



No. 13-155550-00000-0000

Fecha: 2013-07-02 15:14:35
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 68

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No.

54. TITULO: MÉTODO, SISTEMA Y APARATO PARA LA SEPARACIÓN EN EL PROCESAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

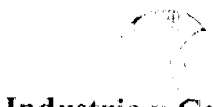
51. CLASIFICACION INTRNACIONAL: B01D 45/16

71. SOLICITANTE: IVANHOE ENERGY INC.

DOMICILIO: British Columbia, Canadá.

74. APODERADO SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ

22. BOGOTÁ, D.C.

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 13-155550- 00000-0000 Fecha: 2013-07-02 15:14:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI Act. 411 PRESENTACION Folios: 68
---	--

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL – PCT

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No. PCT/US2011/068237 Fecha 30 de Diciembre de 2011			
Publicación Internacional No. WO 2012/092613 A2 Fecha 05 de Julio de 2012			
3	TÍTULO DE LA INVENCION (200 caracteres o espacios máximos)		
MÉTODO, SISTEMA Y APARATO PARA LA SEPARACIÓN EN EL PROCESAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP) B01D 46/16		
5	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
IVANHOE ENERGY INC.			
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN: Suite 654 - 999 Canada Place Vancouver, No. TELÉFONO:			
CIUDAD: British Columbia V6C 3E1, CORREO ELECTRÓNICO:			
PAÍS DE RESIDENCIA: Canadá LUGAR DE CONSTITUCIÓN: Canadá			
7	INVENTOR (ES)		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1.PAVEL,		Stephen K.	Estadounidense
2.SILVERMAN,		Michael A.	Estadounidense
3.KALOTA,		Steven A.	Estadounidense
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
DIRECCIÓN		CIUDAD	ESTADO
1. 2103 Whispering Trails Dr.,		Kingwood,	Texas 77339,
2. 1111 Bagby Street, Suite 2000,		Houston,	Texas 77002,
3. 12 Lyra,		Irvine,	California 92603-5712,
PAÍS RESIDENCIA			
Estados unido de América			
Estados unido de América			
Estados unido de América			
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
LÓPEZ DÍAZ		SILVANA MARIA	C.C. 22.468.787 T.P. 147463 CSJ
DIRECCIÓN		No. TELÉFONO	
Cra. 11 No. 86 – 53, Piso 6		6181088	
CIUDAD		CORREO	
Bogotá, D.C.		ELECTRÓNICO	
PAÍS		notificaciones@clarkemodet.com.co	
Colombia			
10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO		
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO
Estados Unidos de América		US	61/428.316
			(32) FECHA AAA/MM/DD
			2010/12/30

11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS		
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.			
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES		
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.			
13	REDUCCIÓN DE TASAS		
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.			
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐			
Universidades públicas o privadas ☐			
Entidades sin ánimo de lucro ☐			
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos			
14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☐ NO		
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.			
15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	Nº 13-063528//	Fecha 27/06/2013
16	FIRMA DEL APODERADO :		
SILVANA MARIA LOPEZ DIAZ C.C. 22.468.787 T.P. 147463 CSJ			
17	ANEXOS		
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción Nº de folios: 40 2. ☒ Reivindicaciones Nº Reivindicaciones: 5 3. ☒ Dibujos y/o figuras Nº folios:22 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☐ Arte final 12 x 12. 8. ☐ Anexo formato digital.		Documentación Jurídica 9. ☐ Poderes, si fuera el caso. 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10. 18.	

MÉTODO, SISTEMA Y APARATO PARA LA SEPARACIÓN EN EL PROCESAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

[0001] La presente solicitud reivindica el beneficio y la prioridad de la Solicitud provisional estadounidense N° de serie 61/428,316, con el título "INERTIAL SEPARATOR FOR USE IN THERMAL PROCESSING OF HEAVY HYDROCARBON FEEDSTOCKS," [SEPARADOR POR INERCIA PARA SU USO EN EL PROCESAMIENTO TÉRMICO DE MATERIAS PRIMAS DE HIDROCARBUROS PESADOS,"] presentada el 30 de diciembre de 2010, que se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia a todos los efectos.

CAMPO DE LA INVENCION

[0002] La presente invención se refiere generalmente a equipos para el procesamiento térmico rápido de materias primas de petróleo viscoso. Más específicamente, la presente invención se refiere a un método, sistema y aparato para la separación en el procesamiento de materias primas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0003] Los recursos de bitumen y petróleo pesado contribuyen a la disminución de la producción de petróleo crudo ligero y medio convencional y la producción a partir de estos recursos aumenta a un ritmo constante. Los oleoductos no pueden manipular estos petróleos crudos a menos que se agreguen diluyentes para reducir su viscosidad y gravedad específica a las especificaciones de los oleoductos. De manera alternativa, se logran propiedades deseables mediante un mejoramiento primario. Sin embargo, los crudos diluidos o los crudos sintéticos mejorados son considerablemente diferentes del petróleo crudo convencional. Como resultado, las mezclas de bitumen o crudos sintéticos no se procesan fácilmente en refinerías de craqueo catalítico fluido convencionales. Por lo tanto, en cualquier caso, se debe realizar un procesamiento adicional en refinerías configuradas para manipular materias primas tanto diluidas como mejoradas.

000002

[0004] Muchas materias primas de hidrocarburos pesados también se caracterizan por comprender cantidades considerables de BS&W (sedimento de fondo y agua). Dichas materias primas no son adecuadas para el transporte mediante un oleoducto, o refinación debido a sus propiedades corrosivas y la presencia de arena y agua. Típicamente, las materias primas que se caracterizan por tener menos de 0,5 % en peso de BS&W se pueden transportar mediante un oleoducto, y aquellas que comprenden mayores cantidades de BS&W requieren cierto grado de procesamiento o tratamiento para reducir el contenido de BS&W antes del transporte. Dicho procesamiento puede incluir almacenamiento para permitir que el agua y las partículas se sedimenten, y tratamiento térmico para expulsar el agua y otros componentes. Sin embargo, estas manipulaciones aumentan el costo de funcionamiento. Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de un método eficaz para mejorar las materias primas que tienen un contenido de BS&W considerable antes del transporte o procesamiento adicional de las materias primas.

[0005] Los petróleos pesados y bitúmenes se pueden mejorar usando una variedad de procesos que incluyen procedimientos térmicos (por ej., patente estadounidense N° 4,490,234; patente estadounidense N° 4,294,686; patente estadounidense N° 4,161,442), de hidrocraqueo (patente estadounidense N° 4,252,634), de viscorreducción (patente estadounidense N° 4,427,539; patente estadounidense N° 4,569,753; patente estadounidense N° 5,413,702), o de craqueo catalítico (patente estadounidense N° 5,723,040; patente estadounidense N° 5,662,868; patente estadounidense N° 5,296,131; patente estadounidense N° 4,985,136; patente estadounidense N° 4,772,378; patente estadounidense N° 4,668,378, patente estadounidense N° 4,578,183). Muchos de estos procedimientos, tales como viscorreducción o craqueo catalítico, utilizan materiales de contacto de partículas catalíticas o inertes dentro de reactores de flujo ascendente o descendente. Los materiales de contacto catalíticos son en

mayor parte a base de zeolita (véase por ejemplo, patente estadounidense N° 5,723,040; patente estadounidense N° 5,662,868; patente estadounidense N° 5,296,131; patente estadounidense N° 4,985,136; patente estadounidense N° 4,772,378; patente estadounidense N° 4,668,378; patente estadounidense N° 4,578,183; patente estadounidense N° 4,435,272; patente estadounidense N° 4,263,128), mientras que la viscorreducción utiliza típicamente material de contacto inerte (por ej., patente estadounidense N° 4,427,539; patente estadounidense N° 4,569,753), sólidos carbonosos (por ej., patente estadounidense N° 5,413,702), o sólidos de caolín inertes (por ej., patente estadounidense N° 4,569,753).

[0006] En la técnica se conoce el uso de craqueo catalítico fluido (FCC) u otras unidades para el procesamiento directo de materias primas de bitumen. Sin embargo, muchos compuestos presentes dentro de las materias primas crudas interfieren con estos procesos al depositarse en el propio material de contacto. Estos contaminantes de materias primas incluyen metales tales como vanadio y níquel, precursores de coque tales como residuos de carbono (Conradson) y asfaltenos. A menos que se remuevan mediante combustión en un regenerador, los depósitos de estos materiales pueden dar como resultado la intoxicación y la necesidad de remplazar de forma prematura el material de contacto. Esto es especialmente cierto para el material de contacto utilizado con procesos de FCC, ya que el craqueo eficiente y el adecuado control de la temperatura del proceso requieren materiales de contacto que comprenden metales o materiales de depósito poco o no combustibles que interfieran con el proceso catalítico.

[0007] Para reducir la contaminación del material catalítico dentro de unidades de craqueo catalítico, se ha sugerido el tratamiento previo de las materias primas mediante procesos de viscorreducción (patente estadounidense N° 5,413,702; patente estadounidense N° 4,569,753; patente estadounidense N° 4,427,539), térmicos (patente estadounidense N° 4,252,634; patente estadounidense N°

4,161,442) u otros procesos, usando típicamente reactores tipo FCC, funcionando a temperaturas por debajo de las requeridas para el craqueo de materias primas (por ej., patente estadounidense N° 4,980,045; patente estadounidense N° 4,818,373 y patente estadounidense N° 4,263,128). Estos sistemas operan en serie con unidades de FCC y funcionan como tratamiento previo para el FCC. Estos procesos de tratamiento previo están diseñados para remover materiales contaminantes de las materias primas, y funcionan en condiciones que mitigan cualquier craqueo. Estos procesos aseguran que cualquier mejora y craqueo controlado de las materias primas ocurra dentro del reactor de FCC en condiciones óptimas.

[0008] Las materias primas de bitumen comprenden sólidos tales como arena y otras partículas. El procesamiento directo de materias primas de bitumen se deberá llevar a cabo mediante el contacto de un gas que contiene hidrógeno con la corriente de alimentación de hidrocarburos a temperaturas y presiones elevadas. Por lo tanto, los costos principales de dicho procesamiento radican esencialmente en la obtención y el mantenimiento de los equipos de procesamiento. Los ejemplos de los costos principales son: recipientes y hornos relacionados, intercambiadores térmicos, montajes de placa de distribuidor, bombas, tuberías y válvulas capaces de proporcionar ese servicio y el costo de remplazo del catalizador contaminado en dicho servicio, y el costo de montaje de los equipos. El hidroprocesamiento comercial de materias primas de costo relativamente bajo, tal como petróleos crudos reducidos que contienen compuestos contaminantes, requiere una velocidad de flujo en el orden de unos pocos miles hasta cien mil barriles por día, con flujo concurrente de hidrógeno hasta 10.000 pies cúbicos en condiciones estándar por barril de alimentación de líquido. Los recipientes capaces de contener dicho proceso de reacción son por consiguiente muy costosos debido a la necesidad de contener y resistir la corrosión y fragilidad de metales por parte de los compuestos de hidrógeno,

compuestos de azufre y los sólidos dentro de las materias primas de bitumen, mientras se realizan las reacciones deseadas a presión y temperaturas elevadas. Las bombas, tuberías y válvulas para manipular corrientes de fluidos que contienen hidrógeno a dichas presiones y temperaturas también son costosas ya que a dichas presiones los precintos deben permanecer impermeables al hidrógeno en periodos de servicio que se prolongan varios meses. Las arcillas, arenas y partículas ultrafinas y finas en el petróleo pesado y bitumen también pueden reducir la eficacia de los precintos con el paso del tiempo. También es muy costoso asegurar que todos los equipos estén montados, fabricados y/o mantenidos de forma correcta.

[0009] Aun tomando todas las precauciones durante el proceso de mejora y con el montaje, la fabricación y el mantenimiento de los equipos para asegurar el producto final más puro, un experto en la técnica entiende que es inevitable que el producto final comprenda generalmente arcillas, arenas y partículas ultrafinas y finas que provienen de las materias primas de petróleo o bitumen.

[00010] **SUMARIO DE LA INVENCION**

[00011] Se divulga un método, sistema y aparato para la separación en el procesamiento de materias primas. De acuerdo con una realización, un aparato comprende un recipiente tubular que tiene una entrada de tubo cuadrado y una salida de vapor, donde la salida de vapor está ubicada en la parte superior del recipiente tubular, y donde la entrada de tubo cuadrado es tangencial a un diámetro interior del recipiente tubular; un barril ubicado debajo del recipiente tubular; y una válvula de cuchilla de doble aislamiento ubicada entre el recipiente tubular y el barril, donde una corriente de gas y sólidos entra al recipiente tubular a través de la entrada de tubo cuadrado, y donde el gas y los sólidos se separan usando fuerza centrífuga, y donde el gas sale de la salida de vapor y los sólidos se recogen en el barril.

000006

[00012] Los sistemas, métodos, rasgos y ventajas de la invención serán o se volverán evidentes para un experto en la técnica tras examinar las figuras y la descripción detallada a continuación. Se pretende que todos dichos métodos, rasgos y ventajas adicionales se incluyan en esta descripción, estén dentro del alcance de la invención y estén protegidos por las reivindicaciones adjuntas. También se pretende que la invención no se limite a requerir los detalles de los ejemplos de realizaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN

[00013] Los dibujos adjuntos, que se incluyen como parte de la presente memoria descriptiva, ilustran la realización actualmente preferida y, junto con la descripción general que antecede y la descripción detallada de la realización preferida que sigue, sirven para explicar y enseñar los principios de la presente invención.

[00014] La **Figura 1** ilustra un diseño de reactor de la técnica previa.

[00015] La **Figura 2** ilustra un diseño de reactor de la técnica previa.

[00016] La **Figura 3** ilustra un ejemplo de diseño de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización.

[00017] La **Figura 4** ilustra un ejemplo de sección de separador secundario para su uso con el presente sistema de reactor, de acuerdo con una realización.

[00018] La **Figura 5** ilustra un dibujo de diseño detallado de un ejemplo de separador secundario para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización.

[00019] La **Figura 6** ilustra una comparación de tendencias de recolección de peso sólido mediante el presente separador secundario y el recipiente de templado, de acuerdo con una realización.

[00020] La **Figura 7** ilustra un ejemplo de tendencias de sobrante de arena, de acuerdo con una realización.

[00021] La **Figura 8** ilustra un ejemplo de resultados de pruebas de quema de hidrocarburos.

[00022] La **Figura 9** ilustra un ejemplo de distribuciones de conteo de partículas de diversos productos de petróleo crudo sintético.

[00023] La **Figura 10** ilustra una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) (aumento 100X) de partículas capturadas por el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00024] La **Figura 11** ilustra una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) (aumento 500X) de partículas capturadas por el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00025] La **Figura 12** ilustra una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) (aumento 1000X) de partículas capturadas por el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00026] La **Figura 13** y la **Figura 14** ilustran histogramas de distribución del tamaño de partícula de sólidos capturados por un separador de ciclón y el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00027] La **Figura 15** ilustra la tendencia de tamaño de partícula para sólidos capturados por un separador de ciclón y el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00028] La **Figura 16** ilustra un diagrama de una unidad de prueba de incrustación térmica de la técnica previa.

[00029] La **Figura 17** ilustra un ejemplo de resultados de prueba de incrustación para una implementación sin el presente separador secundario.

[00030] La **Figura 18** ilustra un ejemplo de resultados de prueba de incrustación para una implementación con el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00031] La **Figura 19** ilustra ejemplos adicionales de resultados de prueba de incrustación para una implementación con el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00032] La **Figura 20** ilustra imágenes microscópicas de sólidos que circulan en la materia prima de bitumen de Athabasca.

[00033] La **Figura 21** ilustra una gráfica de FBRM (medición de reflectancia con haz enfocado) del tamaño de las partículas en la materia prima de bitumen de Athabasca.

[00034] La **Figura 22** ilustra una comparación de FBRM de 3 envíos de bitumen de Athabasca.

[00035] Cabe destacar que las figuras no están necesariamente dibujadas a escala y que los elementos de estructuras o funciones similares se representan generalmente mediante números de referencia similares a efectos ilustrativos en todas las figuras. Cabe destacar también que las figuras solo pretenden facilitar la descripción de las diversas realizaciones descritas en la presente. Las figuras no necesariamente describen cada aspecto de las enseñanzas divulgadas en la presente y no limitan el alcance de las reivindicaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[00036] Se divulga un método, sistema y aparato para la separación en el procesamiento de materias primas. De acuerdo con una realización, un aparato comprende un recipiente tubular que tiene una entrada de tubo cuadrado y una salida de vapor, donde la salida de vapor está ubicada en la parte superior del recipiente tubular, y donde la entrada de tubo cuadrado es tangencial a un diámetro interior del recipiente tubular; un barril ubicado debajo del recipiente tubular; y una válvula de cuchilla de doble aislamiento ubicada entre el recipiente tubular y el barril, donde una corriente de gas y sólidos entra al recipiente tubular a través de la entrada de tubo cuadrado, y donde el gas y los sólidos se separan usando fuerza centrífuga, y donde el gas sale de la salida de vapor y los sólidos se recogen en el barril.

[00037] La presente divulgación proporciona un aparato o una adición al montaje de procesamiento térmico rápido que es capaz de producir un flujo excelente, estable y ligero de una mezcla de un gas (por ej., un gas que contiene hidrógeno) y un líquido (por ej., un hidrocarburo líquido) en un reactor sin los defectos asociados con los métodos y aparatos de la técnica previa.

[00038] El presente sistema supera desventajas de la técnica previa proporcionando un separador secundario corriente abajo del reactor para proporcionar la remoción de materia prima y sólidos del producto de reacción del vapor de producto de reacción y una calidad aumentada del producto de reactor. El objetivo del reactor es convertir materias primas de petróleo pesado en un producto final más liviano, mediante una reacción de pirólisis (craqueo térmico) dentro de un sistema de reactor de transporte de portador de calor sólido y lecho circulante.

[00039] La presente divulgación proporciona un separador secundario (también denominado en la presente de manera intercambiable sistema de separación secundaria y separador de inercia) para el procesamiento térmico rápido para

mejorar las materias primas de hidrocarburos pesados viscosos. El separador secundario incluye un miembro cilíndrico y una estructura que define una abertura en un extremo superior y una abertura en un extremo inferior y al menos una abertura tiene un eje que corre perpendicular al miembro cilíndrico a través del cual una mezcla de gas de producto y partículas entran al separador secundario. Al menos un segundo miembro cilíndrico que es interior al primer miembro cilíndrico en la abertura más superior con un eje que corre normal al miembro cilíndrico. Unida al miembro cilíndrico hay una estructura abovedada en la abertura del extremo inferior del miembro cilíndrico. La estructura abovedada reduce adicionalmente el tamaño de la abertura en el extremo inferior del primer miembro cilíndrico. Las partículas salen del separador secundario a través de la abertura en el extremo inferior del separador secundario. La presente invención logra adicionalmente sus objetivos deseados recibiendo un gas de producto desde un reactor. El gas de producto contiene partículas de las materias primas, el producto de reacción o el portador de calor sólido de circulación transportados desde el recipiente de reactor que debe estar separado del vapor de producto de reacción. El gas de producto pasa a través del separador secundario reduciendo la cantidad de partículas y mejorando la calidad del vapor de producto de reacción.

[00040] El presente separador secundario se utiliza en los procesos para mejorar materias primas de bitumen o petróleo pesado que implican una mejora química parcial o un leve craqueo de las materias primas. Estos procesos también reducen los niveles de contaminantes dentro de las materias primas, mitigando así la contaminación de materiales de contacto catalítico tales como los usados en el craqueo o hidrocraqueo con componentes presentes en las materias primas de bitumen o petróleo pesado. Tales procesos y/o métodos y los aparatos y productos relacionados se describen en la patente estadounidense N° 7,572,365; patente estadounidense N° 7,572,362; patente estadounidense N° 7,270,743; patente estadounidense N° 5,792,340; patente estadounidense N° 5,961,786;

patente estadounidense N° 7,905,990 y solicitudes de patente estadounidense pendientes N° de serie 13/340,487, 13/340,569, 12/046,363 y 09/958,261 incorporadas a la presente en su totalidad mediante esta referencia.

[00041] Tal como se describe en la patente estadounidense N° 5,792,340 (incorporada a la presente en su totalidad mediante esta referencia), para el presente tipo de sistema de reactor de pirólisis, se necesita un sistema de dispersión de alimentación para materias primas líquidas. Se introduce gas de transporte (gas de elevación) al reactor a través de una cámara de distribución ubicada por debajo de una placa de distribución de gas. El objetivo del sistema de dispersión de alimentación es lograr una condición de transferencia de calor más eficaz para las materias primas líquidas mediante la reducción del tamaño de las gotitas de la alimentación líquida para aumentar la relación de área de superficie a volumen. El fin de la placa de distribución de gas de elevación (placa de distribuidor) es proporcionar el régimen de flujo óptimo de gas que facilite la mezcla del portador de calor sólido y alimentación.

[00042] "Materia prima" o "materia prima de hidrocarburo pesado" se refiere generalmente a aceite derivado de petróleo de alta densidad y viscosidad denominado generalmente (de modo no taxativo) crudo pesado, petróleo pesado, bitumen (arenas petrolíferas) o residuo de refinería (petróleo o asfalto). Sin embargo, el término "materia prima" también puede incluir las fracciones de fondo de aceites crudos de petróleo, tales como fondos de torre atmosférica o fondos de torre de vacío. Además, las materias primas pueden comprender cantidades considerables de BS&W (sedimento de fondo y agua) por ejemplo, de modo no taxativo, un contenido de BS&W mayor que 0,5% en peso. Las materias primas preferidas son bitumen y petróleo pesado. Las realizaciones de la invención también se pueden aplicar a la conversión de otras materias primas incluyendo, de modo no taxativo, plásticos, polímeros, hidrocarburos, petróleo, carbón, esquisto, materias primas de refinería, bitúmenes, petróleos ligeros, placas de alquitrán,

carbón pulverizado, biomasa, suspensiones de biomasa y líquidos de biomasa de cualquier mezcla y material orgánico. Preferentemente, las materias primas de biomasa es una materia prima de madera seca, que puede estar en la forma de aserrín, pero los materiales de biomasa de fase de vapor (fase de gas) y líquida se pueden procesar de manera eficaz en el sistema de conversión térmica rápida usando un sistema de alimentación de fase líquida o de vapor alternativo. Los materiales de materias primas de biomasa que se pueden usar incluyen, de modo no taxativo, madera dura, madera blanda, corteza, residuos de agricultura y silvicultura y otras materias primas carbonosas de biomasa.

[00043] Tal como se describe en la patente estadounidense N° 5,792,340, para el presente tipo de sistema de reactor de pirólisis, se necesita un sistema de dispersión de alimentación para las materias primas líquidas. Se introduce gas de transporte (gas de elevación) al reactor a través de una cámara de distribución ubicada por debajo de una placa de distribución de gas. El objetivo del sistema de dispersión de alimentación es lograr una condición de transferencia de calor más eficaz para las materias primas líquidas mediante la reducción del tamaño de las gotitas de la alimentación líquida para aumentar la relación de área de superficie a volumen. El fin de la placa de distribución de gas de elevación (placa de distribuidor) es proporcionar el régimen de flujo óptimo de gas que facilite la mezcla del portador de calor sólido y alimentación.

[00044] La **Figura 1** ilustra un diseño de reactor de la técnica previa. El diseño de reactor 100 incluye un reactor tubular 101 donde el gas de recirculación o elevación 102 ingresa en un punto mínimo 102a. El portador de calor sólido regenerado 103 ingresa en un punto levemente mayor 103a y el líquido de alimentación de reactor 104 se introduce en un punto máximo 104a. El portador de calor sólido de coque/gastado, productos y otros gases y partículas 105 emanados de la parte superior del reactor ingresan en un separador de ciclón 106 donde los gases (vapor de producto y otros gases) y sólidos (portador de calor sólido y

partículas) se separan. El vapor de producto y otros gases continúan corriente abajo del proceso para la separación adicional de los productos 107. La corriente de sólidos 108 entra en un sistema de recalentamiento 109 (el sistema de recalentamiento 109 no se representa en la figura pero su inclusión en el sistema será apreciada por un experto en la técnica). El portador de calor sólido se regenera y luego pasa a través de una sección lateral para transportar el portador de calor sólido regenerado 103 nuevamente al reactor 101.

[00045] La **Figura 2** ilustra un diseño de reactor de la técnica previa. De manera similar a la sección caliente de la técnica previa 100 representada en la **Figura 1**, el diseño del reactor 200 incluye un reactor tubular 201 donde el gas de recirculación o elevación 202 ingresa en un punto mínimo 202a. El portador de calor sólido regenerado 203 ingresa en el reactor 201 en un punto levemente mayor 203a. Se introduce líquido de alimentación de reactor 204 a un punto máximo 204a en relación con los puntos de entrada del gas de elevación (202a) y portadores de calor sólido (203a). El portador de calor sólido de coque/gastado, productos y otros gases y partículas 205 emanados de la parte superior del reactor ingresan en un separador de ciclón 206 donde los gases (vapor de producto y otros gases) y sólidos (portador de calor sólido y partículas) se separan. El vapor de producto y otros gases continúan corriente abajo del proceso para la separación adicional de los productos 207. Los sólidos vuelven a entrar al sistema de reactor 208 (donde el portador de calor sólido se regenera) y luego a una sección lateral para transportar el portador de calor sólido regenerado 203 nuevamente al reactor. Un experto en la técnica comprenderá que los métodos específicos para la regeneración del portador de calor sólido y su transporte nuevamente al reactor pueden tener variaciones entre realizaciones sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

[00046] La corriente de sólidos 208 sale del fondo del ciclón 206, y pasa a través de una sección inclinada (tubo de aspiración) 209 y entra a la sección del

regenerador (recalentador de arena) 210. En el recalentador 210, los sólidos se mezclan con aire a temperatura alta, y el portador de calor sólido se regenera mediante la combustión de los depósitos de coque. El portador de calor sólido también se calienta a alta temperatura por la combustión. El portador de calor sólido regenerado caliente sale 211 del fondo del recalentador, y se transporta nuevamente al reactor 201 mediante una barrena 212.

[00047] La corriente gaseosa sale de la parte superior del ciclón 206 y se desplaza 207 corriente abajo para someterse a un procesamiento adicional. Esta corriente gaseosa consiste principalmente en vapores y gases de hidrocarburos, y otros gases de reacción de pirólisis, purgas, combustión y atmósfera (se detecta N_2 , O_2 , CO_2 , CO , NO_x , H_2 , H_2S y SO_2). También existe una cantidad variable de sólidos incorporados donde la cantidad depende de la eficacia de separación del separador de ciclón 206.

[00048] La corriente gaseosa se desplaza corriente abajo hacia el recipiente de templado 213, donde se recircula el líquido de hidrocarburo a una temperatura inferior de $250^{\circ}C$. El recipiente de templado 213 sirve para dos fines. El primero es enfriar los vapores de hidrocarburos para llevarlos nuevamente a una fase líquida, en preparación para el procesamiento adicional corriente abajo. El segundo fin es remover los sólidos (principalmente arena) de productos de hidrocarburos en la corriente gaseosa. Debido a la disminución de temperatura, la energía cinética de las partículas sólidas disminuye al punto donde la mayor parte baja hasta el fondo del recipiente de templado, mientras el líquido de hidrocarburos sale de la parte superior del recipiente de templado.

[00049] Mientras que dicha configuración es eficaz para mantener la mayor parte de los contaminantes sólidos de los productos líquidos corriente abajo del recipiente de templado, una cantidad razonable de productos líquidos que permanece en el recipiente de templado 213 se vuelve inutilizable en la mezcla de producto final debido a una alta concentración de contaminantes sólidos. Esto se

debe a que en el diseño de sección caliente de la técnica previa, cualquier sólido que no se separe de la corriente gaseosa por el separador de ciclón 206 se recoge finalmente en el recipiente de templado 213. Para poner en perspectiva, la sección caliente de la técnica previa recircula arena a aproximadamente 2000 lb/hr, y el separador de ciclón usado se valora con una eficacia de separación de al menos 99%. Por lo tanto, hasta el 1% (o 20 lb/hr) de sólidos puede entrar al recipiente de templado cada vez que se produzca circulación de arena. Esta es una cantidad sustancial, considerando que la velocidad de las materias primas de petróleo pesado que entra en el reactor durante una ejecución normalmente no es mayor que 60 lb/hr.

[00050] La **Figura 3** ilustra un ejemplo de diseño de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización. El diseño de reactor 300 incluye un reactor tubular 301 donde el gas de recirculación o elevación 302 ingresa en un punto mínimo 302a. El portador de calor sólido regenerado 303 ingresa en el reactor 301 en un punto levemente mayor 303a. Se introduce líquido de alimentación de reactor 304 un punto máximo 304a en relación con los puntos de entrada del gas de elevación (302a) y portadores de calor sólido (303a). El portador de calor sólido de coque/gastado, productos y otros gases y partículas 305 emanados de la parte superior del reactor ingresan en un separador de ciclón 306 donde los gases (vapor de producto y otros gases) y sólidos (portador de calor sólido y partículas) se separan. El vapor de producto y otros gases continúan corriente abajo del proceso para la separación adicional de los productos 307. Los sólidos vuelven a entrar al sistema de reactor 308 (donde el portador de calor sólido se regenera) y luego a una sección lateral para transportar el portador de calor sólido regenerado 303 nuevamente al reactor. Un experto en la técnica comprenderá que los métodos específicos para la regeneración del portador de calor sólido y su transporte nuevamente al reactor pueden tener variaciones entre realizaciones sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

[00051] La corriente de sólidos 308 sale del fondo del ciclón 306, y pasa a través de una sección inclinada (tubo de aspiración) 309 y entra a la sección del regenerador (recalentador de arena) 310. En el recalentador 310, los sólidos se mezclan con aire a temperatura alta, y el portador de calor sólido se regenera mediante la combustión de los depósitos de coque. El portador de calor sólido también se calienta a alta temperatura por la combustión. El portador de calor sólido regenerado caliente sale 311 del fondo del recalentador, y se transporta nuevamente al reactor 301 mediante una barrena 312.

[00052] La corriente gaseosa sale de la parte superior del ciclón 306 y se desplaza 307 corriente abajo para someterse a un procesamiento adicional. Esta corriente gaseosa consiste principalmente en vapores y gases de hidrocarburos, y otros gases de reacción de pirólisis, purgas, combustión y atmósfera (se detecta N_2 , O_2 , CO_2 , CO , NO_x , H_2 , H_2S y SO_2). También existe una cantidad variable de sólidos incorporados donde la cantidad depende de la eficacia de separación del separador de ciclón 306.

[00053] Para remediar los defectos indicados en la técnica previa, se instala un separador secundario 400 corriente abajo del separador de ciclón 306, y corriente arriba del recipiente de templado 313. La corriente gaseosa se desplaza corriente abajo en el recipiente de templado 313, donde se recircula el líquido de hidrocarburos a una temperatura inferior de $250^{\circ}C$. El recipiente de templado 313 enfría los vapores de hidrocarburos para llevarlos nuevamente a una fase líquida, en preparación para el procesamiento adicional corriente abajo. El recipiente de templado 313 también remueve los sólidos (principalmente arena) de los productos de hidrocarburo en la corriente gaseosa que no se removieron por el separador secundario 400.

[00054] La **Figura 4** ilustra un ejemplo de sección de separador secundario para su uso con el presente sistema de reactor, de acuerdo con una realización. La corriente gaseosa sale del separador de ciclón 306 y entra al separador

secundario 400, donde ocurre la separación adicional de gas y sólidos. La corriente procesada luego continúa al recipiente de templado 313.

[00055] De acuerdo con una realización, el presente diseño de separador secundario utiliza facetas de múltiples principios de separación de gas/sólidos. Los parámetros que rigen reducen los costos de capital/mantenimiento con una eficacia de remoción de materia particulada (PM) máxima. El separador secundario es autónomo, lo que significa que el volumen interno se diseña para sostener 200 libras de arena y funcionar aún con una mínima pérdida de eficacia de separación. También, el separador secundario se cubre con un cable térmico de alto vatiaje, que proporciona el calor adecuado a las paredes del recipiente para compensar por el templado de las paredes del recipiente (sin refractario para aislamiento). En función de cálculos preliminares, el punto de corte de partícula (d_{50}) del presente separador es 15 micrones (50% de eficacia a d_{50}).

$$d_{pc} = \sqrt{\frac{9\mu W}{2\pi N_e V_i (\rho_p - \rho_g)}}$$

Donde:

μ = viscosidad del gas (kg/m-seg)
 W = ancho de entrada (m)
 N_e = cantidad de revoluciones en ciclón
 V_i = velocidad de entrada (m/seg)
 ρ_p = densidad de partícula (kg/m³)
 ρ_g = densidad de gas (kg/m³)

[00056] La corriente gaseosa con sólidos incorporados (aproximadamente 0,07 lb de sólidos/pies³ de gas) entra al separador secundario 400 a través de un ejemplo de tubo de 2,9 pulgadas cuadradas 401, que se ubica tangente a su diámetro interior. La entrada tangencial a través del tubo cuadrado 401 permite que el flujo de gas/sólidos entre al separador 400 y comience un espiral corriente abajo. A medida que el gas continúa su espiral hacia abajo, los sólidos se mantienen en el vórtice exterior debido a la fuerza centrífuga y a la inercia. A medida que los sólidos impactan con el diámetro interior del recipiente, se separan luego de revoluciones N y se llevan hacia el cuenco inferior 402 del separador secundario 400. Luego de aproximadamente 4-5 revoluciones, el gas se desplaza a través del

000018

centro de un tubo de 10 pulgadas 403 y fuera de una salida de vapor de 3 pulgadas 404.

[00057] La **Figura 5** ilustra un dibujo de diseño detallado de un ejemplo de separador secundario para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización. El separador secundario 400 no contiene una sección cónica porque la longitud prolongada del barril proporcionaría suficientes revoluciones interiores y por lo tanto una separación de sólidos adecuada. Además, el separador secundario 400 es principalmente un recipiente cerrado. Esto significa que técnicamente no hay salida regular de sólidos durante el funcionamiento. El método por el cual los sólidos se remueven del separador 400 es mediante un sistema de cierre de válvula de cuchilla de doble aislamiento (KV) 405, donde los sólidos se descargan manualmente en incrementos (por ej., incrementos de 10 lb). Sin embargo, durante una sesión de ejecución típica, el separador secundario 400 se considera un recipiente cerrado, por lo tanto los sólidos permanecen en el fondo de un barril 402 durante toda la duración de la ejecución.

[00058] Debido a su diseño de autonomía, el separador secundario 400 cumple esencialmente la función del recipiente de templado 313 como un recolector de sólidos corriente abajo del separador de ciclón 306. La **Tabla 1** y la **Tabla 2** muestran la cantidad total de sólidos arenosos drenados desde el recipiente de templado durante las ejecuciones sin y con el separador secundario 400. La **Tabla 1** y la **Tabla 2** también muestran la duración de la circulación de arena y la velocidad de la circulación de arena, ambas se usan para calcular la eficacia de separación real del ciclón para cada ejecución.

$$M_{\text{arena total}} = m_{\text{arena}} \times t_{\text{circulación}}$$

$$\eta_{\text{ciclón}} = 100\% \times (M_{V800 \text{ arena}} \div M_{\text{arena total}})$$

donde:

$M_{V800 \text{ arena}}$ = arena del recipiente de templado, lb

$M_{\text{arena total}}$ = producción de arena total de ciclón, lb

m_{arena} = velocidad de circulación de arena, lb/h

$t_{\text{circulación}}$ = duración de circulación de arena, hr

$\eta_{\text{ciclón}}$ = eficacia de separación de ciclón, % en peso.

000015

Id de ejecución	Arena del separador secundario (lb)	Arena del recipiente de templado (lb)	Duración de circulación de arena (hr)	Velocidad de circulación de arena (lb/h)	Producción de arena total de ciclón (lb)	Eficacia de separación de ciclón (% en peso)
A014	na	93,5	17,6	2424	42662	99,8
A015	na	104	28,3	2421	68514	99,8
A016	na	166	28,3	2476	70071	99,8
A017	na	84,9	24,1	2435	58684	99,9
A018	na	67,1	21,2	2441	51749	99,9
A019	na	103	16,6	2477	41118	99,7
A020	na	285	26,0	2425	63050	99,5
A021	na	189	8,80	2436	21437	99,1
A022	na	128	34,9	2291	79956	99,8
A023	na	174	33,5	2024	67804	99,7
A024	na	131	40,8	2231	91025	99,9
A025	na	129	36,9	2227	82176	99,8
A026	na	177	19,9	2254	44855	99,6
A027	na	179	25,3	2260	57178	99,7
Promedio	na	144	25,9	2344	60020	99,7

Tabla 1: Arena drenada antes de la implementación del separador secundario

Id de ejecución	Arena del separador secundario (lb)	Arena del recipiente de templado (lb)	Duración de circulación de arena (hr)	Velocidad de circulación de arena (lb/h)	Producción de arena total de ciclón (lb)	Eficacia de separación de ciclón (% en peso)
A028	94,9	0,00	21,8	2234	48701	99,8
A029	138	0,00	21,7	2362	51255	99,7
B030	237	0,00	30,7	2197	67448	99,6
B031	258	0,00	32,7	2246	73444	99,6
A032	147	0,00	21,1	2298	48488	99,7
A033	131	0,00	28,4	2185	62054	99,8
A034	89,0	0,00	28,3	2256	63845	99,9
M035	na	0,00	22,8	2277	51916	na
M036	na	0,00	31,8	2166	68879	na
M037	99,0	0,00	34,1	2287	77987	99,9
M038	206	0,00	32,3	2203	71157	99,7
M039	154	0,00	31,7	2230	70691	99,8
B040	123	0,00	27,1	2249	60948	99,8
A041	178	0,00	40,5	2275	92138	99,8
E042	107	0,00	31,2	2195	68484	99,8
E043	100	0,00	22,4	2100	47040	99,8
E044	41,5	0,00	25,3	2250	56925	99,9
E045	71,5	0,00	29,6	2385	70596	99,9
Promedio	136	0,00	28,5	2244	64000	99,8

Tabla 2: Arena drenada después de la implementación del separador secundario

[00059] La **Figura 6** ilustra una comparación de tendencias de recolección de peso sólido mediante el presente separador secundario y el recipiente de

templado, de acuerdo con una realización. En promedio, las ejecuciones sin el separador secundario recogieron 144 lb de sólidos en el recipiente de templado, y las ejecuciones con el separador secundario no recogieron sólidos en el recipiente de templado. Por otra parte, las ejecuciones con el separador secundario recogieron 136 lb de sólidos en el separador secundario en promedio. Debido a la proximidad de ambos promedios (menos del 6% de diferencia), se puede decir que el separador secundario interceptó casi todos los sólidos que hubieran terminado en el recipiente de templado. Esto se confirma adicionalmente por la proximidad entre las eficacias de separación de ciclón antes y después de la implementación del separador secundario.

[00060] Mediante la reducción de la mayoría de la acumulación de arena en el recipiente de templado, se puede usar más del producto del fondo del recipiente de templado en la mezcla de petróleo bruto sintético final (SCO) sin el riesgo de contaminación sólida en el producto final. También mejora la eficacia del personal de operaciones, mediante la reducción de la cantidad de veces que los tamices de la bomba de recirculación de recipiente de templado deben ser limpiados, y también mediante la reducción de la necesidad de drenar periódicamente el fondo del recipiente de templado con portador de calor sólido de circulación acumulado.

[00061] Este beneficio práctico para el personal de operaciones es especialmente crucial para las secciones calientes que tienen un nuevo sistema de transporte de portador de calor sólido entre el reactor y el recalentador (denominado reestructura).

Id de ejecución	Arena del separador secundario (lb)	Arena del recipiente de templado (lb)
E046	334	0,00
E047	546	0,00
E048	415	0,00
B049	830	0,00
A050	273	0,00
A051	461	0,00
A052	537	0,00
A053	944	0,00

A054	192	0,00
A055	184	0,00
A056	230	0,00
A057	567	0,00
Promedio	459	0,00

Tabla 3: Arena drenada del separador secundario y recipiente de templado (después de la reestructura)

[00062] Tal como se ilustra en la **Tabla 3**, la cantidad promedio de arena drenada del separador secundario durante ejecuciones posteriores a la reestructura es 459 lb. La **Figura 7** ilustra sobrantes de arena del separador de ciclón al separador secundario que incluye eventos durante la capacitación, pruebas de los nuevos equipos y regímenes de funcionamiento con nuevos sistemas de control.

[00063] El separador secundario fue eficaz y eficiente en la recolección de sólidos en un amplio intervalo de condiciones y regímenes de funcionamiento.

[00064] Los pesos de arena drenada del recipiente de templado mostrados en la **Tabla 1** se basan en el peso bruto de la mezcla de arena/petróleo drenada del fondo del recipiente de templado y el análisis de laboratorio del contenido de petróleo de la mezcla. El método de análisis de laboratorio para determinar el contenido de petróleo en función del peso de la mezcla de arena/petróleo es quemar cualquier material combustible (principalmente petróleo) de la mezcla, dejando atrás arena. Los resultados del análisis (prueba de quema de hidrocarburos) se muestran en la **Tabla 4** y se ilustran en la **Figura 8**.

ID de la muestra	% de quema	% de arena
Antes de la implementación del separador secundario		
A018-V800 Bottoms-976 [A018-V800 Fondos-976]	24,19	75,81
A019-V800 Oil/Sand-1029 [A019-V800 Petróleo/Arena-1029]	25,30	74,70
A020-V800 Sand Bottoms-1130 [A020-V800 Fondos de arena-1130]	19,62	80,38
A021-V800 Oil/Sand-1144 [A021-V800 Petróleo/Arena-1144]	23,59	76,41
A022B-V800 Oil/Sand-1234 [A022B-V800 Petróleo/Arena-	24,48	75,52

1234]		
A023-V800 Bottoms-1285 [A023-V800 Fondos-1285]	21,08	78,92
A024-SP-V800 Bottoms-1362 [A024-SP-V800 Fondos-1362]	21,20	78,80
A025-V800 Bottoms-1458 [A025-V800 Fondos-1458]	22,57	77,43
A026-V800 Oil/Sand-1519 [A026-V800 Petróleo/Arena-1519]	21,96	78,04
A027-V800 Bottoms-1569 [A027-V800 Fondos-1569]	22,91	77,09
Promedio	22,69	77,31
Después de la implementación del separador secundario		
A028-V800 Bottoms-1616 [A028-V800 Fondos-1616]	97,01	2,99
A033-B800 Bottoms-2046 [A033-B800 Fondos-2046]	82,16	17,84
Promedio	89,59	10,42

Tabla 4: Porcentaje de arena en el líquido del recipiente de templado.

[00065] Tal como se ilustra en la **Tabla 4**, hay un promedio de 77,31% de arena en el líquido del recipiente de templado recogido antes de la implementación del separador secundario. Luego de la implementación del separador secundario, la cantidad promedio desciende a 10,42%. Esta es una indicación de que el separador secundario recoge la mayoría de los sólidos que existen en la corriente gaseosa que sale del separador de ciclón y esto es evidente a partir de las tendencias ilustradas en la **Figura 6**.

[00066] Se necesita un nivel suficiente de líquidos en el recipiente de templado durante una ejecución para la circulación del líquido de templado desde la parte inferior de la torre a la parte superior de la torre y, a estos efectos, se carga petróleo crudo total en el recipiente de templado que se procesa para una ejecución dada. Una variedad de factores influye sobre la disminución del nivel de líquidos en el recipiente de templado y el líquido de carga se debe rellenar para mantener el nivel óptimo de líquidos. Tales factores incluyen cambios en las presiones del sistema, velocidades de flujo y frecuencia de drenajes de recipiente de templado. Al reducir la cantidad de acumulación de arena en el recipiente de

templado, también se reduce la cantidad de líquido de carga necesaria para mantener un nivel de líquidos en el recipiente de templado.

[00067] Para comparar las cantidades de carga del recipiente de templado relativas entre diferentes ejecuciones, cada cantidad de carga del recipiente de templado se empareja con la cantidad total de alimentación del reactor usada para esa ejecución en particular, debido a que el uso de la alimentación del reactor indica directamente la cantidad de materia prima de petróleo pesado procesada por el sistema de reactor para una ejecución dada. Las relaciones de carga del recipiente de templado a alimentación del reactor mostradas en la **Tabla 5** proporcionan la cantidad de carga del recipiente de templado necesaria por unidad de materia prima procesada.

Id de ejecución	Peso de carga del recipiente de templado, lb	Cantidad total de alimentación del reactor, lb	Relación de carga del recipiente de templado a alimentación del reactor
Antes de la implementación del separador secundario			
A019	149	449	0,332
A020	237	276	0,859
A021	235	61,0	3,85
A022	463	475	0,975
A023	361	331	1,09
A024	611	442	1,38
A025	266	1050	0,253
A026	412	183	2,25
A027	257	304	0,845
Promedio	332	397	1,31
Después de la implementación del separador secundario			
A028	228	411	0,555
A029	180	312	0,577
B030	242	424	0,571
B031	263	719	0,366
A032	229	174	1,32
A033	221	346	0,639
A034	252	199	1,27
M035	159	211	0,754
M036	241	183	1,32
M037	301	196	1,54
M038	207	535	0,387
M039	228	890	0,256

B040	148	1007	0,147
A041	172	1257	0,137
E042	298	255	1,17
E043	236	370	0,638
E044	182	147	1,24
E045	260	614	0,423
Promedio	225	458	0,739

Tabla 5: Relación de carga del recipiente de templado a alimentación del reactor.

[00068] Tal como se ilustra en la **Tabla 5**, la cantidad de carga del recipiente de templado necesaria sin el separador secundario es casi el doble que la cantidad necesaria con el separador secundario. El valor de cualquier unidad de mejora de petróleo pesado yace en la capacidad de convertir petróleo crudo total más pesado en productos más livianos. Al introducir más petróleo crudo total directamente en el recipiente de templado, desviando cualquier procesamiento previo y craqueo térmico que ocurren corriente arriba del recipiente de templado, no se logra beneficio alguno por la adición de la carga de recipiente de templado. Por otro lado, al reducir la cantidad necesaria de líquido de carga de recipiente de templado, se necesita menos uso de petróleo crudo total y se necesita menos gasto en ese sentido.

[00069] El recipiente de templado funciona como un recipiente “de separación” para evitar que cualquier sólido que ingresa en el recipiente de templado avance corriente abajo manteniendo los productos líquidos libres de los contaminantes de materia prima sólida. Sin embargo, al igual que cualquier método de separación, no es 100% eficaz y el sobrante sólido del recipiente de templado a recipientes corriente abajo no se puede evitar completamente, especialmente las partículas más finas y livianas que es menos probable que se hundan en el fondo del recipiente de templado.

[00070] Debido al separador secundario, el recipiente de templado ya no tiene acumulación considerable de sólidos desde la ejecución A028 (véase **Figura 7**). Con una disminución considerable en la concentración de sólidos en el recipiente

de templado, la cantidad de sólidos que se podría traspasar a recipientes corriente abajo también disminuye considerablemente. Los recipientes corriente abajo del recipiente de templado recogen la mayoría de los productos líquidos que finalmente se mezclan en el producto final (petróleo crudo sintético o SCO). Por lo tanto, el separador secundario es responsable por mantener la mayoría de los contaminantes de materia prima sólida fuera del producto final.

[00071] El producto final de petróleo crudo sintético se puede analizar para detectar impurezas sólidas, usando un método denominado medición de reflectancia con haz enfocado (FBRM). Los resultados del análisis de FBRM de varios productos de petróleo crudo sintético se muestran en la **Tabla 6** y la distribución de conteo de partículas se muestra en la **Figura 9**. Los resultados de la Ejecución A014 de petróleo crudo sintético, la ejecución sin el separador secundario, se compararon con los resultados del petróleo crudo sintético producido de ejecuciones con el separador secundario.

Tendencia	A014-SCO (sin I.S.)	A028-SCO con Fondos- 1792	A050- SCO- 3640	A050A- SCOF-3642	A052B- SCO-3810	A053A- SCO-3959
No ponderado mediano, µm	3,29	2,78	2,7	3	2,61	3
Cuadrado medio ponderado, µm	9,62	20,0	6,6	11,5	7,12	11,4
Conteos no ponderados <10, µm	26200	1368,	7380	1042	5004	6345
Conteos no ponderados 10-50, µm	884	14,72	72,08	37,7	30,87	195
Conteos no ponderados 50-150, µm	1,77	0,550	0,0700	0,120	0,140	0,760
Conteos no ponderados 150-300, µm	0,00350	0,00370	0	0	0	0
Conteos no ponderados 300-1000, µm	0,00	0,00	0	0	0	0
Conteos totales, µm	27000	1380	7450	1080	5030	6540

Tabla 6: Resultados del análisis de FBRM para muestras de SCO.

[00072] De acuerdo con las figuras que se muestran en la **Tabla 6**, es claro que el grado de contaminación de sólidos es menos considerable para las ejecuciones que utilizaron el separador secundario. Mientras que el petróleo crudo sintético A014 contiene un conteo total de 27.000, el resultado máximo de todas las ejecuciones con el separador secundario es 7450 que es alrededor de 70% menor que la cantidad de A014. También se observan reducciones considerables de

partículas de todos los tamaños, especialmente aquellas partículas con un tamaño menor que 50 micrones.

[00073] La **Figura 10** ilustra una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) (aumento 100X) de partículas capturadas por el presente separador secundario, de acuerdo con una realización. La **Figura 11** ilustra una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) (aumento 500X) de partículas capturadas por el presente separador secundario, de acuerdo con una realización. La **Figura 12** ilustra una imagen microscópica electrónica de barrido (SEM) (aumento de 1000X) de partículas capturadas por el presente separador secundario, de acuerdo con una realización. Antes de la implementación del separador secundario, estas partículas habrían permanecido en el vapor y en última instancia contenidas en el producto líquido final.

[00074] Mientras que tanto el separador de ciclón 306 como el separador secundario 400 están en la misma clasificación de dispositivos de separación, existen diferencias en las eficacias de separación de diferentes tamaños de partículas, debido a diferencias en el diseño técnico tal como se ilustra en la presente.

[00075] Para comparar la calidad de la separación entre el separador de ciclón 306 y el separador secundario 400, es necesario comparar la producción de sólidos de ambos separadores. Una muestra representativa de la producción de un separador de ciclón es una muestra sólida (arena) tomada en el puerto de muestra ubicado entre el separador de ciclón y el recalentador o una muestra tomada del recalentador. Una muestra representativa de la producción de un separador secundario es cualquier sólido drenado del cuenco inferior del separador, debido a la falta de una salida para los sólidos.

[00076] Una indicación razonable de la calidad de separación es determinar los tamaños de partículas capturadas por el separador. La **Tabla 7** compara la distribución del tamaño de partículas de sólidos capturados por el separador de

ciclón 306 y el separador secundario 400. Estas cifras se basan en muestras tomadas de la Ejecución A028.

	Arena del separador de ciclón	Arena del separador secundario
ID de la muestra	A028-Sand Final-1637 [A028-Arena Final-1637]	A028-SandCatBtm3-1640
<10 µm	0,00	0,970
10 a 50 µm	0,00	3,10
50 a 150 µm	0,00	6,06
150 a 300 µm	16,3	63,1
300 a 1000 µm	83,7	26,8
1000+ µm	0,00	0,00

Tabla 7: Tamaños de partículas de sólidos capturados.

[00077] Tal como se ilustra en la **Tabla 7**, está claro que los sólidos capturados por el separador secundario tienen un menor tamaño que los capturados por el separador de ciclón. Aproximadamente 73% de todos los sólidos capturados por el separador secundario tienen un tamaño menor que 300 micrones, mientras que solo aproximadamente 16% de todos los sólidos capturados por el separador de ciclón son menores que 300 micrones. Además, aproximadamente 4% de todos los sólidos capturados por el separador secundario son menores que 50 micrones, mientras que el separador de ciclón no capturó ninguna partícula menor que 150 micrones. Al recordar la descripción que antecede, los conteos mayores de contaminantes sólidos en productos de petróleo crudo sintético son los que tienen tamaños menores que 50 micrones. Por lo tanto, esto es evidencia de que el separador secundario es un contribuyente principal en la remoción de contaminantes sólidos del producto líquido final. La **Figura 13** y la **Figura 14** ilustran histogramas de distribución de tamaño de partículas de sólidos capturados por un separador de ciclón y el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00078] La misma discrepancia en el tamaño de partículas de los sólidos capturados por el separador de ciclón 306 y el separador secundario 400 se muestran también en otras ejecuciones. La **Tabla 8** compara la media del volumen

ponderado de tamaño de partículas (diámetro de Sauter) de sólidos capturados por el separador de ciclón y el separador secundario y la **Figura 15** ilustra la tendencia del tamaño de partículas para todas las ejecuciones con datos disponibles.

Sólidos del separador de ciclón			Sólidos del separador secundario	
ID de la ejecución	ID de la muestra	Media del volumen ponderado D[4,3], µm	ID de la muestra	Media del volumen ponderado D[4,3], µm
A028	A028-Sand Final-1637 [A028-Arena Final-1637]	378,349	A028-Sand Catcher 3-1640 [A028- Colector de arena 3-1640]	229,489
B030.A	B030-SP-602-1742	333,087	B030A-Sand Catcher-1777 [B030A-Colector de arena-1777]	289,910
B031.B	B031B-SPV-602-1892	329,784	B031B-SPV-504-1890	268,967
A032.A	A032-SPV-602-1974	373,977	A032-V504 Sand-1980 [A032-V504 Arena-1980]	288,830
A033	A033-SP-0602-2015	324,762	A033-Sand Catcher-2013 [A033-Colector de arena-2013]	311,041
A034.B	A034B-SP-602-2062	364,025	A034-SP-504 Sand Catcher-2048 [A034-SP-504 Colector de arena-2048]	285,602
M037.A	M037-SP-602-2190	324,858	M037-V504-2196	260,264
M037.B	M037B-SP-602-2211	335,306	M037B-V504-2216	222,804
M038.A	M038-SP-0602-2253	303,313	M038A-Sand Catcher-2257 [M038A-Colector de arena-2257]	248,473
M038.B	M038-SP-602-2283	332,432	M038B-V504-2290	266,317
A041.A	A041-SP-602-2479	368,267	A041A-SP-504-2491	258,285
E045.A	E045-SP-602-2871	345,108	E045-SP-504-2875	239,176
	Promedio	342,772	Promedio	264,097

Tabla 8: Media de volumen ponderado de sólidos capturados.

[00079] Tal como se muestra en la **Figura 15**, el tamaño promedio de partículas capturadas por el separador secundario es consistentemente menor que las capturadas por el separador de ciclón. Esto es coherente con los hallazgos de la Ejecución A028 que se muestran en la **Tabla 7**.

[00080] Las materias primas de bitumen y petróleos pesados pueden contener varios sólidos molestos, insolubles, ultrafinos y finos. Los sólidos finos se asocian con la fracción de asfalteno del bitumen y petróleos pesados debido a capas de hidrocarburos. La formación de Athabasca es la más grande de los principales depósitos de reservas de arenas de petróleo. El bitumen de Athabasca es el término genérico del petróleo producido de la formación de Athabasca. Los

bitúmenes y petróleos pesados son de formaciones relativamente más nuevas y el bitumen de Athabasca proporciona una base para la comparación con otros bitúmenes y petróleos pesados o cualquier materia prima con sólidos.

[00081] Se han identificado sólidos finos de la formación fuente, a través de deshidratación en el sitio y a través de procesos de refinería ya que se asocian con la fracción pesada, la porción que hierve por encima de 1000 °F y contiene asfaltenos. Estos sólidos de materia prima pasan a través del reactor, el ciclón reactor, pero son capturados por el separador secundario. Las fuentes de sólidos de materia prima incluyen:

[00082] – (1) Sólidos que se incorporaron al momento del depósito de la formación y se cubrieron a medida que el petróleo se formó y condensó alrededor de estas pequeñas partículas. Estas partículas tienen capas de materia orgánica insoluble en tolueno (TIOM) y se asocian con los hidrocarburos más pesados, los asfaltenos. Estos sólidos tienen diámetros medidos menores que 10 micrones y generalmente menores que 5 micrones de diámetro.

[00083] – (2) Sólidos que se establecieron al mismo tiempo que la fuente del petróleo, arcillas finas y ultrafinas orgánicas, arenas y otros materiales encontrados en lacustre y ambientes de depósito marino. Estos sólidos se midieron a 10x200 nm. Estos sólidos tienen áreas inorgánicas expuestas, áreas recubiertas húmicas y áreas de TIOM. Al ser algunas áreas hidrofóbicas y otras áreas hidrofílicas, los sólidos ultrafinos y finos aparecen en la interfaz de petróleo y gotitas de agua microscópicas. Estos sólidos dificultan la remoción de agua y se asocian con emulsiones en interfaces de petróleo-agua.

[00084] – (3) Los sólidos que se agregaron durante la producción, de modo no taxativo, de lodos, fluidos y aditivos de perforación, tales como mejoradores de flujo, para potenciar la producción y productos de reacción de interacciones de los lodos, fluidos, aditivos de perforación y el petróleo.

[00085] – (4) Sólidos que vinieron con la producción incluyendo sarro, óxido, etc. de tuberías.

[00086] – (5) Sólidos que fueron el producto de precipitación de asfaltenos y alcanos antes de la administración de materia prima para su procesamiento; estos ocurren durante la producción con la adición de material ligero para extracción, asfaltenos que se precipitan en el lado del pozo cuando se reduce la temperatura y/o presión o en ejecuciones de tubería en el sitio. Dependiendo de las condiciones físicas y los asfaltenos, el diámetro reducido debido a la sedimentación da como resultado que una mayor velocidad proporcione una fuerza de corte lo suficientemente resistente como para que los asfaltenos precipitados no se sedimenten, sino que se desplacen con petróleo a la administración.

[00087] Además de los sólidos y asfaltenos de materia prima, estos materiales se pueden aglomerar y coagular, creando partículas más grandes. El procesamiento térmico genera sólidos de coque que se dirigen con el portador de calor sólido al regenerador. Los estudios han demostrado que la presencia de sólidos y asfaltenos en petróleos crudos puede dar como resultado la acumulación de incrustantes del pozo de producción a través de deshidratación, almacenamiento y transporte a la refinería en el sitio, desde los procesos de refinería hasta las coquizadoras que colocan depósitos en intercambiadores de calor de refinería, calentadores, columnas, tanques y productos de fondos incluyendo combustibles domésticos. Para una refinería comercial, donde cualquier interrupción en la producción puede ser perjudicial, un indicador de la calidad del petróleo crudo es el potencial de incrustación del crudo. Por lo tanto, una propiedad deseable es una disminución en el potencial de incrustación.

[00088] La **Figura 16** ilustra un diagrama de una unidad de prueba de incrustación térmica de la técnica previa. Para determinar el potencial de incrustación de la materia prima y el producto, se realizó una simulación a escala de laboratorio de

una configuración de intercambiador de calor de refinería mediante F.A.C.T., una empresa externa con equipo patentado que cuantifica el grado de incrustación provocado por el petróleo crudo analizado. La Unidad de Prueba de Incrustación Térmica F.A.C.T 1600 bombea el petróleo crudo analizado a través de la sección anular de un intercambiador de calor de carcasa y tubo que contiene un tubo calentado eléctricamente para configuraciones de temperatura exactas. Se colocan acoplamientos térmicos para medir la salida de temperatura del tubo calentado y la temperatura del petróleo crudo que sale del intercambiador de calor. Mientras dura una ejecución de prueba con el aparato, ocurre incrustación en la superficie del tubo calentado.

[00089] El efecto práctico de la incrustación en un intercambiador de calor es un intercambio inadecuado de calor. En un estado estacionario y sin incrustación, la temperatura del tubo calentado y la del petróleo crudo que sale del intercambiador de calor deberían estar muy cerca. El incrustante recubierto en el intercambiador de calor tiene mucho menos conductividad térmica que la superficie del tubo calentado sin incrustación, por lo tanto se dificulta la transferencia de calor al petróleo crudo cuando ocurre incrustación. Esto se traduce en una disminución de la temperatura del petróleo crudo que sale del intercambiador de calor. En otras palabras, a mayor incrustación, menor temperatura. Por lo tanto, la Unidad de Prueba de Incrustación Térmica F.A.C.T. cuantifica el grado de incrustación mediante el cálculo del cambio de temperatura del petróleo crudo que sale del intercambiador de calor. La **Tabla 9**, **Tabla 10** y **Tabla 11** comparan el producto final de petróleo crudo sintético de la Ejecución A014 antes del separador secundario y las Ejecuciones A028, E043.A, E044, E045.A y E046 después del separador secundario con crudos totales de bitumen de Athabasca no procesado y de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS). EHOS (muestra de petróleo pesado exploratoria) es una muestra de un pozo exploratorio que se proporcionó para demostración de tecnología. La muestra EHOS era de una producción de

campo inicial y única a esa actividad y fue de una campaña de muestreo. La muestra EHOS es solamente representativa de la propia muestra. El separador secundario se implementó por primera vez en la Ejecución A028 y a partir de ahí siguió en servicio.

ID de la muestra	FTF-ATH-053	A014-SCO Large-784 [A014-SCO Grande-784]
INCRUSTACIÓN Δ T / ° F		
15 min	0	25
30 min	20	35
45 min	39	54
60 min	55	68
75 min	64	79
90 min	71	81
105 min	72	84
120 min	72	86
135 min	72	86
150 min	-	-
165 min	-	-
180 min	-	-

Tabla 9: Resultados de prueba de incrustación F.A.C.T antes del separador secundario.

ID de la muestra	FTF-ATH-053	A028-SCO-1792
INCRUSTACIÓN Δ T / ° F		
15 min	0	1
30 min	20	10
45 min	39	18
60 min	55	29
75 min	64	39
90 min	71	48
105 min	72	57
120 min	72	68
135 min	72	-
150 min	-	-
165 min	-	-
180 min	-	-

Tabla 10: Resultados de prueba de incrustación F.A.C.T después del separador secundario.

ID de la muestra	E046-SP-0135-2969	E043A-SCO-2951	E044-SCO-2950	E045A-SCO-2949	E046-SCO-3113
INCRUSTACIÓN ΔT / ° F					
15 min	2	2	0	0	0
30 min	11	4	1	0	0
45 min	14	5	2	0	0
60 min	16	8	3	4	1
75 min	18	10	3	7	1
90 min	20	13	4	8	2
105 min	22	17	4	9	3
120 min	23	19	5	10	4
135 min	23	19	5	10	4
150 min	-	-	-	-	-
165 min	-	-	-	-	-
180 min	-	-	-	-	-

Tabla 11: Resultados de prueba de incrustación F.A.C.T después del separador secundario.

[00090] Tal como se muestra en la **Tabla 9**, sin el servicio del separador secundario, el proceso produjo un producto de petróleo crudo sintético que tenía un potencial de incrustación levemente mayor (valores ΔT levemente mayores luego de que pasara el mismo tiempo) que el petróleo crudo de bitumen de Athabasca que se procesó en la Ejecución A014. Esto se esperaba ya que el volumen de bitumen se había reducido, pero los sólidos no se habían removido. Por el contrario, tal como se muestra en la **Tabla 10**, con el servicio del separador secundario, el proceso produjo un producto de petróleo crudo sintético con un menor potencial de incrustación que el crudo total de bitumen de Athabasca que era la materia prima en la Ejecución A028. Esta fue la primera ejecución de prueba en el separador secundario y el desempeño mejoró a medida que se implementaron directrices de funcionamiento.

[00091] Esta reducción en el potencial de incrustación también se repite en ejecuciones después del separador secundario que procesaron un tipo diferente de crudo total. Tal como se muestra en la **Tabla 11**, el proceso produjo productos de petróleo crudo sintético con un potencial de incrustación ampliamente menor

que el crudo total de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS) que se procesó en las Ejecuciones E043.A, E044, E045.A y E046.

[00092] La **Figura 17** ilustra un ejemplo de resultados de prueba de incrustación para una implementación sin el presente separador secundario. La **Figura 18** ilustra un ejemplo de resultados de prueba de incrustación para una implementación con el presente separador secundario, de acuerdo con una realización. La **Figura 19** ilustra ejemplos adicionales de resultados de prueba de incrustación para una implementación con el presente separador secundario, de acuerdo con una realización.

[00093] Aparte de los sólidos de materia prima y los asfaltenos que pueden provocar incrustación en los intercambiadores de calor de refinería, hay otras sustancias indeseables en el petróleo crudo que sería mejor minimizar. Los metales, en particular níquel y vanadio, son unas de estas sustancias indeseables. Níquel y vanadio posiblemente pueden formar complejos químicos que son perjudiciales para los procesos de refinería. Sin embargo, el proceso de la presente remueve tales metales del producto líquido final, ya que el portador de calor sólido proporciona un medio para que estos metales sean adsorbidos y separados de los hidrocarburos. Por lo tanto, al minimizar la cantidad de portador de calor sólido en cualquier recipiente de producto corriente abajo, se puede reducir la cantidad de metales en el producto final.

[00094] La **Tabla 12** muestra los datos de contenido de metal de petróleo crudo sintético y alimentación del reactor en función del análisis de ICP. Los datos brutos de ICP de petróleo crudo sintético sugieren que el contenido de metal de petróleo crudo sintético de ejecuciones sin el presente separador secundario es menor que el contenido de metal de petróleo crudo sintético de ejecuciones con el presente separador secundario. Sin embargo, los datos brutos de ICP de alimentación de reactor también sugieren que el contenido de metal de alimentación del reactor de ejecuciones sin el separador secundario es mayor que el contenido de metal de

alimentación del reactor de ejecuciones con el separador secundario. Por lo tanto, no es una evaluación justa comparar los datos brutos de petróleo crudo sintético antes y después de la implementación del separador secundario. En vez de esto, la comparación también se debería basar en la cantidad preexistente de metales en la alimentación del reactor. A estos efectos, se establece una relación de contenido de metal de petróleo crudo a contenido de metal de alimentación del reactor.

[00095] Al comparar la relación de contenido de metal de SCO/alimentación del reactor, realmente existe una menor cantidad de níquel, vanadio y calcio en productos de petróleo crudo sintético de ejecuciones después del separador secundario, por unidad de metal de alimentación del reactor preexistente. Esto muestra un mayor grado de remoción de metal para ejecuciones con el separador secundario, tal como lo indica el menor contenido de metal de petróleo crudo sintético.

	Datos de ICP de SCO (ppm)			Datos de ICP de alimentación del reactor (ppm)			Relación SCO/alimentación del reactor		
	Níquel	Vanadio	Calcio	Níquel	Vanadio	Calcio	Níquel	Vanadio	Calcio
Antes de la implementación del separador secundario									
A014	14,9	35,7	481	137	362	3960	0,1088	0,0986	0,1215
A016	8,49	22,8	435	127	334	28600	0,0669	0,0683	0,0152
A017	12,9	36,0	269	<2,00	358	<20,0	na	0,1006	na
A018	22,9	61,2	361	143	373	1110	0,1601	0,1641	0,3252
A019	27,3	72,4	788	143	373	1110	0,1909	0,1941	0,7099
A020.A	19,5	59,0	88,8	94,4	247	825	0,2066	0,2389	0,1076
A020.B	21,0	43,2	15,6	128	340	1850	0,1641	0,1271	0,0084
A022.A	34,5	97,9	738	112	317	40400	0,308	0,3088	0,0183
A022.B	23,6	67,1	463	112	317	40400	0,2107	0,2117	0,0115
A023	28,1	80,1	1570	99,1	277	37100	0,2836	0,2892	0,0423
A024.A	24,4	68,7	743	120	334	40600	0,2033	0,2057	0,0183
A024.B	5,78	16,5	36,2	120	334	40600	0,0482	0,0494	0,0009
Promedio	20,3	55,1	499	121	331	21505	0,1774	0,1714	0,1254
Después de la implementación del separador secundario									
A028	27,8	75,4	1030	125	340	41100	0,2224	0,2218	0,0251
B030.A	19,1	26,4	53,8	157	209	5310	0,1217	0,1263	0,0101
B030.B	31,1	38,8	60,9	154	208	7820	0,2019	0,1865	0,0078
B031.A	40,4	45,3	230	169	215	15600	0,2391	0,2107	0,0147
B031.B	22,1	25,6	1550	161	208	26300	0,1373	0,1231	0,0589

A032.B	27,2	70,8	129	166	418	6040	0,1639	0,1694	0,0214
U035	11,2	68,6	38,2	164	823	265	0,0683	0,0834	0,1442
U036.A	39,2	205	84,7	170	866	344	0,2306	0,2367	0,2462
U036.B	19,2	105	191	162	853	7870	0,1185	0,1231	0,0243
U037.A	29,6	170	199	159	824	14800	0,1862	0,2063	0,0134
U037.B	10,2	72,2	25,1	158	851	21400	0,0646	0,0848	0,0012
U038.A	33,0	<19,8	687	153	781	27700	0,2157	na	0,0248
E043.A	47,5	150	134	193	636	12000	0,2461	0,2358	0,0112
E043.B	37,7	121	369	208	688	29400	0,1813	0,1759	0,0126
E044.A	38,1	119	195	215	702	20300	0,1772	0,1695	0,0096
E045.A	38,2	114	2070	183	607	67800	0,2087	0,1878	0,0305
E045.B	25,1	79,2	1950	183	607	67800	0,1372	0,1305	0,0288
Promedio	29,2	92,9	529	169	579	21873	0,1718	0,1670	0,0403

Tabla 12: Datos de metales de ICP antes y después del separador secundario.

[00096] En la producción de bitumen de arenas de petróleo y otros crudos con una densidad mayor que la del agua, se usa un diluyente de nafta para extraer y reducir la densidad aparente para que sea menor que el agua a través de un sistema de deshidratación de manera tal que el aceite quede arriba y se pueda remover el agua. El diluyente de nafta se remueve por destilación atmosférica y se vuelve a enviar a producción, mientras que el bitumen se envía a almacenamiento de envío. Luego de la remoción de diluyente, siguen permaneciendo algunos sólidos insolubles y agua con el bitumen. El constituyente principal de estos sólidos residuales son cristalitas ultrafinas de arcilla de aluminosilicato con superficies recubiertas por materia orgánica insoluble en tolueno. Sólidos minerales y sal permanecen con el bitumen destilado y durante el procesamiento de bitumen; se pueden incorporar con sobrecargas volátiles y llevarse a otras unidades de procesamiento. El alto contenido de cloruro del residuo de sal provoca problemas de corrosión e incrustación en las unidades de procesamiento corriente abajo. Debido a la cantidad y tipo de materia orgánica asociada con el componente de sólidos de materia prima de bitumen, es un principal colaborador para la formación de coque tanto en recipientes del reactor como en catalizadores. Además, se sabe que la incorporación de las partículas sólidas de materia prima provoca incrustación en los filtros de tratamiento previo e hidrotratadoras de lecho

compacto. Los sólidos asociados con bitumen se han informado como predominantemente partículas de arcilla de aluminosilicato de única capa y nanotamaño. Con el tiempo geológico, los exteriores de estas partículas inorgánicas y activas se han vuelto similares a asfalteno, debido a su exposición a componentes orgánicos polares altamente aromáticos del depósito de arena de petróleo. La interacción química con la superficie huésped hace que las capas orgánicas se vuelvan insolubles en solvente. Estas partículas de agua de arcilla pueden haberse sumergido en petróleo, ya sea a medida que migraban al depósito de hidrocarburo o durante su permanencia geológica en su lugar. Por lo tanto, incluso en un proceso comercial para remover sólidos y agua por centrifugación, algunas partículas ultrafinas igual permanecen con el bitumen de alimentación de coquizadoras. Durante el procesamiento de bitumen, parte de las partículas se incorpora con la sobrecarga volátil. Por lo tanto, los sólidos de bitumen podrían contribuir a la formación de coque en áreas inesperadas del proceso. Los sólidos prefieren permanecer asociados con el componente de asfalteno debido a la similitud entre los orgánicos adsorbidos en sus superficies y el propio asfalteno.

[00097] La remoción de los sólidos finos de material prima por filtración es muy difícil debido al tamaño y la asociación con asfaltenos. Para remover los sólidos para análisis de laboratorio, se realizó centrifugación ultra alta, la centrifugación de las soluciones de asfalteno y tolueno a velocidad de rotación dio como resultado más de 350.000 gravedades. La separación de sólidos de materia prima aumentó a medida que se elevó la velocidad de centrifugación. Un experimento que removió los sólidos usando sistemas de solvente adaptados dio como resultado una caída en la recuperación de líquidos al 85%, con un correspondiente aumento del costo y desperdicio, por lo que fue insuficiente para su consideración.

[00098] Tal como se describió, los sólidos de materia prima finos y ultrafinos provocan incrustación de los oleoductos, mejora y procesos de refinería. Los

sólidos de materia prima generalmente siguen el camino de la fracción de asfalteno y se encuentran en petróleos de gas de torre de vacío y fondos de torre de vacío que son dirigidos a alimentaciones de coquizadoras, hidroprocesamiento de petróleo pesado, mezclado de combustible doméstico o de petróleo crudo sintético.

[00099] Se sabe que los sólidos de materia prima asociados con la fracción pesada que contiene asfalteno son las causas de incrustación y se detectan en los procedimientos de prueba de incrustación.

[000100] El sistema de la presente remueve una parte de los sólidos de materia prima y reduce el factor de incrustación de la corriente mezclada, en este caso petróleo crudo sintético (SCO).

[000101] En la presente se usaron sistemas de medición de vanguardia para detectar y analizar los sólidos finos asociados con la materia prima de bitumen de Athabasca. Los sólidos se confirmaron visualmente por fotos microscópicas y un tamaño de partículas mediano menor que 5 micrones se confirmó por FBRM (medición de reflectancia con haz enfocado).

[000102] La **Figura 20** proporciona imágenes microscópicas de sólidos que circulan en el petróleo crudo. La **Figura 21** ilustra una gráfica de FBRM (medición de reflectancia con haz enfocado) del tamaño de las partículas en solución. Coherente con la imagen microscópica de la **Figura 20**, se midieron sólidos finos y pequeños por FBRM con un modo de distribución menor que 5 micrones.

[000103] La **Figura 22** ilustra una comparación de FBRM de 3 envíos de bitumen de Athabasca separados. El Envío 1 se ilustra por la línea 2201, muestra A014-SP0135-653. El Envío 2 se ilustra por la línea 2202, muestra A024-SP0135-1308. El Envío 3 se ilustra por la línea 2203, muestra A053-SP0135-3868. Las condiciones de ejecución de FBRM fueron 65 °C, con la configuración de rpm a 1:00. Todos los envíos de bitumen de Athabasca contenían sólidos finos con una

000025

mediana menor que 5 micrones. Está claro que hay una diferencia notoria en los sólidos de partícula pequeña presentes en cada uno de los envíos donde la mayor diferencia se muestra en el Envío 1 2201. Tales diferencias probablemente se deban a los pozos particulares que producen a profundidades particulares en formaciones particulares o debido a la deshidratación, recuperación de nafta u otras diferencias de funcionamiento o debido a la combinación ajustada para cumplir con la especificación del producto.

[000104] En la descripción anterior, solamente con fines explicativos, se establece una nomenclatura específica para proporcionar un entendimiento minucioso de la presente divulgación. Sin embargo, resultará evidente para un experto en la técnica que estos detalles específicos no son necesarios para la puesta en práctica de las enseñanzas de la presente divulgación.

[000105] Además, los distintos rasgos de los ejemplos representativos y las reivindicaciones dependientes se pueden combinar de formas que no fueron enumeradas específica ni explícitamente para proporcionar realizaciones útiles adicionales de las presentes enseñanzas. También se observa expresamente que todos los intervalos de valor o indicaciones de grupos de entidades divulgan cualquier entidad intermedia o valor intermedio posible con el fin de la divulgación original, así como con el fin de limitar la materia reivindicada. También se observa expresamente que las dimensiones y las formas de los componentes que se muestran en las figuras se diseñan para ayudar a entender cómo se ponen en práctica las presentes enseñanzas, pero no pretenden limitar las dimensiones ni las formas que se muestran en los ejemplos.

[000106] Se divulga un método, sistema y aparato para la separación en el procesamiento de materias primas. Se entiende que las realizaciones descritas en la presente tienen el fin de aclarar y no se deberá considerar que limitan la materia de la divulgación. Distintas modificaciones, usos, sustituciones, combinaciones,

mejoras, métodos de producción sin apartarse del alcance o espíritu de la presente invención, resultarán evidentes para un experto en la técnica.

REIVINDICACIONES

Se reivindica lo siguiente:

1. Un aparato, que comprende:

un recipiente tubular que tiene una entrada de tubo cuadrado y una salida de vapor, donde la salida de vapor está ubicada en la parte superior del recipiente tubular, y donde la entrada de tubo cuadrado es tangencial a un diámetro interior del recipiente tubular;

un barril ubicado debajo del recipiente tubular; y

una válvula de cuchilla de doble aislamiento ubicada entre el recipiente tubular y el barril,

donde una corriente de gas y sólidos entra al recipiente tubular a través de la entrada de tubo cuadrado, y donde el gas y los sólidos se separan usando fuerza centrífuga, y donde el gas sale por la salida de vapor y los sólidos se recogen en el barril.

2. El aparato de la Reivindicación 1, donde el barril es movable para vaciar los sólidos recogidos.

3. El aparato de la Reivindicación 1, donde el aparato se ubica corriente abajo de un separador de ciclón y corriente arriba de un recipiente de templado.

4. Un método que comprende:

proporcionar un aparato de separación secundario, el aparato de separación secundario comprende

un recipiente tubular que tiene una entrada de tubo cuadrado y una salida de vapor, donde la salida de vapor está ubicada en la parte superior del recipiente tubular, y donde la entrada de tubo cuadrado es tangencial a un diámetro interior del recipiente tubular;

000042

un barril ubicado debajo del recipiente tubular; y

una válvula de cuchilla de doble aislamiento ubicada entre el recipiente tubular y el barril;

ubicar el aparato de separación secundario corriente abajo de un separador de ciclón, donde una corriente de gas y sólidos del separador de ciclón entra al recipiente tubular a través de la entrada de tubo cuadrado, y donde el gas y los sólidos se separan usando fuerza centrífuga, y donde los sólidos se recogen en el barril, y

ubicar el aparato de separación secundario corriente arriba de un recipiente de templado, donde el gas sale de la salida de vapor y sigue hacia el recipiente de templado.

5. El método de la Reivindicación 4, que comprende además remover el barril y vaciar los sólidos recogidos.

RESUMEN DE LA INVENCION

[000107] Se divulga un método, sistema y aparato para la separación en el procesamiento de materias primas. De acuerdo con una realización, un aparato comprende un recipiente tubular que tiene una entrada de tubo cuadrado y una salida de vapor, donde la salida de vapor está ubicada en la parte superior del recipiente tubular, y donde la entrada de tubo cuadrado es tangencial a un diámetro interior del recipiente tubular; un barril ubicado debajo del recipiente tubular; y una válvula de cuchilla de doble aislamiento ubicada entre el recipiente tubular y el barril, donde una corriente de gas y sólidos entra al recipiente tubular a través de la entrada de tubo cuadrado, y donde el gas y los sólidos se separaran usando fuerza centrífuga, y donde el gas sale por la salida de vapor y los sólidos se recogen en el barril.

[000108]

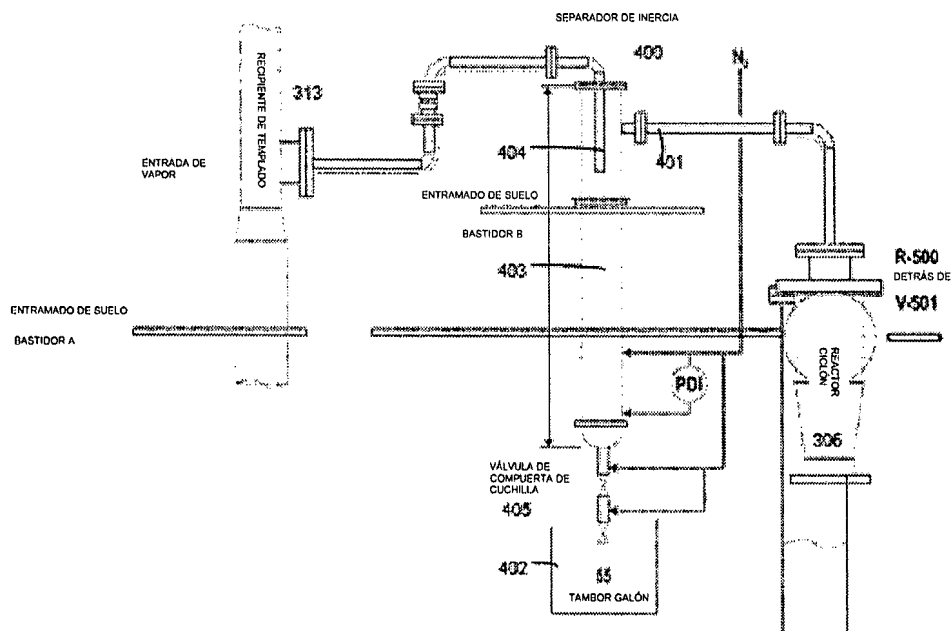


Fig. 4

000044

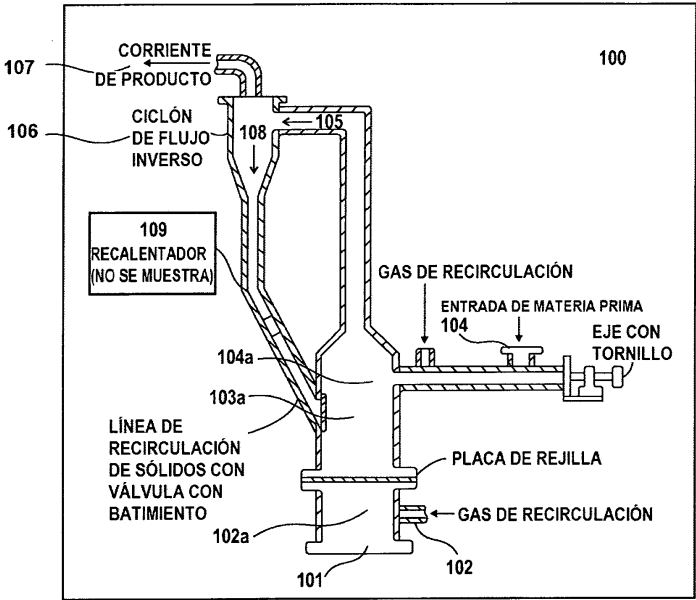


FIG. 1 TÉCNICA PREVIA

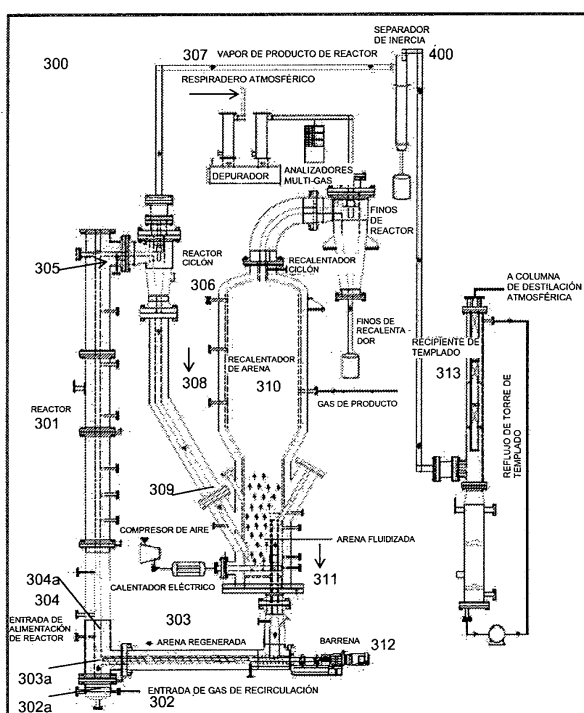
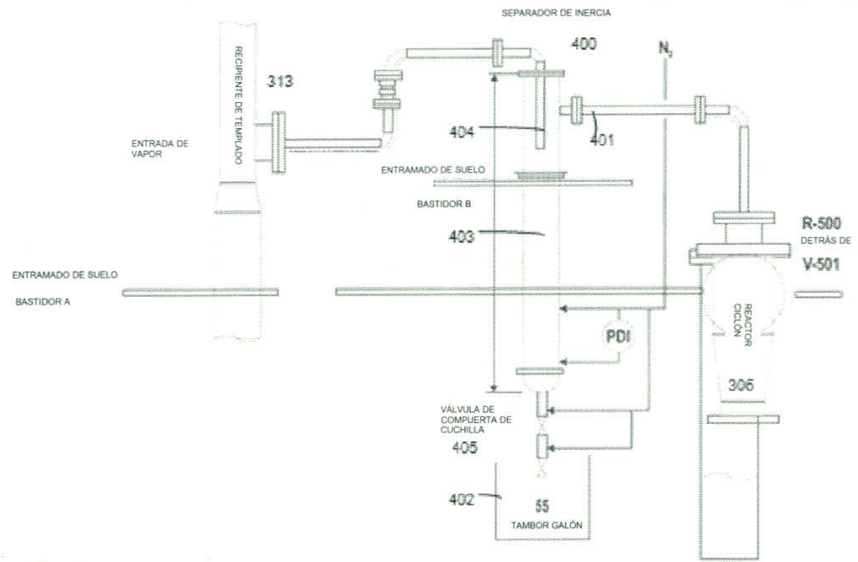


Fig. 3



000748

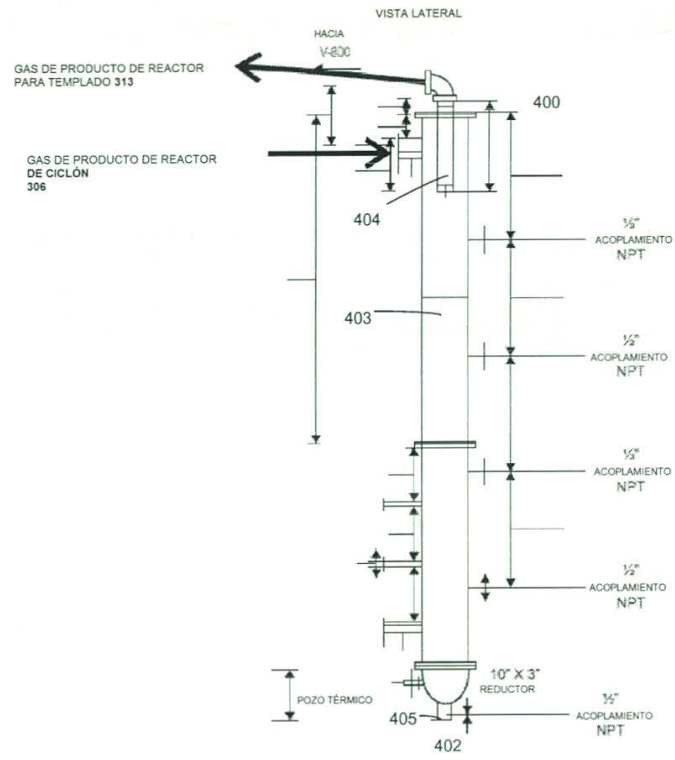


Fig. 5

000050

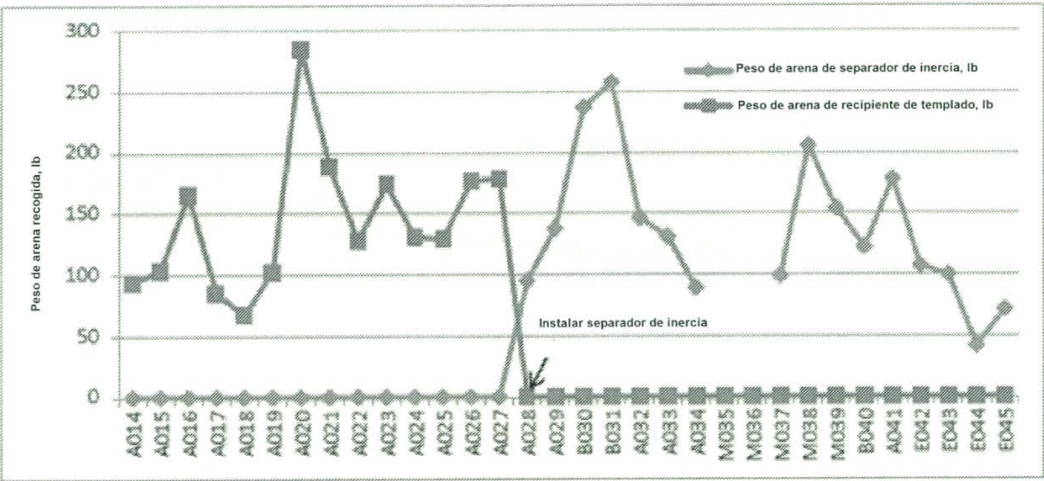


Fig. 6

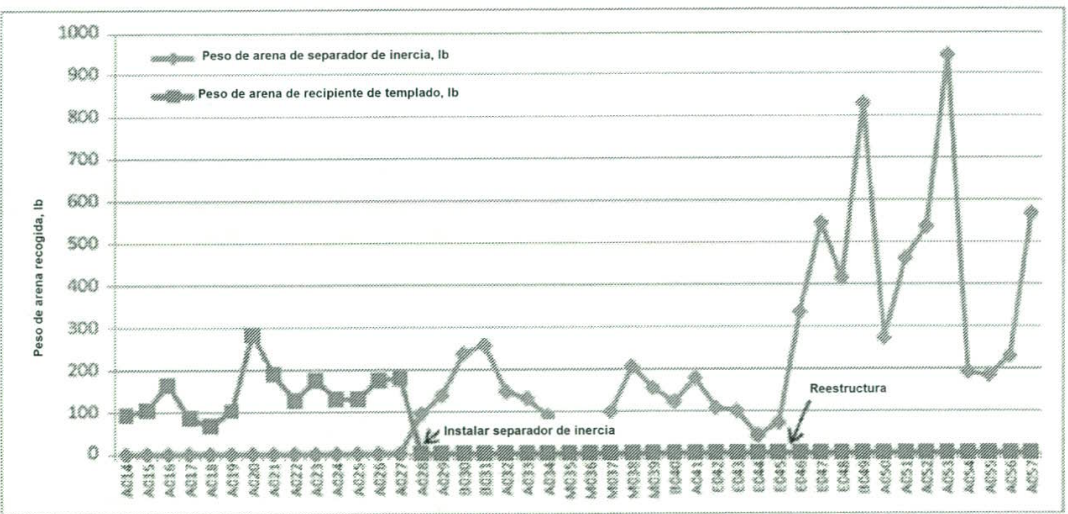


Fig. 7

000051

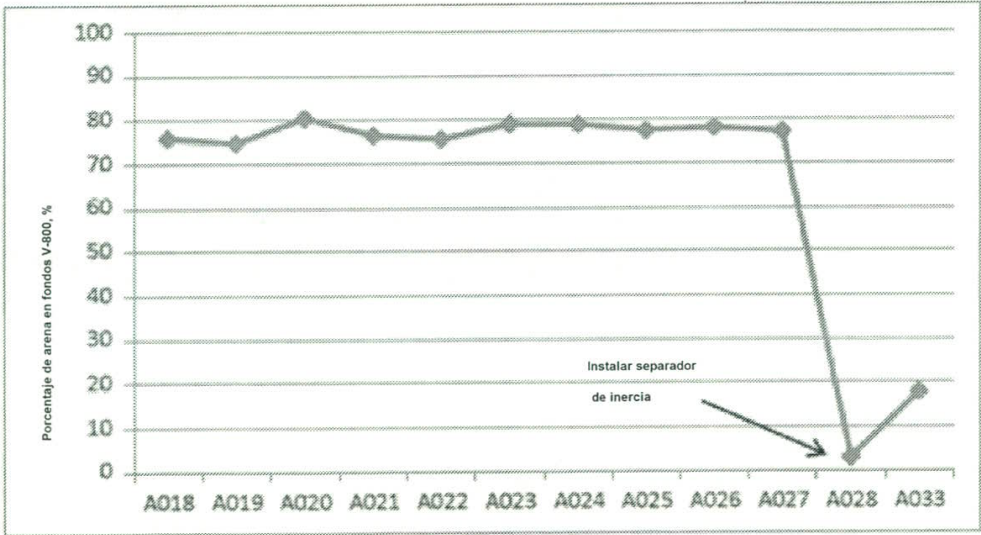


Fig. 8

0.0052

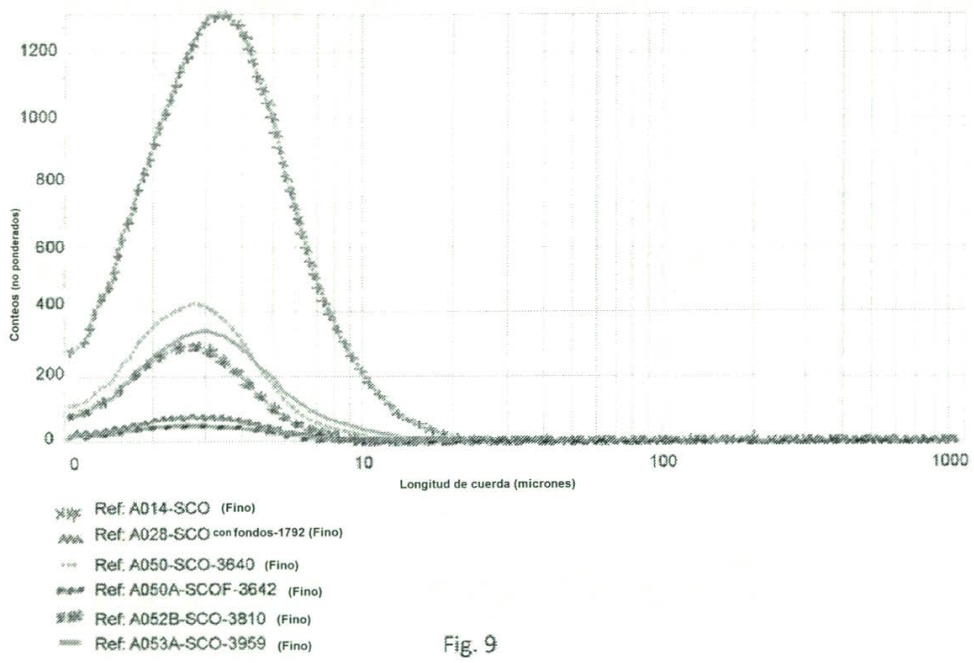
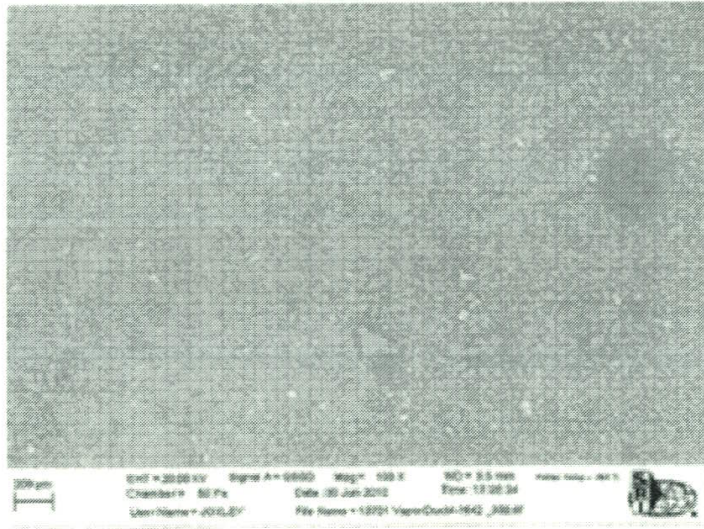


Fig. 9



11/22

PCT/US2011/068237

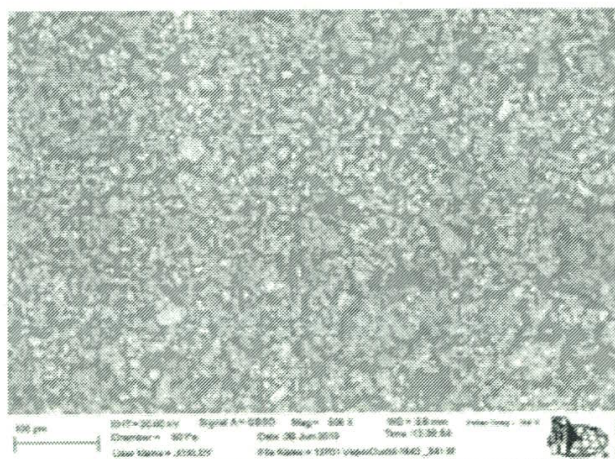


Fig. 11

000055

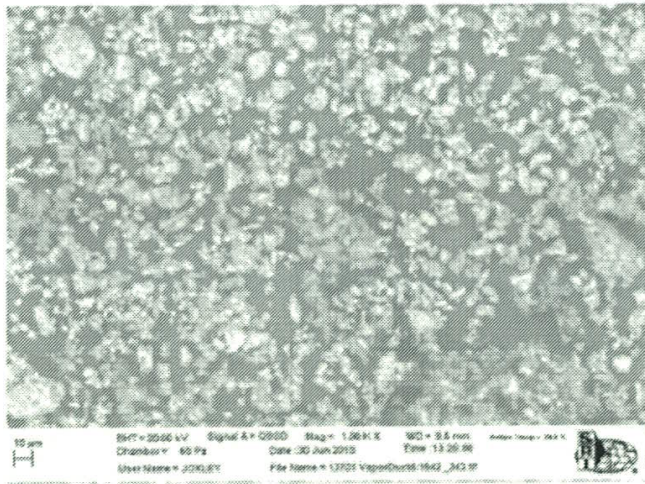


Fig. 12

000150

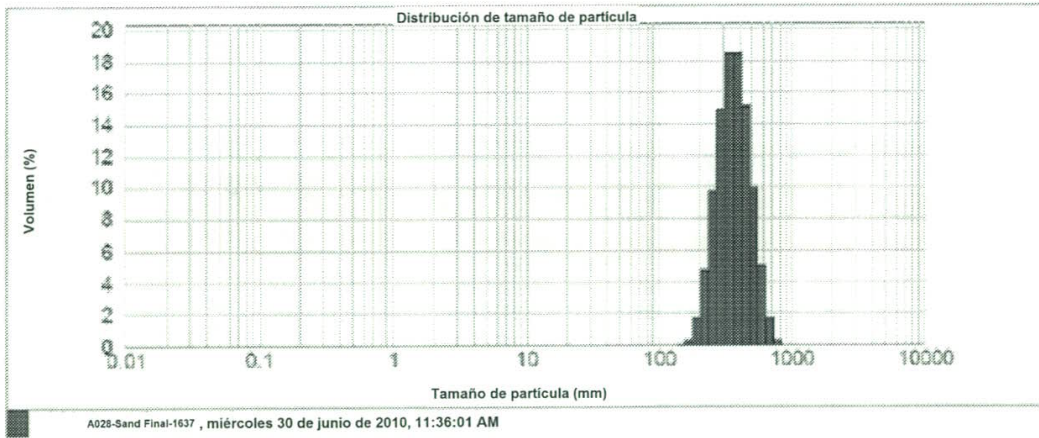


Fig. 13

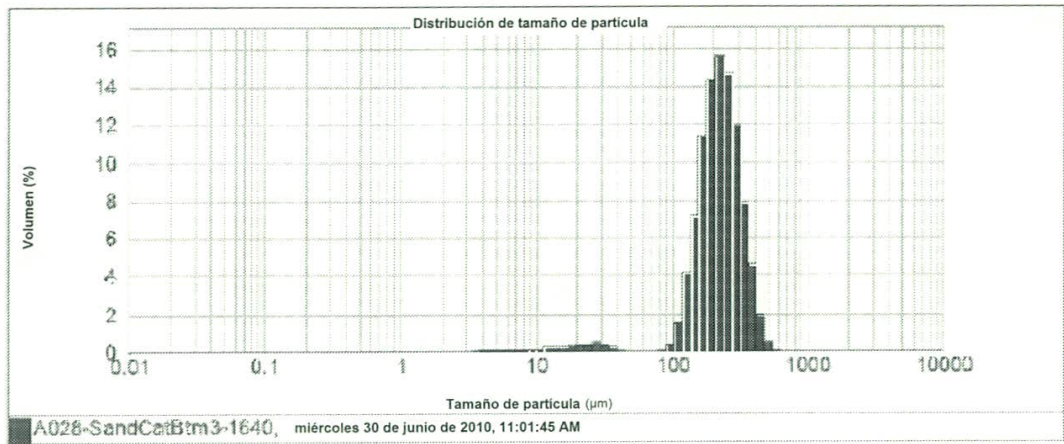


Fig. 14

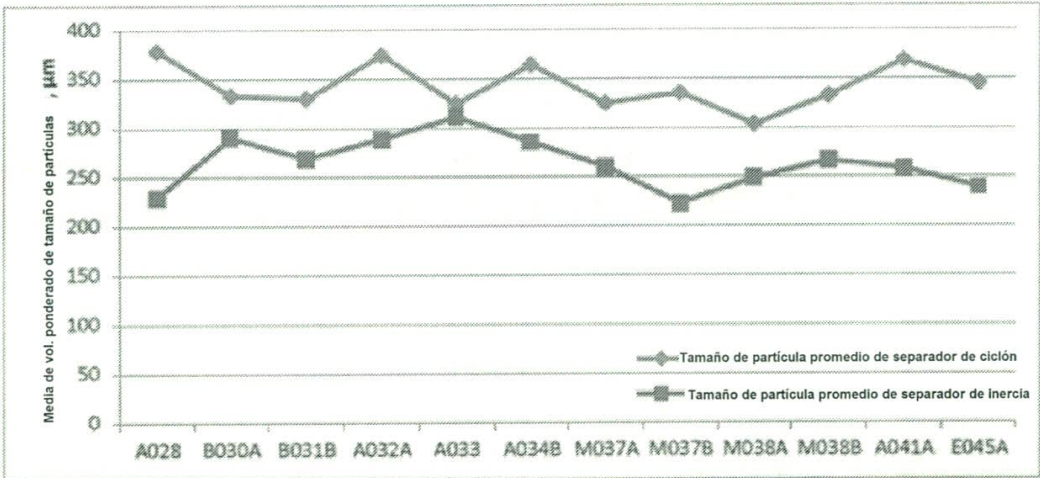


Fig. 15

000050

1600

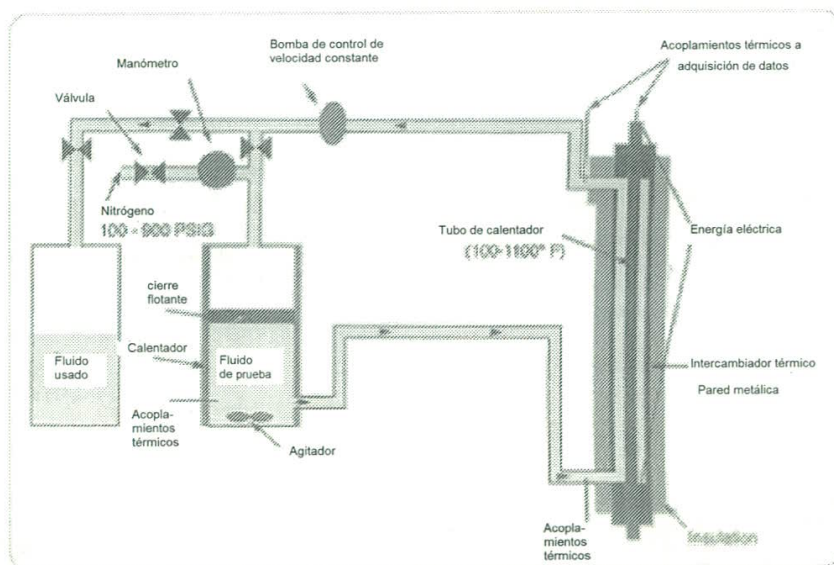


Fig. 16

006500

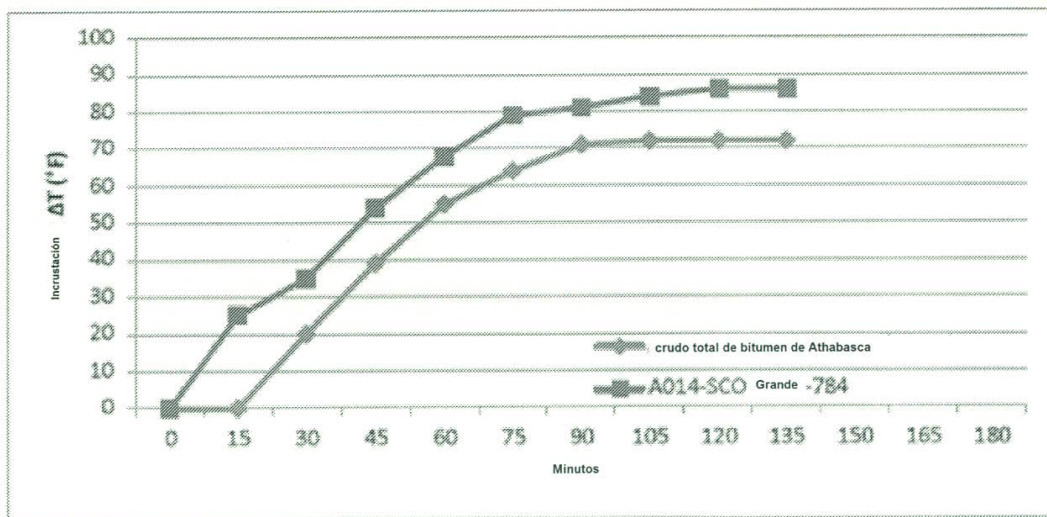


Fig. 17

000081

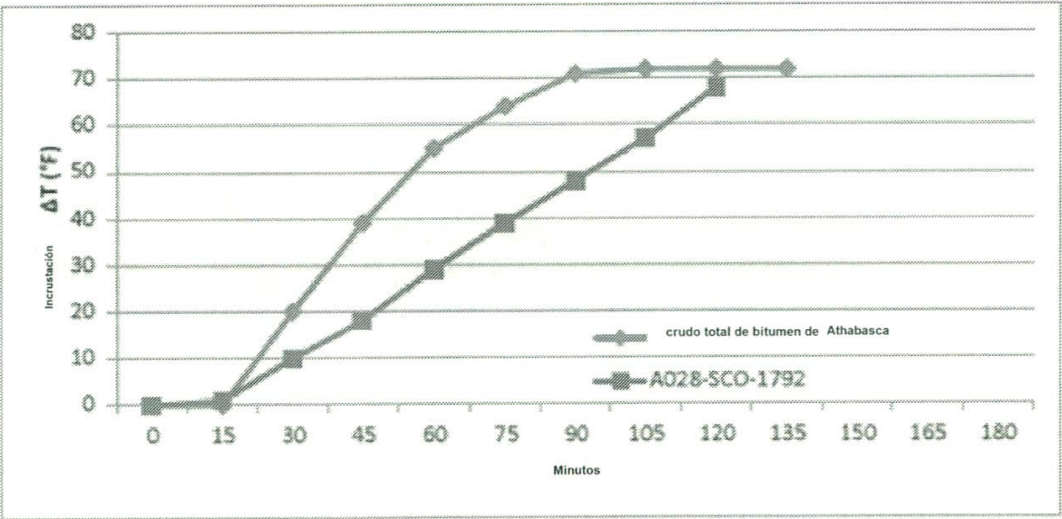


Fig. 18

000002

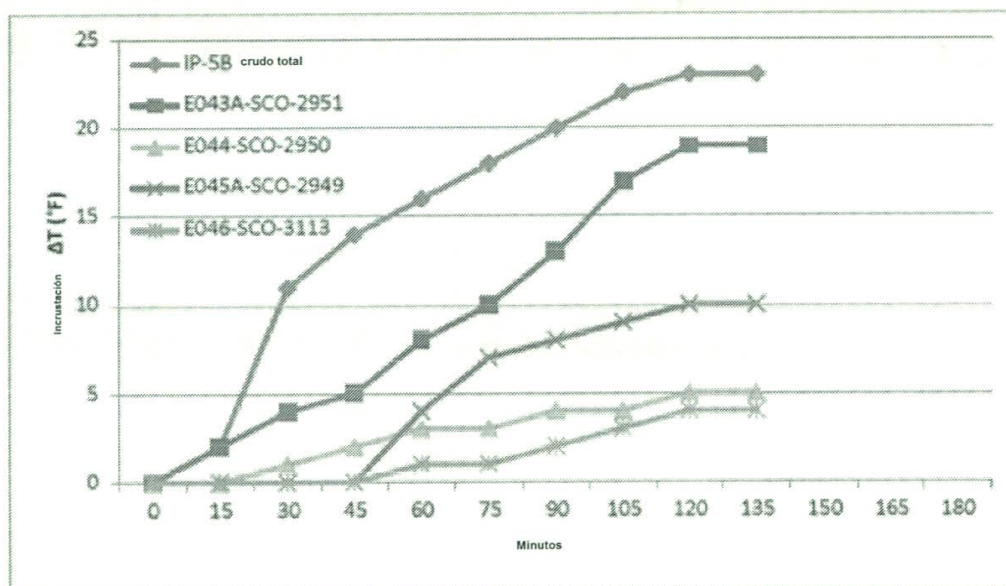


Fig. 19

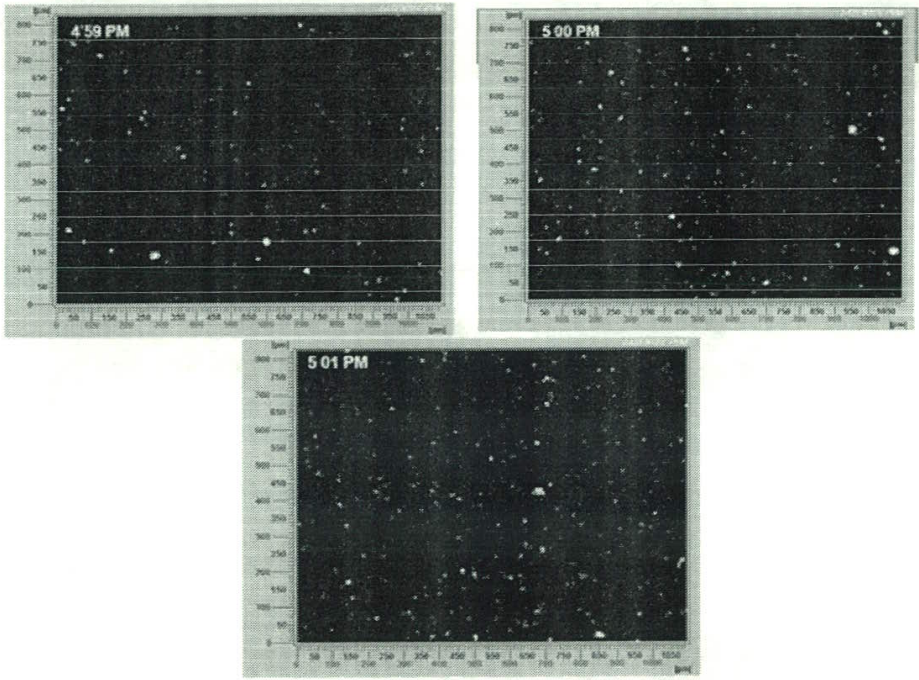


Fig. 20

000062

000085

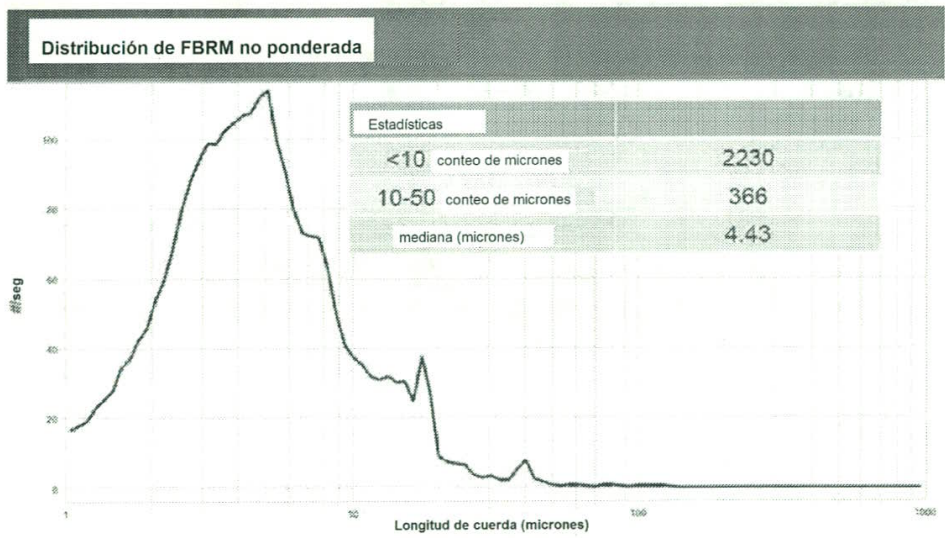


Fig. 21

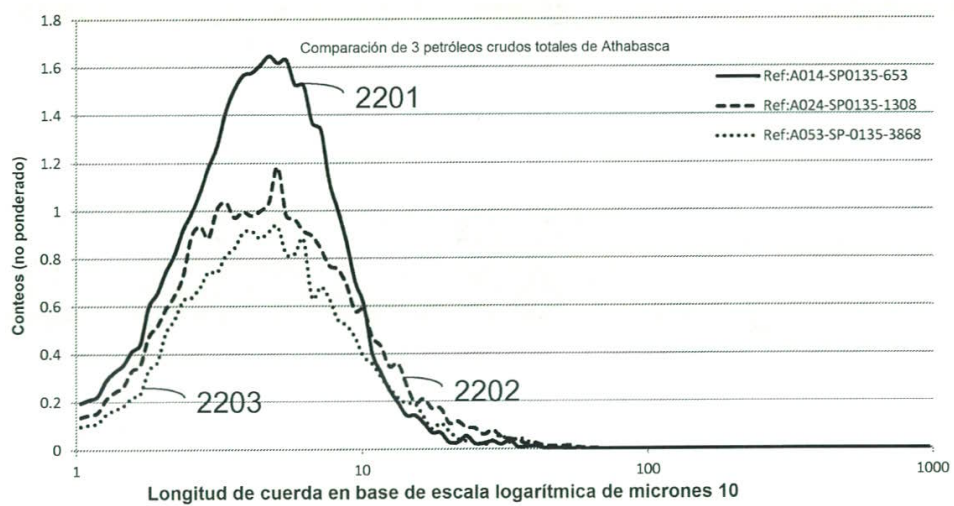


Fig. 22

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
5 July 2012 (05.07.2012)



(10) International Publication Number
WO 2012/092613 A2

(51) International Patent Classification:
B01D 45/16 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2011/068237

(22) International Filing Date:
30 December 2011 (30.12.2011)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
61/428,316 30 December 2010 (30.12.2010) US

(71) Applicant (for all designated States except US): **IVAN-HOE ENERGY INC.** [CA/CA]; Suite 654 - 999 Canada Place, Vancouver, British Columbia V6C 3E1 (CA).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **PAVEL, Stephen K.** [US/US]; 2103 Whispering Trails Dr., Kingwood, TX 77339 (US). **SILVERMAN, Michael A.** [US/US]; 1111 Bagby Street, Suite 2000, Houston, Texas 77002 (US). **KALOTA, Steven A.** [US/US]; 12 Lyra, Irvine, California 92603-5712 (US).

(74) Agents: **SHEAN, Mark J.** et al.; Orrick, Herrington & Sutcliffe LLP, 2050 Main Street, Suite 1100, Irvine, California 92614-8255 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

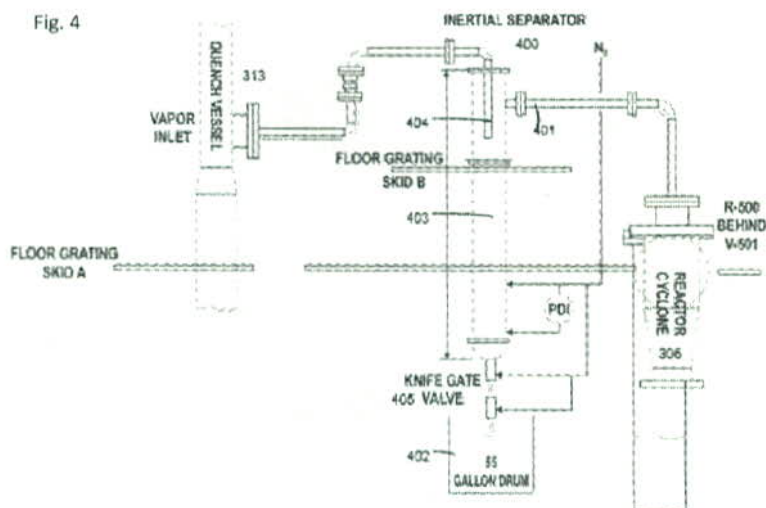
(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— without international search report and to be republished upon receipt of that report (Rule 48.2(g))

(54) Title: METHOD, SYSTEM, AND APPARATUS FOR SEPARATION IN PROCESSING OF FEEDSTOCKS

Fig. 4



(57) Abstract: A method, system, and apparatus for separation in processing of feedstocks are disclosed. According to one embodiment, an apparatus comprises a tubular vessel having a square pipe entry and a vapor outlet, wherein the vapor outlet is positioned at the top of the tubular vessel, and wherein the square pipe entry is tangential to an inner diameter of the tubular vessel; a barrel positioned below the tubular vessel; and a double isolation knife valve positioned between the tubular vessel and the barrel, wherein a stream of gas and solids enters the tubular vessel through the square pipe entry, and wherein the gas and solids are separated by using centrifugal force, and wherein the gas exits the vapor outlet and the solids are collected in the barrel.

WO 2012/092613 A2

000 167

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



RECIBO DE CAJA

No. 13 - 0063528

Bogotá D.C., Junio 27 de 2013 - 11:43:41

RECIBIDO DE : CLARKE MODET NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	559956051	27/06/2013	74.410.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	500.000.00	500.000.00
				\$500.000.00

SON: **QUINIENTOS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 13-155550-00000-0000
Fecha: 2013-07-02 15:14:35 Dep. 2020 DIR. NUEVASCR
Tra. 11 PATENTE IYII Eve. 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios. 68

000068

2-3847

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Junio 27 de 2013 - 11:43:59



No. 13-155550- -00000-0000

Fecha: 2013-07-02 15:14:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI)
Act. 411 PRESENTACION Folios: 68

PATENTE DE INVENCION ☐

MODEL

☐	Indicación que se solicita una pater
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐