viscosos. Algunos hidrocarburos en la formación **10** con anterioridad al frente **26**, se gasificarán. Los hidrocarburos licuados **30** e hidrocarburos gasificados, ahora siendo móviles, fluyen hacia abajo y dentro de la porción horizontal **16** que se hace porosa (es decir, tiene aperturas **60** en una parte superior de la misma) para permitir la infusión de tales hidrocarburos **30** y entonces la recolección de tales hidrocarburos **30**.

Tal proceso continúa a medida que el frente de combustión **26** progresa y de este modo "barre" desde la parte de "talón" **20** a la "punta" **18** de la porción horizontal **16**.

Notablemente, antes de la generación del frente de combustión **26**, la formación de hidrocarburo **10** es preferiblemente precalentada inicialmente mediante la inyección de un medio no oxidante calentado **52** tal como vapor, que es inyectado en la porción horizontal **16** del pozo de producción **12** a través de la tubería de inyección **40**, y removido a través de la tubería de producción **50** o alternativamente a través del anillo **80** en la sección vertical **16** si los bloques de aislamiento **54** no están presentes. La pre-inyección de un medio caliente tiene el beneficio de calentar el pozo de producción **12** y sus componentes de producción, aumentando de ese modo la fluidez de hidrocarburos licuados **30** que fluyen a la porción horizontal **16** del pozo de producción **12**. Este procedimiento es útil en reservas de betún debido a que el petróleo frío que pueda entrar a la porción horizontal **16** será muy viscoso y fluirá pobremente, posiblemente tapando la porción horizontal **16**. Para formaciones **10** con petróleo móvil, considerable vapor de pre-encendido no es necesario para propósitos de calentar el petróleo de tal manera que fluya, sin embargo, puede ser útil para disminuir las saturaciones de petróleo cerca del pozo de inyección de gas oxidante **22** y para elevar la temperatura del hidrocarburo para lograr el encendido del mismo. Otros métodos de encendido pueden ser usados tales como la inyección de combustibles fácilmente

encendibles tales como aceite de linaza, o por inyección de gas de combustión caliente. Para reservas de betún, también se inyecta vapor a través del pozo de inyección **22** y puede también ser inyectado en la reserva **10** en la región entre el pozo de inyección **22** y la punta **18** del pozo horizontal **16** para calentar el petróleo y aumentar su movilidad antes de iniciar la inyección del gas oxidante **24** en la reserva de la formación.

Después de la iniciación de la combustión y del frente de combustión **26**, un medio no oxidante **52** en forma de vapor, un gas no oxidante tal como dióxido de carbono, o agua, es inyectado, bien sea continuamente o esporádicamente a través de la tubería de inyección **50** dentro de la porción horizontal **16**, que debido a los bloques de aislamiento **54**, puede ser presurizada. El propósito de tal medio no oxidante **52** es por un número de razones. Primero, la presión aumentada dentro de la porción horizontal **16** reduce o previene la infusión de gas oxidante **24** a la porción horizontal **16** de la formación **10** que puede de otra forma perjudicial, en combinación con los hidrocarburos licuados y gaseosos en ella, formar una mezcla explosiva con consecuencias explosivas potenciales, o alternativamente reaccionar directamente con oxígeno para formar coque que podría de cualquier forma sellar la porción horizontal **16** del pozo de producción **12**. La consecuencia de tener hidrocarburo (petróleo) y oxígeno conjuntamente en un hoyo de perforación es la combustión y potencialmente una explosión con la obtención de altas temperaturas, quizás en exceso de 1000 °C. Esto puede causar daño irreparable al hoyo de perforación, incluyendo la falla de cortinas de retención de arena (no mostradas). La presencia de oxígeno y temperaturas de hoyo de perforación sobre 425 °C debe ser evitada para operaciones de producción de petróleo seguras y continuas. Segundo, la inyección de un medio **52** puede servir para presurizar la porción horizontal **16** y ayudar a manejar hidrocarburos licuados y gaseosos **30** recolectados en la porción horizontal **16** dentro del extremo abierto **42** de la tubería de producción **40**, de ese modo ayudando a la bajada de nivel de tales líquidos **30** y produciendo tales hidrocarburos **30** del pozo de producción **12**. Tercero, el medio **52** cuando se inyecta a través de la tubería de inyección **50** puede ser calentado. Ventajosamente, los medios para

calentar tal medio **52** son, en este método, convenientemente capaces de estar localizados en la superficie del pozo de producción **12** y sobre o cerca del camino de perforación **32**. Finalmente, donde el medio inyectado **52** es dióxido de carbono, la inyección del mismo en el pozo horizontal **16** no solo sirve como un conveniente "sumidero" de carbón para permitir la eliminación de tal gas de invernadero, sino además debido a las propiedades diluyentes del dióxido de carbono en los hidrocarburos líquidos **30**, reduce la viscosidad en ese y entonces ayuda en la bajada de nivel de hidrocarburos líquidos recolectados **30** a través de la tubería de producción **40**.

Como aparece en las Figuras 2A - 2C, durante el avance del frente de combustión **26**, se deposita coque en la reserva **10** y sirve como combustible para el proceso de combustión *in situ*. Los gases **70** de combustión calientes avanzan a la formación **10** calentando el hidrocarburo en ella y cualquier agua conjunta que esté presente. Una parte de estos hidrocarburos se licúa y tales hidrocarburos licuados **30** fluyen, conjuntamente con los gases de combustión, a la porción horizontal **16** a través de las perforaciones **60**, como se muestra en las Figuras 2A - 2C. Los hidrocarburos licuados **30** fluyen a lo largo y hacia la "punta" de la porción horizontal **16** e ingresan al extremo abierto **42** de la tubería de producción **40** en ella, y fluye de vuelta y después hacia arriba, hacia la superficie. El proceso es estable y continuo, con el frente de combustión **26** continuamente avanzando hacia la "punta" **18** de la porción horizontal **16**.

El gas oxidante **24**, típicamente aire, oxígeno o aire enriquecido con oxígeno, es inyectado en la parte superior de la reserva **10**. El coque que fue previamente colocado consume el oxígeno de tal manera que solamente gases libres de oxígeno entren en contacto con el petróleo antes de la zona de coque en el frente de combustión **26**. Se alcanzan temperaturas de combustión del gas de típicamente 600 °C y tan altas como 1000 °C a partir de la alta temperatura de oxidación del combustible de coque. En la zona de petróleo móvil **80** antes del frente de combustión **26**, estos gases calientes **70** y vapor calientan el petróleo por encima de 400 °C, rompiendo parcialmente el petróleo, vaporizando algunos componentes y reduciendo marcadamente la viscosidad

del petróleo. Los componentes mas pesados del petróleo, tales como asfaltenos, permanecen en la roca y constituirán el combustible coque mas tarde cuando el frente de combustión **26** llegue a tal lugar. En la zona de petróleo móvil **80**, gases y petróleo drenan hacia abajo a la porción horizontal **16**, atraídos por la gravedad y algunas veces por el sifón de baja presión de la porción horizontal **16** cuando no está presurizada. La zona de coque en el frente de combustión **26** y la zona de petróleo móvil **80** se mueven lateralmente desde la dirección del talón **20** hacia la punta **18** del pozo horizontal **16**. La sección zona quemada **100** detrás del frente de combustión es agotada de líquidos (petróleo y agua) y es llenada con gas oxidante **24**. La sección del pozo horizontal **16** opuesta a esta zona quemada **100** está en peligro de recibir oxígeno o gas oxidante **24** que quemará el petróleo presente dentro del pozo horizontal **16** creando temperaturas extremadamente altas en el hoyo de perforación que pueden dañar el revestimiento de acero y especialmente las cortinas de arena que son usadas para permitir la entrada de fluidos **30** pero que excluyen la arena. Si la cortina de arena falla, la arena sin consolidar de la reserva entrará al hoyo de perforación horizontal **16** y se necesitará cerrarlo para limpiarlo y arreglarlo con tapones de cemento. Esta operación es muy difícil y peligrosa debido a que el hoyo de perforación horizontal **16** puede tener niveles explosivos de petróleo y oxígeno.

El método del presente invento contempla un número de maneras para evitar la entrada de gas oxidante **24** desde la formación **10** a la porción horizontal **16**. Un primer método es reducir la tasa de inyección del gas oxidante **24** para disminuir la presión de la reserva en la formación **10**. Un segundo método es reducir la tasa de bajada de nivel del hidrocarburo licuado **30** a través de la tubería de producción **40** (es decir, disminuir la tasa de producción a través de la tubería de producción) para así aumentar la presión del hoyo de perforación en la porción horizontal **16**. Ambos métodos resultan en una disminución de la tasa de producción de hidrocarburos, que es económicamente perjudicial. Una método alternativo y preferido es como previamente se ha descrito aquí, específicamente, la inyección de un medio no oxidante **52** en la porción horizontal **16** a través de la tubería de inyección **50**,

que se cree tiene poco efecto en el drenaje por gravedad de los hidrocarburos licuados al pozo horizontal 16. En cualquier caso, tal inyección de medio 52 puede ser hecha periódicamente y solamente por un tiempo suficiente para reducir las concentraciones de oxígeno en la porción horizontal 16 a concentraciones menores que las concentraciones explosivas. En una operación típica una cuerda termopar puede ser colocada a lo largo de la sección horizontal, o dentro, y la ocurrencia de temperaturas elevadas serán señal de intrusión de gas oxidante de manera que el agua del vapor puede ser adicionada a través de la tubería 52 para reducir temperaturas del hoyo de perforación, diluir el oxígeno presente y aumentar la presión del hoyo de perforación para impedir la entrada de gas oxidante adicional.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente una realización adicional más preferida del método del presente invento, teniendo componentes similares a aquellos identificados en las Figuras 2A - 2C, y teniendo una metodología similar. Una vez más, un gas oxidante es inyectado en la formación 10 a través del pozo de inyección 22, y un frente de combustión 26 es creado, el cual "barre" desde el talón 20 a la punta 18 de la porción horizontal 16, causando que los hidrocarburos licuados 30 así como los hidrocarburos gasificados fluyan a la porción horizontal, causando que los hidrocarburos licuados 30 así como los hidrocarburos gasificados fluyan a la porción horizontal 16 y sean entregados a la superficie a través de la tubería de producción 40.

Notablemente, sin embargo, la única e importante distinción en el método de recuperación *in situ* mostrada en la Figura 3 sobre el método previamente discutido y mostrado en las Figuras 2A - 2C es que el pozo de inyección 22 en el método representado en la Figura 3 es formado como un pozo de entrada lateral desde dentro de la sección vertical 16 del pozo de producción 12.

Ventajosamente, usando el método representado en la figura 3, el pozo de inyección 22 es menos costoso de perforar debido a que una parte superior de tal pozo de inyección ha sido ya perforada debido a que es común con la

sección vertical **16** del pozo de producción **12**.

Por consiguiente, no solamente se logra ahorro de costos al localizar el pozo de inyección **22** en el lugar y muy cerca al pozo de producción **12** y a su equipo asociado y no se necesita crear un camino separado de perforación **32**, sino que además, los costos de perforación del pozo son disminuídos al perforar el pozo de inyección **22**.

La Figura 4 representa una tercera y mas preferida realización del método del presente invento para adelantar recuperación de hidrocarburos *in situ*. Tal método, como la primera realización del método de este invento representado en las Figuras 2A - 2C, y como la segunda realización del invento representado en la Figura 3, incluye como componente integral del método la creación de un frente de combustión **26** que "barre" desde el talón **20** hacia la "punta" **18** de la porción horizontal **16**, de ese modo causando que los hidrocarburos líquidos **30** sean recolectados en la porción horizontal **16**, y posteriormente halados hacia abajo por la tubería de producción **40** y extraído a la superficie.

Importantemente, sin embargo, en esta tercera realización del método del presente invento mostrado en la Figura 4, no hay el paso de perforar un pozo de inyección **22**. En su lugar las perforaciones **110** son hechas en la sección vertical **16** del pozo de producción **12**, y el gas oxidante **24** es inyectado en tal sección vertical **16** y entonces en la formación **10**. Se evita que el gas oxidante **24** sea inyectado en la porción horizontal **16** por la presencia de bloques aislantes **54** que efectivamente separan los hidrocarburos licuados producidos en la porción horizontal **16** del gas oxidante **24** tal como oxígeno, de ese modo evitando la formación de mezclas explosivas. La tubería de inyección **50** todavía sirve, como en las realizaciones anteriores, para permitir la inyección esporádica o continua de gas no oxidante **52** a la porción horizontal **16** para evitar la permeación del gas oxidante **24** en la zona quemada **80** de la formación dentro de la porción horizontal **16**.

Ventajosamente, al usar el método representado en la Figura 4, el costo de perforar un pozo de inyección **22** es totalmente eliminado. Por consiguiente, con el método representado en la Figura 4, no solamente se realizan ahorros y se reduce el impacto ambiental al poder tener un aparato de inyección oxidante en el pozo de producción y únicamente sobre el único camino de perforación **32** en el pozo de producción que es de forma contraria al caso de los métodos del arte previo que requieren la creación de un camino separado de perforación y limpieza adicional para la creación de gas oxidante y equipo de inyección (no mostrado), sino además se logra un ahorro sustancial de costos por la eliminación de la necesidad de perforar cualquier pozo de inyección.

La Figura 5 representa la forma en que el método de la Figura 4 (es decir, la tercera realización del método del presente invento) puede ser desplegado con una serie de pozos de producción **12** en una formación de hidrocarburos **10**, usando un frente de combustión **26** que avanza desde el "talón" a la "punta" **18**.

Si bien la revelación describe e ilustra la realización preferida del método del presente invento, es entendido que el invento no está limitado a estas realizaciones particulares. Muchas variaciones y modificaciones podrán ocurrírseles a aquellos versados en el arte. Para una completa definición del invento, se hace referencia a las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la recuperación de hidrocarburos licuados de una reserva subterránea de hidrocarburos que incluye los pasos de:
 - (a) Proporcionar por lo menos un pozo de producción teniendo una porción sustancialmente horizontal posicionada relativamente abajo en dicha reserva, dicha porción horizontal tiene en un extremo de la misma una parte de talón y en un extremo opuesto de la misma una parte de punta, dicha porción horizontal adaptada para permitir la entrada de hidrocarburo licuado al interior de dicha porción horizontal, dicho pozo de producción teniendo una sección sustancialmente vertical conectada a dicha porción horizontal cercana a dicha parte de talón del mismo;
 - (b) Proporcionar tubería de producción en el interior de dicho pozo de producción extendiéndose dentro de dicha sección vertical y dentro, por lo menos de una parte, de dicha parte horizontal para recoger dichos hidrocarburos licuados que fluyen a dicha porción horizontal;
 - (c) Inyectar un medio dentro del pozo de producción, en donde tal medio es escogido de un grupo de medios incluyendo individualmente o en combinación, un gas no oxidante, vapor, agua, o dióxido de carbono;
 - (d) Proporcionar un gas oxidante a dicha reserva subterránea, en un lugar en, o cercano a, dicha sección vertical de dicho pozo de producción y en una región superior de la reserva;
 - (e) Encender el hidrocarburo en dicha reserva de hidrocarburo cerca a dicha sección vertical de dicho pozo de producción, de tal manera que cause la combustión de una parte de dicho

hidrocarburo en dicha reserva de hidrocarburo cerca a dicha sección vertical y de ese modo crear un frente de combustión que avance hacia afuera y lejos de dicho pozo de inyección en al menos una dirección a lo largo de dicha porción horizontal y hacia dicha parte de punta del mismo;

- (f) Causar que el hidrocarburo licuado caliente de dicha reserva drene de las partes superiores del mismo y se recolecte en dicha porción horizontal; y
- g) Extraer del pozo de producción, a través de dicha tubería de producción, dicho hidrocarburo que ha fluido a dicha porción horizontal.

2. El proceso de la reivindicación 1 en donde dicho paso de proporcionar dicho gas oxidante es logrado proporcionando dicho gas oxidante a dicha formación de hidrocarburo a través de perforaciones en un pozo de inyección.

3. El proceso de la reivindicación 2, donde dicha sección vertical de dicho pozo de producción y dicho pozo de inyección son uno y el mismo.

4. El proceso de la reivindicación 1 en donde el pozo de inyección es un camino lateral de re-entrada de la sección vertical del pozo de producción, y se extiende a la región superior de la reserva.

5. El proceso de la reivindicación 1 donde el suministro de gas oxidante es logrado perforando un pozo de inyección cerca a dicha sección vertical de dicho pozo de producción, y dicho pozo de inyección es vertical, inclinado u horizontal.

6. El proceso de la reivindicación 1 donde dicha sección vertical de dicho pozo de producción es perforada en una parte superior del mismo, y tal paso de proporcionar un gas oxidante es logrado, por lo menos en parte,

proporcionando dicho gas oxidante a través de dicha sección vertical de dicho pozo de producción.

7. El proceso de la reivindicación 1 además incluyendo los pasos de:

Proporcionar tubería de inyección en dicho pozo de producción, dicha tubería de inyección extendiéndose hacia abajo en dicha sección vertical para aproximarse a dicha parte de talón de dicha porción horizontal, y

Dicho paso de inyectar dicho medio en dicho pozo de producción siendo adelantado mediante la inyección de dicho medio a través de dicha tubería de inyección.

8. El proceso de la reivindicación 7 donde un extremo abierto de la tubería de producción es situado en cercanías de la parte de punta de la porción horizontal.

9. El proceso de la reivindicación 1, donde tal medio además incluye un diluyente de hidrocarburo condensado.

10. El proceso de las reivindicaciones 1, 7 u 8 donde dicho medio es inyectado continuamente o periódicamente en dicho pozo de producción para mantener una presión positiva dentro de la porción horizontal y de ese modo ayudar a evitar el ingreso de dicho gas oxidante de la reserva a la porción horizontal del pozo de producción.

11. El proceso de las reivindicaciones 1-8 donde un catalizador es colocado en, sobre o alrededor de, la porción horizontal del pozo de producción.

12. El proceso de las reivindicaciones 1-8 donde el gas oxidante es una mezcla de oxígeno y dióxido de carbono.

13. Un proceso para la recuperación de hidrocarburo licuado o gasificado de

una reserva subterránea de hidrocarburos incluyendo los pasos de:

- (a) Proporcionar por lo menos un pozo de producción teniendo una porción horizontal sustancialmente posicionada relativamente abajo en dicha reserva, dicha porción horizontal teniendo en un extremo de la misma una parte de talón y en un extremo opuesto de la misma una parte de punta, dicha porción horizontal adaptada para permitir la entrada de hidrocarburo licuado al interior de dicha porción horizontal, dicho pozo de producción teniendo una sección sustancialmente vertical conectada a dicha porción horizontal cercana a dicha parte de talón del mismo;
- (b) Proporcionar tubería de producción en dicho pozo de producción, extendiéndose desde una superficie de dicho pozo de producción por lo menos hasta dicha parte de talón de dicho pozo de producción para recoger dicho hidrocarburo que fluye a dicha porción horizontal;
- (c) Proporcionar tubería de inyección dentro de dicho pozo de producción, dicha tubería de inyección extendiéndose hacia abajo en dicha sección vertical hasta una posición extendiéndose hasta una posición que se extiende por lo menos a dicha parte de talón de dicha porción horizontal;
- (d) Inyectar un medio en la porción horizontal, donde tal medio es escogido del grupo de medios incluyendo individualmente o en combinación, un gas no oxidante, vapor, agua o dióxido de carbono;
- (e) Proporcionar perforaciones en dicha sección vertical de dicho pozo de producción en una posición por encima de dicha parte de talón;

- (f) Proporcionar un gas oxidante a dicha sección vertical y entonces a una parte de dicha reserva de hidrocarburos a través de dichas perforaciones en dicha sección vertical;
 - (g) Encender dicho hidrocarburo en dicha reserva de hidrocarburo cerca a dicha sección vertical, de tal manera que cause la combustión de una parte de dicho hidrocarburo en dicha reserva de hidrocarburo y de ese modo crear un frente de combustión que avance hacia afuera y lejos de dicha sección vertical por lo menos en una dirección a lo largo de dicha porción horizontal y hacia dicha parte de punta del mismo; y,
 - (h) Causar que el hidrocarburo licuado calentado de dicha reserva drene de las regiones superiores del mismo y se recolecte en dicha porción horizontal; y
 - (i) Extraer de dicho pozo de producción, a través de dicha tubería de producción, dichos hidrocarburos que han fluído a dicha porción horizontal.
14. El proceso de la reivindicación 12 donde un extremo abierto de la tubería de producción está situado cerca a la parte de punta de la porción horizontal.
15. El proceso de las reivindicaciones 13 o 14 donde vapor o agua es inyectado continuamente o periódicamente en dicha tubería de inyección para mantener una presión positiva en la porción horizontal y entonces ayudar a evitar el ingreso de dicho gas oxidante de la reserva a la porción horizontal del pozo de producción.
16. Un proceso para la recuperación de hidrocarburo licuado o gasificado de una formación subterránea de hidrocarburos incluyendo los pasos de:

- (a) Proporcionar por lo menos un pozo de producción teniendo una porción sustancialmente horizontal posicionada relativamente abajo en dicha formación, dicha porción horizontal teniendo en un extremo de la misma una parte de talón y en un extremo opuesto de la misma una parte de punta situada en la formación un poco más abajo en elevación que dicha parte de talón, dicha porción horizontal adaptada para permitir el flujo de hidrocarburo líquido al interior de dicha porción horizontal, dicho pozo de producción teniendo una sección sustancialmente vertical conectada a dicha porción horizontal cercana a dicha parte de talón del mismo;
- (b) Proporcionar tubería de producción dentro de dicho pozo de producción extendiéndose hacia abajo dentro de dicha sección vertical y a lo largo de dicha porción horizontal hacia dicha parte de punta, para recolectar dicho hidrocarburo que fluye a dicha porción horizontal;
- (c) Proporcionar tubería de inyección en dicho pozo de producción, dicha tubería de inyección extendiéndose hacia abajo en dicha sección vertical a dicha parte de talón;
- (d) Inyectar un medio en dicho pozo de producción a través de dicha tubería de inyección donde dicho medio es escogido de un grupo de medios incluyendo individualmente o en combinación, un gas no oxidante, vapor, agua o dióxido de carbono;
- (e) Proporcionar un pozo de inyección como camino lateral de re-entrada de dicha sección vertical de dicho pozo de producción, el cual se extiende en la formación de hidrocarburos.
- (f) Proporcionar un gas oxidante a una parte de dicha formación de hidrocarburo a través de dicho pozo de inyección;

- (g) Encender dicho hidrocarburo en dicha formación de hidrocarburo cerca a dicha sección vertical, de tal manera que cause la combustión de una parte de dicho hidrocarburo en dicha formación de hidrocarburo y de ese modo crear un frente de combustión que avance hacia afuera y lejos de dicha sección vertical por lo menos en una dirección a lo largo de dicha porción horizontal y hacia dicha parte de punta del mismo;
- (h) Extraer de dicho pozo de producción, a través de dicha tubería de producción, el hidrocarburo que ha fluido a dicha porción horizontal.

17. El proceso de la reivindicación 16 donde se inyecta vapor o agua continuamente o periódicamente al pozo de producción para mantener una presión sustancialmente positiva en la porción horizontal del mismo y de ese modo ayudar a evitar el ingreso de dicho gas oxidante de la formación a la porción horizontal del pozo de producción.