

Clarke, Modet & C^o

COLOMBIA

P-3845

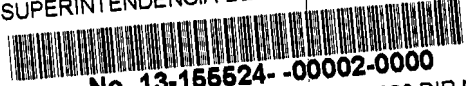
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E.

S.

D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-155524-00002-0000

Fecha: 2013-09-16 15:01:23

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYII

Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 444 RESPUESTAREQUE

Folios: 97

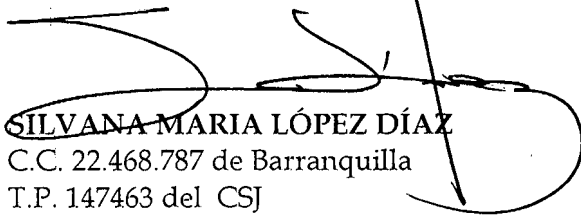
Ref.: Expediente No. 13-155524
Solicitud de patente a nombre de
IVANHOE ENERGY INC.

Yo, SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ, identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53, piso 6, obrando como apoderada de la sociedad IVANHOE ENERGY INC., en respuesta al oficio No.12216 notificado por fijación en lista el día 16 de julio de 2013, solicitante de la patente de la referencia, atentamente me permito presentar:

1. Documento de poder de la sociedad IVANHOE ENERGY INC.
2. Documentos mediante los cuales se hace constar la cesión del derecho de la patente otorgado por los inventores a favor de mi mandante, la sociedad IVANHOE ENERGY INC., con su respectiva traducción del inglés al español.
3. Contenido técnico de la solicitud con las unidades exigidas en el Sistema Internacional (SI).

Espero con esto haber dado cabal cumplimiento a lo solicitado por ese despacho y de conformidad con lo indicado en los artículos 3º, inciso 3, 35 inciso 2 y 59 inciso 2 del CCA, al analizar este memorial, atentamente ruego se traten todas las cuestiones planteadas con motivo del mismo.

Señor Superintendente Delegado,


SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ
C.C. 22.468.787 de Barranquilla
T.P. 147463 del CSJ
notificaciones@clarkemodet.com.co

1/97

-OTTONELLO PIERO, nacido en Génova (Ge) el 14 de junio de 1979, residente en Génova (Ge), Via Teodoro Monferrato 22/8;

-GARBERO MIRKO, nacido en Asti (At) el 27 de noviembre de 1976, residente en Turín (To), Via San Paolo No. 6;

-Ingeniero GIORDANO DARIO, nacido en Alessandria (Al) el 10 de febrero de 1964, domiciliado por su encargo en Tortona (Al), Calle Ribrocca No. 11, como consejero de administración con facultades de delegación de la sociedad "CHEMTEX ITALIA S.p.A.", con sede en Tortona (Al), Calle Ribrocca No. 11, Código Fiscal: 04740320967, investido de los poderes de firma en el presente documento, en virtud del Estatuto Social vigente.

Tortona, Via Seminario cívico Número cuatro, el quince de diciembre de dos mil once.

Firma ilegible. Dos sellos circulares de Cola Maria Paola de Giuseppe - Notaria en Tortona.

Décima página, texto en italiano:

"APOSTILLE"

(Convención de la Haya del 5 de octubre de 1961)

1. PAÍS: ITALIA
2. Este acto público fue firmado por: MARIA PAOLA COLA
3. En su calidad de: NOTARIA
4. Tiene el sello /timbre de: COLA MARIA PAOLA DE GIUSEPPE – NOTARIA EN TORTONA

CERTIFICADO

5. En: Tortona
6. El 2 de enero de 2012
7. Por el Procurador de la República – Dr. Bruno Rapetti
8. Número: 3/2012.
9. Sello - timbre: Dos Sellos circulares de la Procuraduría de la República – Tortona.
10. Firma: Firma ilegible. Sello del Procurador de la República – Bruno Rapetti.

Laudra Cardona
Firma ilegible
Sello del Procurador de la República

14

2

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: *United States of America*

This public document

2. has been signed by *Micheline Gauthier*

3. acting in the capacity of *Consular Program Officer*

4. bears the seal/stamp of *the Embassy of Canada at Washington, D.C.*

Certified

5. at Washington, D.C.

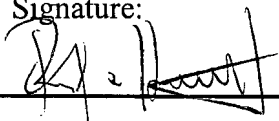
6. the *twenty-third of August, 2013*

7. by *Assistant Authentication Officer, United States Department of State*

8. No. *13049271-2*

9. Seal/Stamp:

10. Signature:


Patrick O. Hatchett

THE DEPARTMENT OF FOREIGN AFFAIRS AND INTERNATIONAL
TRADE CANADA HAS DULY AUTHENTICATED THE FOREGOING
SIGNATURE OF:

LE MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES ET
COMMERCE INTERNATIONAL CANADA A DULY
AUTHENTICATED THE SIGNATURE OF:

AUTHENTICATED FOR THE DEPUTY
MINISTER OF FOREIGN AFFAIRS BY:

AUTHENTICÉ POUR LE SOUS-MINISTRE
DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES PAR:

Carrera 11 N° 80-53 Piso 6 Bogotá Colombia

7 Anne Pelletier

Yo (nosotros), abajo firmante(s)

Clarke, Modet & C^o
COLOMBIA

COLOMBIA

(57 1) 6181088 Fax: (57 1) 6350824 Email: info@clarkemodet.com.co

POWER OF ATTORNEY

I (we), the undersigned

Mary Vincelli

legal representative(s) of

IVANHOE ENERGY INC.

an organization existing under the laws of

en mi (nuestro) carácter de representante(s) legales de

IVANHOE ENERGY INC.

una sociedad organizada y existente de acuerdo con las leyes de

y en actual cumplimiento de su objeto social, con domicilio en **Suite 654 - 999 Canada Place; Vancouver, British Columbia V6C 3E1, Canada.**

and in present execution of its business activity, domiciled at **Suite 654 - 999 Canada Place; Vancouver, British Columbia V6C 3E1, CANADA**

por el presente instrumento confiero (conferimos) poder especial a favor de **SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ**, con Cédula de Ciudadanía No. 22.468.787 de Barranquilla, y tp. 147463 y/o **CAROLINA MERCEDES DAZA MONTALVO**, con Cédula de Ciudadanía No. 66.783.790 de Palmira Valle, y tp. 141563 con domicilio en Bogotá, Colombia, para que actuando en su orden en nombre del (de la) otorgante le (la) representen ante cualquier entidad, autoridad y/o persona, especialmente ante las del orden Administrativo, Contencioso Administrativo, Judicial, Tribunales de Arbitramento y/o cualquier otro en lo referente a los siguientes asuntos:

do hereby grant POWER OF ATTORNEY to **SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ**, identification card No. 22.468.787 of Barranquilla, and tp. 147463 and/or **CAROLINA MERCEDES DAZA MONTALVO**, identification card No. 66.783.790 of Palmira Valle, and tp. 141563 residing in Bogotá Colombia, to act in the order of their appointment in behalf of grantor; before any entity, authority and/or natural or juridical person, specially before those Administrative, Administrative-Contentious, Judicial, arbitration courts, and/or any other, in all matters concerning the following:

"METHOD, SYSTEM, AND APPARATUS FOR LIFT GAS DISTRIBUTION"

- 1) Solicitar, tramitar, obtener y/o registrar cualquiera de las modalidades de Propiedad Industrial, tales como: patentes de invención, modelos de utilidad; diseños industriales, variedades vegetales; marcas, lemas, nombres y enseñanzas comerciales y denominaciones de origen; así como sus renovaciones, prórrogas, transferencias, cambios de nombre y/o domicilio, contratos y licencias.
- 2) Solicitar, tramitar, obtener y/o registrar derechos de autor, en cualquiera de sus presentaciones así como la protección de secretos industriales y know-how.
- 3) Solicitar, tramitar, obtener y/o registrar registros sanitarios, permisos y/o licencias de funcionamiento; así como sus renovaciones o prórrogas, transferencias, cambios de nombre y/o domicilio, contratos y licencias.
- 4) Ejercer acciones de oposición, observación, reclamos, reconsideración, reposición, apelación, cancelación administrativa o judicial, nulidad, protección al consumidor, concesión de licencias, protección de secretos industriales y demás acciones y recursos relacionados con derechos derivados de los asuntos arriba indicados y en contra de la competencia desleal, acciones derivadas de la obtención o explotación de licencias, acciones de indemnización de perjuicios. También podrá(n) intervenir en juicios civiles, comerciales, penales, contencioso-administrativos, tutelas y de policía; en acciones o juicios promovidos por el (la) mandante o en contra el (ella).
- 5) Registrar nombres de dominio ante la entidad competente.
- 6) En el ejercicio de este mandato los mandatarios arriba mencionados quedan facultados para: conciliar, cancelar, transigir, comprometer en árbitros, desistir, recibir y tomar posesión de la cosa objeto de litigio y renunciar o desistir a derechos concedidos o en curso de concesión, admitir los hechos del proceso.
- 7) Ratificar o no la agencia oficiosa.
- 8) Así mismo faculto (facultamos) a los mencionados apoderados para recibir notificaciones y designar apoderados judiciales o extrajudiciales, sustituir el presente poder y revocar las sustituciones que hicieren.

- 1) To apply, process, obtain and/or register any of the modalities of Industrial Property, such as: Patents of Invention, Utility Models; Designs, plant varieties; Marks, Slogans, Trade Names and emblems and appellations of Origin; as well as their renewals, assignments, changes of name and/or domicile, agreements and licenses.
- 2) To apply, process, obtain and/or register copyrights of any kind as well as protection of industrial secrets or know-how.
- 3) To apply, process, obtain and/or register sanitary registrations, operating authorizations and/or licenses; as well as their renewals or assignments, changes of name and/or domicile, agreements and licenses.
- 4) To bring actions of opposition, observations, claims, reconsideration, appeal or legal remedies, cancellations, nullity, protection to the consumer, granting of licenses, protection of trade secrets and other actions related with rights derived from the above-mentioned matters and against the unfair competition, actions resulting from the obtaining or exploitation of licenses, recovering damages actions. They can also intervene or participate in Civil, Commercial, Criminal or Contentious-Administrative Trials; the actions for writ mandamus, police actions; in actions, lawsuits or litigations instituted by the grantor or against him.
- 5) To register domain names before the competent entity.
- 6) To the effect of this mandate the above-named proxy are empowered to: conciliate, cancel, settle, submit to arbitration, withdraw and to receive and take possession of the litigation related object and waive or renounce the rights granted or in process of granting, admit the facts of the case.
- 7) To ratify or not the officious agency.
- 8) I (we) hereby appoint the afore mentioned attorneys with powers to receive notifications and to designate judicial and extrajudicial attorneys, substitute this Power of Attorney and to revoke such substitutions.

Dado y firmado en

a los días de

Granted and signed at **Vancouver, BC, Canada**

on this **7th** day of **August** of **2013**

Firma / signature

TAYLOR J. LITTLE
BARRISTER & SOLICITOR

STIKEMAN ELLIOTT LLP 18153.4014-CC

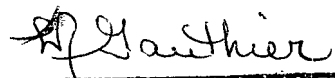
SUITE 1700 PARK PLACE 666 BARRARD STREET

VANCOUVER, BRITISH COLUMBIA, CANADA

V6C 2X8 (604) 631-1300

OHSUSA:754098072.1

CERTIFIED AT THE CANADIAN EMBASSY
FOR LEGALIZATION OF THE FOREGOING
SIGNATURE OF: ANNE PELLETIER
CERTIFIE A L'AMBASSADE DU CANADA
AUX FINS DE LEGALISER LA SIGNATURE
CI-DESSUS DE:



MICHELINE GAUTHIER

Consular Program Officer

Canadian Embassy/Ambassade du Canada
Washington, D.C.

(K. remette C010

A 7426637

THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office

July 08, 2013

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED IS A TRUE COPY FROM THE
RECORDS OF THIS OFFICE OF A DOCUMENT RECORDED ON
MAY 8, 2012.By Authority of the
Under Secretary of Commerce for Intellectual Property
and Director of the United States Patent and Trademark OfficeT. LAWRENCE
Certifying Officer

PATENT ASSIGNMENT

Electronic Version v1.1
Stylesheet Version v1.1

SUBMISSION TYPE:	NEW ASSIGNMENT										
NATURE OF CONVEYANCE:	ASSIGNMENT										
CONVEYING PARTY DATA											
<table border="1"><thead><tr><th>Name</th><th>Execution Date</th></tr></thead><tbody><tr><td>Stephen K Pavel</td><td>05/04/2012</td></tr><tr><td>Michael A Silverman</td><td>05/04/2012</td></tr><tr><td>Steven A Kalota</td><td>05/04/2012</td></tr></tbody></table>		Name	Execution Date	Stephen K Pavel	05/04/2012	Michael A Silverman	05/04/2012	Steven A Kalota	05/04/2012		
Name	Execution Date										
Stephen K Pavel	05/04/2012										
Michael A Silverman	05/04/2012										
Steven A Kalota	05/04/2012										
RECEIVING PARTY DATA											
<table border="1"><tr><td>Name:</td><td>Ivanhoe Energy, Inc.</td></tr><tr><td>Street Address:</td><td>654-999 Canada Place</td></tr><tr><td>City:</td><td>Vancouver, British Columbia</td></tr><tr><td>State/Country:</td><td>CANADA</td></tr><tr><td>Postal Code:</td><td>V6C 3E1</td></tr></table>		Name:	Ivanhoe Energy, Inc.	Street Address:	654-999 Canada Place	City:	Vancouver, British Columbia	State/Country:	CANADA	Postal Code:	V6C 3E1
Name:	Ivanhoe Energy, Inc.										
Street Address:	654-999 Canada Place										
City:	Vancouver, British Columbia										
State/Country:	CANADA										
Postal Code:	V6C 3E1										
PROPERTY NUMBERS Total: 1											
<table border="1"><thead><tr><th>Property Type</th><th>Number</th></tr></thead><tbody><tr><td>Application Number:</td><td>13340569</td></tr></tbody></table>		Property Type	Number	Application Number:	13340569						
Property Type	Number										
Application Number:	13340569										
CORRESPONDENCE DATA											
Fax Number: (949)567-6710											
Phone: 949-567-6700											
Email: ipprosecution@orrick.com											
<i>Correspondence will be sent to the e-mail address first; if that is unsuccessful, it will be sent via US Mail.</i>											
Correspondent Name: Mark J. Shean											
Address Line 1: 2050 Main Street											
Address Line 2: Suite 1100											
Address Line 4: Irvine, CALIFORNIA 92614											
ATTORNEY DOCKET NUMBER:	18153.4014										
NAME OF SUBMITTER:	Mark J. Shean										
Total Attachments: 5											

501913764

PATENT
REEL: 028174 FRAME: 0551

CH \$40.00 13340569

6

source=4014#page1.tif
source=4014#page2.tif
source=4014#page3.tif
source=4014#page4.tif
source=4014#page5.tif

PATENT
REEL: 028174 FRAME: 0552

7

ASSIGNMENT

WHEREAS, We, Stephen K. Pavel, a citizen of The United States of America, residing at 2103 Whispering Trails Drive, Kingwood, Texas 77339, Michael A. Silverman, a citizen of The United States of America, residing at 1327 Ashland Street, Texas 77008, and Steven A. Kalots, a citizen of The United States of America, residing at 12 Lyra, Irvine, California, 92603 (hereinafter referred to as "ASSIGNORS"), have invented and own a certain invention entitled "METHOD, SYSTEM, AND APPARATUS FOR LIFT GAS DISTRIBUTION" for which a provisional application was filed on 12/29/2010 and assigned Serial No. 61/428,122, and a utility application entitled was filed on 12/29/2011 and assigned Serial No. 13/340,569 and;

WHEREAS, Ivanhoe Energy, Inc., a corporation organized and existing under and by virtue of the laws of Canada and having its principal place of business at 654-999 Canada Place, Vancouver, British Columbia V6C 3E1, Canada (hereinafter referred to as "ASSIGNEE"), is desirous of acquiring the exclusive right, title and interest in, to and under said invention and in, to and under any Patent or similar legal protection to be obtained therefor in the United States of America, its territorial possessions and in any and all countries foreign thereto.

NOW, THEREFORE, for good and valuable consideration, the receipt of which is hereby acknowledged, ASSIGNORS hereby sell, assign, transfer and set over unto the said ASSIGNEE, its successors and assigns, the full and exclusive right, title and interest to said invention and to all Letters Patent or application or similar legal protection, not only in the United States and its territorial possessions, but in all countries foreign thereto to be obtained for said invention by said application, and to any continuation, division, renewal, substitute or reissue thereof or any legal equivalent thereof in the United States or a foreign country for the full term or terms for which the

C:\Users\sp\Documents\Utility Assignment- 4014.doc

PATENT
REEL: 028174 FRAME: 0553

same may be granted, including all priority rights under the International Convention; and
ASSIGNORS hereby authorize and request the Commissioner of Patents and Trademarks to issue
said Letters Patent or any legal equivalent thereof to said ASSIGNEE, its successors and assigns, in
accordance with this Assignment.

ASSIGNORS hereby covenant that no assignment, sale, agreement or encumbrance has been
or will be made or entered into which would conflict with this Agreement;

ASSIGNORS further covenant that ASSIGNEE will, upon its request, be provided promptly
with all pertinent facts and documents relating to said application, said invention and said Letters
Patent and legal equivalents as may be known and accessible to ASSIGNORS and will testify as to
the same in any interference or litigation related thereto and will promptly execute and deliver to
ASSIGNEE or its legal representative any and all papers, instruments or affidavits required to apply
for, obtain, maintain, issue and enforce said application, said invention and said Letters Patent and
said equivalents in the United States or in any foreign country, which may be necessary or desirable
to carry out the purposes thereof.

WITNESS my hand at Houston, Harris County, TX on this 11th day of May, 2012.
(81)

Stephen K. Pavel
Stephen K. Pavel

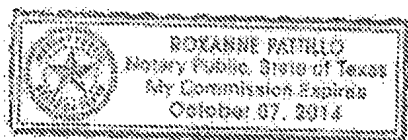
STATE OF Texas)
COUNTY OF Harris) ss

On May 4, 2012 before me, Roxanne Pattillo, personally appeared "Stephen K. Pavel", proved to me on the basis of satisfactory evidence to be the person whose name is subscribed to the within instrument and acknowledged to me that he executed the same in his authorized capacity, and that by his signature on the instrument the person, or the entity upon behalf of which the person acted, executed the instrument.

Texas cpc
I certify under Penalty of Perjury under the laws of the State of California that the foregoing paragraph is true and correct.

WITNESS my hand and official seal.

Roxanne Pattillo
Notary Public in and for said County and State



WITNESS my hand at Houston, Harris County, TX this 4th day of May, 2012. (RP)

Michael A. Silverman
Michael A. Silverman

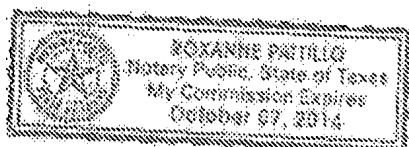
STATE OF Texas)
COUNTY OF HARRIS) ss

On May 4, 2012 before me, Roxanne Pattillo, personally appeared "Michael A. Silverman", proved to me on the basis of satisfactory evidence to be the person whose name is subscribed to the within instrument and acknowledged to me that he executed the same in his authorized capacity, and that by his signature on the instrument the person, or the entity upon behalf of which the person acted, executed the instrument.

I certify under Penalty of Perjury under the laws of the State of Texas that the foregoing paragraph is true and correct. (RP)

WITNESS my hand and official seal.

Roxanne Pattillo
Notary Public in and for said County and State



WITNESS my hand at Houston, Harris County, Texas a this 14th day of May, 2012.
(RP)

Steven A. Kalota
Steven A. Kalota

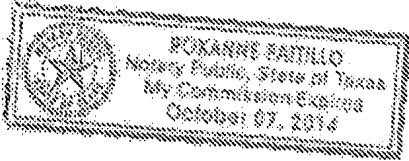
STATE OF Texas)
COUNTY OF HARRIS) ss

On May 4th, 2012 before me, Roxanne Pattillo, personally appeared "Steven A. Kalota", proved to me on the basis of satisfactory evidence to be the person whose name is subscribed to the within instrument and acknowledged to me that he executed the same in his authorized capacity, and that by his signature on the instrument the person, or the entity upon behalf of which the person acted, executed the instrument.

I certify under Penalty of Perjury under the laws of the State of Texas that the foregoing paragraph is true and correct.
(RP)

WITNESS my hand and official seal.

Roxanne Pattillo
Notary Public in and for said County and State



Revisado!!

2

BOGOTA D.C. JULIO 30, 2013

TRADUCCION POR TRADUCTOR E INTERPRETE OFICIAL
(VERIFIQUE ANTES DE PROCEDER)

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

A TODOS A QUIENES LA PRESENTE LLEGUE:
DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE ESTADOS UNIDOS
Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de Estados Unidos

JULIO 08, 2013

EL PRESENTE ES PARA CERTIFICAR QUE LO ANEXO ES COPIA AUTENTICA DE
LOS REGISTROS DE ESTA OFICINA DE UN DOCUMENTO REGISTRADO EN MAYO
08, 2012.

Por Autoridad de
Subsecretario de Comercio para Propiedad Intelectual
Y Director de la Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de Estados Unidos

(HAY FIRMA)
T. LAWRENCE
Oficial Certificador

(HAY SELLO) DEPARTAMENTO DE COMERCIO, OFICINA DE PATENTES Y MARCAS
COMERCIALES.



2

501913764

05-08-2012

CESION DE PATENTE

Versión Electrónica: v.1.1

Versión estilo de hoja: v.1.1

TIPO DE PRESENTACION	NUEVA CESION
NATURALEZA DE LA CESION	CESION

INFORMACION DE LA PARTE CEDENTE		
NOMBRE		FECHA DE FIRMA
STEPHEN K. PAVEL		05-04-2012
MICHAEL A. SILVERMAN		05-04-2012
STEVEN A KALOTA		05-04-2012
INFORMACION DEL CESIONARIO		
Nombre	IVANHOE ENERGY INC	
Direccion -calle	654-999 CANADA PLACE	
Ciudad	VANCOUVER, COLUMBIA BRITANICA	
Estado/País	CANADA	
Area postal	V6C 3E1	
NUMERO DE PROPIEDADES total: 1		
Tipo de Propiedad	Número	
Solicitud Número	13340569	
INFORMACION DE CORRESPONDENCIA		
Fax Número	(949) 567-6710	



Teléfono	949-567-6700
Email	ipprosecultion@orrick.com
La correspondencia será enviada por correo Americano cuando por fax no tenga éxito.	
Nombre del corresponsal	Mark J. Shean
Dirección línea 1	2050 Main Street
Dirección línea 2	Suite 1100
Dirección línea 4	Irvine, CALIFORNIA 92614
NR DE DOCKET DEL APODERADO	18153.4014
NOMBRE DEL PRESENTADOR	Mark J. Shean
Total Anexos: 5 fuente = 4014#page1.tif fuente = 4014#page2tif fuente = 4014#page3if fuente = 4014#page4tif fuente = 4014#page5tif	
501913764	PATENTE REEL: 028174 FRAME: 0551



Patente
18153-4014

CESION

EN TANTO QUE, Nosotros, **Stephen K. Pavel**, ciudadano de los Estados Unidos de América, residente en 2103 Whispering Trails Drive, Kingwood, Texas, 77339; **Michael A Silverman**, ciudadano de los Estados Unidos de América, residente en 1327 Ashland Street, Texas, 77008; y **Steven A Kalota**, ciudadano de los Estados Unidos de América, residente en 12 Lyra, Irvine, California 92603 (en adelante mencionados como "CEDENTES"), hemos inventado y poseemos cierto invento titulado **METODO, SISTEMA Y APARATO PARA LEVANTE DE DISTRIBUCION DE GAS" (METHOD, SYSTEM AND APPARATUS FOR LIFT GAS DISTRIBUTION)** para el cual una solicitud provisional fue radicada en 12-29-2010 y se asignó la serie número 61/428,122, y una solicitud de utilidad con derecho fue radicada en 12-29-2011 que se le asignó en número de serie 13/340,569, y;

EN TANTO QUE **Ivanhoe Energy Inc.**, una corporación organizada y existiendo bajo y en virtud de las leyes de Canadá, con su oficina principal de negocios localizada en 654-999 Canada Place, Vancouver, Columbia Británica V6C 3E1, Canadá, (en adelante denominado el CESIONARIO), desea adquirir el derecho exclusivo, título e interés en, para y bajo dicho invento, y en para y bajo cualquier Patente o protección similar a ser obtenida sobre la misma en los Estados Unidos de América, sus posesiones territoriales y en cualquiera y todos los países extranjeros.

AHORA POR LO TANTO, por buena y valiosa compensación cuyo recibo en con la presente reconocido, los Cedentes han vendido, cedido y transferido, y con la presente venden y transfieren a dicho Cesionario, sus sucesores y cesionarios todo su derecho, título e interés en y para dicho invento y todos los Certificados de



Patente o solicitud o protección legal similar, no solamente en los Estados Unidos y sus posesiones territoriales, sino también en todos los países extranjeros a ser obtenidos sobre dicho invento mediante dicha solicitud, y para cualquier continuación, división, renovación, sustitución o reemisión de las mismas o cualquier equivalente legal para las mismas en los Estados Unidos o un país extranjero por todo el término o términos para los cuales sean conferidas, incluyendo todos los derechos de prioridad bajo la Convención Internacional; y los CEDENTES con la presente autorizan y solicitan al Comisionado de Patentes y Marcas Comerciales expedir los Certificados de Patente o cualquier equivalente de los mismos a dicho CESIONARIO, sus sucesores y cesionarios en concordancia con esta Cesión.

Los CEDENTES con la presente convienen que ninguna cesión, venta, o enajenación ha sido hecha ni se hará que pueda entrar en conflicto con esta Cesión;

Los CEDENTES también convienen que al CESIONARIO, a su solicitud, se le proveerá prontamente con hechos y documentos relacionados con la solicitud, dicho invento y dichos Certificados de Patente que sean conocidos y accesibles para los CEDENTES y testificarán en cuanto a los mismos en cualquier interferencia o litigación en relación con los mismos y firmarán y entregarán prontamente al CESIONARIO o a sus representantes legales cualquiera y todos los documentos, instrumentos y declaraciones que sean requeridos para solicitar, obtener, mantener, expedir y aplicar dicha solicitud, dicho invento y los Certificados de Patente y sus equivalentes en los Estados Unidos y en cualquier país extranjero, que sean necesarios o deseables para el cumplimiento del propósito de los mismos.



6

EN FE DE LO CUAL, firmo en HOUSTON, CONDADO DE HARRIS, TEXAS, hoy
MAYO 04, 2012.

(HAY FIRMA)
Stephen K. Pavel

ESTADO DE TEXAS
CONDADO DE HARRIS

Con fecha **MAYO 04, 2012**, ante mi, **ROXANNE PATTILLO** personalmente compareció **Stephen K. Pavel** quien comprobó ante mi con base en evidencia satisfactoria ser la persona cuya firma está en el instrumento que antecede y reconoció que él firmó el mismo en su capacidad autorizada, y que mediante su firma en el instrumento, la persona o la entidad en cuyo nombre la persona actuó, firmó el instrumento.

Certifico bajo la Pena de Falsedad bajo las leyes del Estado de Texas que el párrafo que antecede es cierto y correcto.

En fe de lo cual firmo y sello.

(FIRMADO Y SELLADO)
**ROXANNE PATTILLO, NOTARIO PUBLICO ESTADO DE TEXAS, MI COMISION
EXPIRA OCTUBRE 07, 2014.**

EN FE DE LO CUAL, firmo en HOUSTON, CONDADO DE HARRIS, TEXAS, hoy
MAYO 04, 2012.

(HAY FIRMA)
Michael Silverman

ESTADO DE TEXAS
CONDADO DE HARRIS



7

Con fecha **MAYO 04, 2012**, ante mi, **ROXANNE PATTILLO** personalmente compareció **Michael Silverman** quien comprobó ante mi con base en evidencia satisfactoria ser la persona cuya firma está en el instrumento que antecede y reconoció que él firmó el mismo en su capacidad autorizada, y que mediante su firma en el instrumento, la persona o la entidad en cuyo nombre la persona actuó, firmó el instrumento.

Certifico bajo la Pena de Falsedad bajo las leyes del Estado de Texas que el párrafo que antecede es cierto y correcto.

En fe de lo cual firmo y sello.

(FIRMADO Y SELLADO)

ROXANNE PATTILLO, NOTARIO PUBLICO ESTADO DE TEXAS, MI COMISION EXPIRA OCTUBRE 07, 2014.

EN FE DE LO CUAL, firmo en **HOUSTON, CONDADO DE HARRIS, TEXAS**, hoy **MAYO 04, 2012**.

(HAY FIRMA)

Steven A. Kalota

ESTADO DE TEXAS
CONDADO DE HARRIS

Con fecha **MAYO 04, 2012**, ante mi, **ROXANNE PATTILLO** personalmente compareció **Steven A. Kalota** quien comprobó ante mi con base en evidencia satisfactoria ser la persona cuya firma está en el instrumento que antecede y reconoció que él firmó el mismo en su capacidad autorizada, y que mediante su firma en el instrumento, la persona o la entidad en cuyo nombre la persona actuó, firmó el instrumento.



8

Certifico bajo la Pena de Falsedad bajo las leyes del Estado de Texas que el
parágrafo que antecede es cierto y correcto.

En fe de lo cual firmo y sello.

(FIRMADO Y SELLADO)

ROXANNE PATTILLO, NOTARIO PUBLICO ESTADO DE TEXAS, MI COMISION
EXPIRA OCTUBRE 07, 2014.

REGISTRADO: 05-08-2012.

PATENTE. REEL 028174 FRAME: 0557

CERTIFICADO DE AUTENTICIDAD: El suscrito Traductor e Intérprete Oficial juramentado, debidamente
registrado ante el Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, con el presente certifica que esta es una
traducción al Idioma Castellano, del documento en Inglés anexo para verificación. Cualquier
reproducción anula la traducción, firma y sello.

TRAINING AND EDUCATION SERVICES

Carrera 15 Nr. 99-13 Oficina 411.

Tel. (57 1) 623 2925 Fax (57 1) 218 2308. treseser1@yahoo.com

Bogotá - Colombia

FIDEL ANTONIO MURCIA MURCIA

Traductor e Interprete Oficial

Resolución No. 488/94 Ministerio de Justicia

Fidel Murcia



MÉTODO, SISTEMA Y APARATO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE GAS DE ELEVACIÓN

[0001] La presente solicitud reivindica el beneficio y la prioridad de la Solicitud provisional estadounidense N° de serie 61/428,122, con el título "LIFT GAS DISTRIBUTOR FOR IMPROVED PRODUCT DISTILLATE API," ["DISTRIBUIDOR DE GAS DE ELEVACIÓN PARA DESTILADO DE PRODUCTO API MEJORADO,"] presentada el 29 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 al procesamiento térmico rápido de materia prima de petróleo viscoso. Más específicamente, la presente invención se refiere a un montaje de distribuidor de gas de elevación mejorado para distribuir gas de elevación en el procesamiento térmico rápido para mejorar materias primas pesadas viscosas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0003] Los recursos de bitumen y petróleo pesado contribuyen a la disminución de la producción de petróleo crudo ligero y medios convencionales y la producción a partir de estos recursos aumenta a un ritmo constante. Los oleoductos no pueden manipular el petróleo crudo 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 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 manejar materias primas tanto diluidas como mejoradas.

[0004] Varias materias primas de hidrocarburo pesado también se caracterizan por comprender cantidades considerables de BS&W (sedimento de fondo y agua).

Dichas materias primas no son adecuadas para el transporte por oleoductos o la 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 son transportables por oleoducto, y aquellas que comprenden mayores cantidades de BS&W requieren algún grado de procesamiento o tratamiento para reducir el contenido de BS&W antes de su 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 operativo. Por ende, existe la necesidad en la técnica de un método eficaz para mejorar la materia prima que tiene un contenido considerable de BS&W antes de su transporte o procesamiento adicional de la materia prima.

[0005] 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 reemplazar 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.

11

11

11

11

11

11

11

SUMARIO DE LA INVENCION

[0006] Se divulga un método, sistema y aparato para la distribución de gas de elevación. De acuerdo con una realización, un distribuidor de gas de elevación comprende una placa que tiene una superficie y una parte inferior, la placa tiene un primer diámetro; una sección central de la placa que tiene un segundo diámetro, donde el primer diámetro es mayor que el segundo diámetro; una cantidad predeterminada de agujeros que tienen un tercer diámetro perforados en la superficie de la placa, los agujeros perforados en un ángulo, los agujeros distribuidos uniformemente en la sección central; y múltiples tubos soldados sobre la parte inferior de la placa, cada tubo tiene una longitud predeterminada, donde cada tubo está soldado sobre cada agujero. El gas de elevación pasa a través de los tubos y agujeros hacia dentro de un reactor.

[0007] 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 que siguen. 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

[0008] 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.

[0009] La **Figura 1** ilustra un diseño de reactor de la técnica previa.

[00010] La **Figura 2** ilustra un ejemplo de diseño de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización.

[00011] La **Figura 3A** ilustra un ejemplo de configuración de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización.

[00012] La **Figura 3B** ilustra un ejemplo de configuración de agujero de placa de distribuidor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización.

[00013] La **Figura 4** ilustra una placa de distribuidor de la técnica previa.

[00014] La **Figura 5** ilustra un ejemplo de visualización CFD de velocidades de flujo de gas de elevación en un reactor que tiene una placa de distribuidor de acuerdo con la **Figura 4**, de acuerdo con una realización.

[00015] La **Figura 6** ilustra el movimiento de partículas en un ejemplo de diseño de reactor que tiene una placa de distribuidor de acuerdo con la **Figura 4**, de acuerdo con una realización.

[00016] La **Figura 7** ilustra un ejemplo de realización de una placa de distribuidor mejorada para su uso con el presente sistema.

[00017] La **Figura 8** ilustra otro ejemplo de realización de una placa de distribuidor mejorada para su uso con el presente sistema.

[00018] La **Figura 9** ilustra un ejemplo de visualización CFD de velocidades de flujo de gas de elevación en un reactor que tiene una placa de distribuidor de acuerdo con la **Figura 8**, de acuerdo con una realización.

[00019] La **Figura 10** ilustra el movimiento de partículas en un ejemplo de diseño de reactor que tiene una placa de distribuidor de acuerdo con la **Figura 8**, de acuerdo con una realización.

[00020] La **Figura 11** ilustra otro ejemplo de realización de una placa de distribuidor mejorada para su uso con el presente sistema.

[00021] La **Figura 12** ilustra otro ejemplo de realización de una placa de distribuidor mejorada para su uso con el presente sistema.

[00022] 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

[00023] Se divulga un método, sistema y aparato para la distribución de gas de elevación. De acuerdo con una realización, un distribuidor de gas de elevación comprende una placa que tiene una superficie y una parte inferior, la placa tiene un primer diámetro; una sección central de la placa que tiene un segundo diámetro, donde el primer diámetro es mayor que el segundo diámetro; una cantidad predeterminada de agujeros que tienen un tercer diámetro perforados en la superficie de la placa, los agujeros perforados en un ángulo, los agujeros distribuidos uniformemente en la sección central; y múltiples tubos soldados sobre la parte inferior de la placa, cada tubo tiene una longitud predeterminada, donde cada tubo está soldado sobre cada agujero. El gas de elevación pasa a través de los tubos y agujeros hacia dentro de un reactor.

[00024] La presente divulgación proporciona un montaje de distribuidor o aparato que es capaz de propulsar y distribuir el gas de elevación hacia dentro de un reactor sin los defectos asociados con los métodos y aparatos de la técnica previa, y un método para su uso. El objetivo del reactor es convertir una materia prima 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. 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 hidro craqueo, 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 12/046,363 y 09/958,261, incorporadas a la presente en su totalidad mediante esta referencia.

[00025] 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 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 objetivo de la placa de distribución (placa de distribuidor) de gas de elevación es proporcionar el régimen de flujo de gas óptimo que facilita la mezcla de alimentación y portador de calor sólido.

[00026] "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, la materia prima puede comprender cantidades considerables de BS&W (sedimento de fondo y agua) por ejemplo, de modo no taxativo, un contenido de BS&W mayor de 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, 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.

[00027] 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 del 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 más separación de productos 107. La corriente de sólidos 108 ingresa a un sistema de recalentamiento 109 (el sistema de recalentamiento 109 no se describe en la figura pero la inclusión en el sistema la apreciará 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.

[00028] La **Figura 2** ilustra un ejemplo de diseño de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización. De manera similar al reactor de la técnica previa 100 ilustrado 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 200 en un punto levemente mayor 203a. Se introduce líquido de alimentación del reactor 204 en 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 más separación de productos 207. Los sólidos vuelven a ingresar en el sistema de reactor 208, el portador de calor sólido se regenera y luego una sección lateral transporta 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.

[00029] El desempeño del diseño de reactor de la técnica previa 100 ilustrado en la **Figura 1** se puede evaluar mediante propiedades que indican la eficacia de una configuración particular del equipo. Las propiedades ilustran la distribución del

material de alimentación en productos tanto deseables como menos deseables, así como propiedades físicas del producto final. Los productos resultantes deseables incluyen cualquier líquido de hidrocarburo que permanece del proceso de craqueo térmico, debido a que el líquido se puede recuperar para mezclarse en el producto final o quizás volver a procesarse. Mientras tanto, se usa coque y gas producidos a partir del proceso para generar vapor para la recuperación de petróleo o electricidad, según la ubicación y se tasan al precio del gas natural.

[00030] Una configuración que usa el diseño de la técnica previa 100 que procesó materia prima de bitumen de Athabasca incluyó la temperatura del reactor establecida a 525 °C (temperatura de funcionamiento típica), contenido de vanadio crudo total de bitumen de Athabasca: 209 ppm, contenido de vanadio de producto de ejecución de bitumen de Athabasca: 88 ppm, contenido de níquel crudo total de bitumen de Athabasca: 86 ppm, y contenido de níquel de producto de ejecución de bitumen de Athabasca: 24 ppm. La **Tabla 1** resume las propiedades obtenidas.

API	Rendimiento líquido (% en peso)	Viscosidad a 40°C (cm ² /s)	Remoción de vanadio (% en peso)	Remoción de níquel (% en peso)
12,9	74,4	2,01	68,7	79,2

Tabla 1: Propiedades de ejecución de bitumen de Athabasca de diseño de reactor de la técnica previa a 525 °C.

[00031] Las propiedades que se muestran en la **Tabla 1** sirven como una línea de base para comparaciones de diseño en toda la presente divulgación, con énfasis en la placa de distribuidor de gas de elevación.

[00032] La **Figura 3A** ilustra un ejemplo de configuración de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización. El reactor 301 es un recipiente tubular vertical que tiene un extremo superior 301b y un extremo inferior 301a. El gas de producto reciclado (gas de elevación) 302 se diseña para ingresar en el reactor en un punto mínimo 302a desde la parte más inferior 301a. El portador de calor sólido regenerado 303 ingresa en el reactor 301 en una posición levemente mayor 303a, y finalmente la alimentación de petróleo pesado 304 ingresa en el reactor 301 en un punto 304a por encima de la entrada del portador de calor sólido 303a.

[00033] El gas de elevación sale primero de la tubería hacia la caja de viento 305, una estructura cilíndrica corta con un cuenco inferior construido directamente por debajo del reactor tubular 301. De acuerdo con una realización, el cilindro de caja de viento 305 abarca un diámetro de 35,56 centímetros y se conecta mediante bridas 307 y 308 a la parte inferior 301a del reactor tubular 301, que tiene 10,16 centímetros de diámetro. Una placa de distribuidor 306 está ubicada entre el fondo del reactor 301a y la caja de viento 305 y se mantiene unida por las bridas 307 y 308. A medida que el gas de elevación 302 sale de la caja de viento 305, pasa a través de la placa de distribuidor 306 y hacia dentro del reactor 301 de 10,16

32

centímetros de diámetro. Finalmente, el objetivo de la placa de distribuidor 306 es modificar las características de flujo del gas de elevación 302 que ingresa al reactor 301, a través de diferentes configuraciones de agujeros en la placa de distribuidor 301.

[00034] La **Figura 3B** ilustra un ejemplo de configuración de agujero de placa de distribuidor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización. Una placa de distribuidor 340 tiene un diámetro 370 de dP , con una sección central 360 que tiene un diámetro 380 de d . La sección central 360 incluye un conteo de n agujeros 350, y cada agujero 350 tiene un diámetro de agujero de D . La sección central 360 se fabrica usando un tamaño nominal de broca de B , y tiene un área total de agujero de A . La placa de distribuidor 340 se diseña de acuerdo con las especificaciones de la configuración del reactor, por ende la placa 340 es circular y tiene un diámetro dP mayor que un diámetro de la caja de viento (pero lo suficientemente pequeño como para entrar dentro de los pernos de brida). Los agujeros 350 en el área central 360 de la placa se ajustan a un contorno establecido por el diámetro del reactor (por ej., un diámetro de 10,16 cm).

[00035] La **Figura 4** ilustra una placa de distribuidor de la técnica previa. La placa de distribuidor 400 es una placa de acero inoxidable circular que tiene un espesor de 0,635 centímetros y un diámetro dP 45.72 cm. La placa de distribuidor 400 se fabrica según una plantilla de la placa de distribuidor representada en la Figura 3B. Una sección central 460 del distribuidor 400 tiene un conteo de 185 agujeros (450) con un diámetro uniforme D de 0,15 cm. Cada agujero 450 se perfora perpendicular (ángulo de 90°) a la superficie de placa y se extiende en un patrón de rejilla que se asemeja a un octágono regular. Los 185 agujeros (450), que tienen un área total de agujero A de $3,24 \text{ cm}^2$, están concentrados dentro de un círculo de unidad que tiene

un diámetro d de 6,55 cm, que se encuentra dentro de un contorno de 10,16 cm de diámetro del reactor, de acuerdo con una realización.

[00036] Con la alta cantidad de pequeños agujeros en un diseño de rejilla, el diseño de distribuidor 400 crea un flujo de gas disperso y uniforme con tasa y velocidad de flujo de masa moderada a través de cada agujero 450. El diseño de distribuidor 400 no dirige el gas de elevación hacia el reactor; a medida que el gas de elevación sale de los diversos agujeros del distribuidor no hay impulso direccional, ya que el gas de elevación se enlentece y se distribuye en toda dirección a medida que sale del distribuidor.

[00037] Un método para evaluar el desempeño de una placa de distribuidor de reactor es determinar la velocidad superficial de la corriente de gas de elevación que sale de los agujeros de la placa de distribuidor. La velocidad superficial depende del flujo volumétrico de gas de elevación hacia dentro del reactor, el tamaño de los agujeros de la placa de distribuidor, así como también la cantidad total de agujeros.

[00038] Según las especificaciones detalladas en la **Figura 4**, el área transversal de un agujero 450 en el distribuidor 400 se calcula del siguiente modo:

[00039] D = diámetro del agujero = $(0,15 \text{ cm}) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,0015 \text{ m}$

[00040] C_A = área transversal de agujero = $\pi \times (D/2)^2$

[00041] $= \pi \times (0,0015 \text{ m})^2 \div 4 = 0,000001756 \text{ m}^2$.

[00042] Al saber la tasa de flujo volumétrico de gas de elevación, la velocidad superficial del gas de elevación que sale a través de uno de los 185 agujeros 450 se calcula del siguiente modo:

[00043] $F = 0,7929 \text{ m}^3/\text{min}$

[00044] D = diámetro del agujero = $0,0015 \text{ cm}$

[00045] n = cantidad de agujeros = 185

[00046] V_s = velocidad superficial de gas de elevación de un agujero = $F \div (n \times D)$

[00047] $= (0,7929 \text{ m}^3/\text{min}) \div (185 \times 0,000001756 \text{ m}^2) \div (60 \text{ s}/\text{min}) = 40,54 \text{ m/s}$.

[00048] Por lo tanto, un ejemplo de velocidad superficial de gas de elevación descargado desde un agujero del distribuidor 400 es 40,54 m/s. La importancia de la velocidad del gas de elevación a través de un agujero es el efecto duradero de la corriente de gas de ese agujero. Para una corriente de gas con una baja velocidad inicial, el impulso de la corriente de gas se disiparía más rápido que una corriente de gas con una velocidad inicial más alta. La pérdida de impulso se equipara con la reducción de utilidad del gas de elevación para transportar el portador de calor sólido fluidizado.

[00049] Otro método para evaluar el desempeño de una placa de distribuidor de reactor es evaluar su capacidad de proporcionar una distribución de gas de elevación adecuada al reactor que facilite la mezcla de alimentación del reactor y portador de calor sólido fluidizado. Tal como es muestra en la **Figura 3**, el gas de elevación 302 se libera dentro del reactor en un punto mínimo 302a, seguido por el portador de calor sólido 303 a un punto superior 303a, y finalmente la alimentación del reactor 304 en el punto máximo 304a. El rol del gas de elevación es facilitar el movimiento ascendente del portador de calor sólido fluidizado hacia el punto de liberación de la alimentación del reactor, a medida que el portador de calor sólido caliente ingresa en el reactor desde la salida de barrena.

[00050] El gas de elevación influye en el flujo de portador de calor sólido fluidizado de dos formas. En primer lugar, el flujo de gas de elevación del fondo del reactor crea una zona de alta presión en el fondo del reactor, en relación a la parte superior del reactor. En virtud de la diferencia de presión, el flujo del portador de calor sólido fluidizado hacia el reactor se ve favorecido. En segundo lugar, la vía de flujo de gas de elevación, según el diseño de la placa de distribuidor, cruza el punto de entrada del portador de calor sólido y dirige físicamente el portador de calor sólido fluidizado

dentro de su vía de flujo hacia el punto de entrada de alimentación del reactor. Para visualizar la vía de flujo del gas de elevación, se usa software de dinámica computacional de fluidos (CFD).

[00051] La **Figura 5** ilustra un ejemplo de visualización CFD de velocidades de flujo de gas de elevación en un reactor que tiene una placa de distribuidor de acuerdo con la **Figura 4**, de acuerdo con una realización. Según la leyenda, los grises más claros indican una zona de mayor velocidad para el gas de elevación en el reactor. Tal como se muestra en la **Figura 5**, una velocidad uniforme resulta entre 4 y 10 m/s cerca del fondo del reactor cuando se usa una placa de distribuidor 400 de acuerdo con la **Figura 4**, y la vía de flujo continúa ascendiendo más allá del punto de entrada de alimentación entre 2 y 4 m/s. Por lo tanto, desde el punto de entrada del portador de calor sólido hasta el punto de entrada de la alimentación del reactor, existe un flujo neto ascendente de gas de elevación que dirige hacia arriba al portador de calor sólido hacia la entrada de alimentación del reactor (zona de mezcla de alimentación).

[00052] El software CFD también permite la visualización del flujo de partículas de portador de calor sólido, según los regímenes de flujo de gas de elevación creados por la placa de distribuidor 400. La **Figura 6** ilustra el movimiento de partículas en un ejemplo de diseño de reactor que tiene una placa de distribuidor de acuerdo con la **Figura 4**, de acuerdo con una realización. El movimiento de partículas se rastrea en los primeros 10 segundos luego de que las partículas ingresan en el reactor, según las condiciones del reactor estándar y el flujo de gas de elevación. Según la leyenda, cuanto más claro es el gris, más tiempo se capturó la partícula en el diagrama. Una gran parte de las partículas rastreadas se desplazó directamente hacia el reactor tan pronto como ingresaron en el reactor. El resto de las partículas

continúa dando vueltas alrededor de la parte más baja del reactor. Con la placa de distribuidor 400 de acuerdo con la **Figura 4**, la mayoría del portador de calor sólido se desplaza de forma ascendente en una vía relativamente recta, a través de la entrada de alimentación del reactor, y hacia la parte superior del reactor en un corto tiempo de permanencia. Difícilmente alguna partícula llegue al fondo del reactor, debido a la amplia y uniforme cobertura del fondo del reactor por los agujeros 450 del distribuidor 400.

[00053] Según la visualización de CFD, la placa de distribuidor 400 es capaz de crear un régimen de flujo de gas de elevación que ayude al flujo de portador de calor sólido fluidizado a ingresar a la zona de mezcla de alimentación del reactor. En la práctica, se sabe que una multitud de pequeños agujeros provoca que pequeñas burbujas creadas por el gas de elevación en el portador de calor sólido se fundan en burbujas más grandes, causando vacíos en vez de regímenes de flujo en pistón para un contacto de alimentación eficaz.

[00054] La **Figura 7** ilustra un ejemplo de realización de una placa de distribuidor 700 mejorada para su uso con el presente sistema. En un ejemplo de contorno de 10,16 cm de diámetro (d , 780), el distribuidor 700 contiene 11 (n) agujeros 750 extendidos en un patrón de estrella de cinco puntas en una sección central 760 de la placa 740. Cada agujero 750 se perfora perpendicular (ángulo de 90°) a la superficie 760 de la placa, con un tamaño uniforme de 0,635 cm de diámetro (D) para cada agujero 750. Con la menor cantidad de agujeros grandes, la placa de distribuidor 700 pretende crear corrientes de gas en el fondo del reactor con mayor velocidad y vía de flujo más amplia.

[00055] Según las especificaciones detalladas en la **Figura 7**, el área transversal de un agujero 750 en la placa de distribuidor 700 se puede calcular del siguiente modo:

[00056] $D = \text{diámetro del agujero} = (0,635 \text{ cm}) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,00635 \text{ m}$

[00057] $C_A = \text{área transversal de agujero} = \pi \times (D/2)^2$

[00058] $= \pi \times (0,00635 \text{ m})^2 \div 4 = 0,0000316 \text{ m}^2$.

[00059] Al saber la tasa de flujo volumétrico de gas de elevación, la velocidad superficial del gas de elevación que sale a través de uno de los 11 agujeros 750 se puede calcular del siguiente modo:

[00060] $F = 0,7929 \text{ m}^3/\text{min}$

[00061] $D = \text{diámetro del agujero} = 0,0064 \text{ m}$

[00062] $n = \text{cantidad de agujeros} = 11$

[00063] $V_s = \text{velocidad superficial de gas de elevación de un agujero} = F \div (n \times D)$

[00064] $= (0,7929 \text{ m}^3/\text{min}) \div (11 \times 0,0000316 \text{ m}^2) \div (60 \text{ s}/\text{min}) = 38,1 \text{ m/s}$.

[00065] Por lo tanto, un ejemplo de velocidad superficial de gas de elevación descargado desde un agujero 750 del distribuidor 700 es 38,1 m/s.

[00066] La **Figura 8** ilustra otro ejemplo de realización de una placa de distribuidor 800 mejorada para su uso con el presente sistema. En un ejemplo de contorno de 10,16 cm de diámetro (d , 880), el distribuidor 800 contiene 11 (n) agujeros 850 extendidos en un patrón de estrella de cinco puntas en una sección central 860 de la placa 840. Cada agujero 850 se perforó perpendicular (ángulo de 90°) a la superficie 860 de la placa, con un tamaño uniforme de 0,635 cm de diámetro (D) para cada agujero 850. En una parte inferior 890 (mirando hacia abajo y dentro de la caja de aire) del distribuidor 800, las varillas de metal de acero inoxidable (tubos) 895 que tienen una longitud L cada una de 10,16 cm se sueldan sobre cada uno de los 11 agujeros 850. Los tubos 895 tienen un conducto agujero para permitir que el gas de elevación se desplace a través de estos. Por lo tanto, la distancia que el gas de elevación debe desplazarse entre la salida de la caja de aire y la entrada del reactor es 10,16 cm (L) a través de los tubos 895, y 0,635 cm a través del espesor de la placa de distribuidor 800.

[00067] Con la menor cantidad ($n=11$) de agujeros grandes 850, la placa de distribuidor 800 crea corrientes de gas en el fondo del reactor con mayor velocidad y

38

vía de flujo más amplia. Los tubos 895 en la parte inferior 890 de la placa de distribuidor 800 enderezan la corriente de gas que ingresa en el reactor, y ayuda a evitar el efecto de dispersión de un fluido a alta velocidad que pasa a través de un pequeño orificio. Con estas implementaciones, el distribuidor 800 crea corrientes de gas de elevación que son más rápidas, más grandes y menos dispersas.

[00068] Según las especificaciones detalladas en la **Figura 8**, el área transversal de un agujero 850 del distribuidor 800 se puede calcular del siguiente modo:

[00069] $D = \text{diámetro del agujero} = (0,635 \text{ cm}) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,00635 \text{ m}$

[00070] $C_A = \text{área transversal de agujero} = \pi \times (D/2)^2$

[00071] $= \pi \times (0,00635 \text{ m})^2 \div 4 = 0,0000316 \text{ m}^2$.

[00072] Al saber la tasa de flujo volumétrico gas de elevación, la velocidad superficial del gas de elevación que sale a través de uno de los 11 agujeros 850 se puede calcular del siguiente modo:

[00073] $F = 0,7929 \text{ m}^3/\text{min}$

[00074] $D = \text{diámetro del agujero} = 0,00635 \text{ m}$

[00075] $n = \text{cantidad de agujeros} = 11$

[00076] $V_s = \text{velocidad superficial de gas de elevación de un agujero} = F \div (n \times D)$

[00077] $= (0,7929 \text{ m}^3/\text{min}) \div (11 \times 0,0000316 \text{ m}^2) \div (60 \text{ s}/\text{min}) = 38,1 \text{ m/s}$.

[00078] Por lo tanto, un ejemplo de velocidad superficial de gas de elevación descargado desde un agujero 850 del distribuidor 800 es 38,1 m/s.

[00079] La **Figura 9** ilustra un ejemplo de visualización CFD de velocidades de flujo de gas de elevación en un reactor que tiene una placa de distribuidor de acuerdo con la **Figura 8**, de acuerdo con una realización. Según la leyenda, los grises más claros indican una zona de mayor velocidad para el gas de elevación en el reactor.

Tal como se muestra en la **Figura 9**, la corriente de gas de elevación producida por una placa de distribuidor 800 de acuerdo con la **Figura 8** mantiene una alta velocidad desde el momento de descarga en la placa de distribuidor hasta la zona de mezcla de alimentación. Al mismo tiempo, la corriente de gas de elevación que fluye en forma ascendente está más concentrada. En teoría, el distribuidor 800 es

capaz de impartir un movimiento más ascendente de portador de calor sólido fluidizado en la región de alta velocidad, e inducir un régimen de flujo más turbulento y menos lineal fuera de la región de alta velocidad.

[00080] La **Figura 10** ilustra el movimiento de partículas en un ejemplo de diseño de reactor que tiene una placa de distribuidor de acuerdo con la **Figura 8**, de acuerdo con una realización. El movimiento de partículas se rastrea en los primeros 10 segundos luego de que las partículas ingresan en el reactor, según las condiciones del reactor estándar y el flujo de gas de elevación. Según la leyenda, cuanto más claro es el gris, más tiempo se capturó la partícula en el diagrama. Además del deslizamiento recto y ascendente de las partículas de portador de calor sólido, el distribuidor 800 también produjo un alto grado de movimiento aleatorio de partículas dentro del reactor. Mientras que el distribuidor 800 produjo una corriente de gas de elevación concentrado que es capaz de dirigir hacia arriba una parte del portador de calor sólido hacia la zona de mezcla de alimentación del reactor, la corriente de gas de elevación más alta y más concentrada también creó más turbulencia en regiones de baja velocidad. Esta turbulencia provocó el movimiento aleatorio, que aumentó el área de cobertura del portador de calor sólido en todo el reactor. El efecto del movimiento aleatorio puede incluir un aumento del tiempo de permanencia del portador de calor sólido en el reactor para un craqueo térmico más a fondo, así como también una reducción en la posibilidad de que la alimentación del reactor recubra la pared, debido a que hay una mayor cobertura de portadores de calor sólido para entrar en contacto con la alimentación del reactor. Por lo tanto, los beneficios teóricos del distribuidor 800 incluyen un mayor nivel de craqueo térmico, así como también menos posibilidad de deposición de partículas sólidas.

[00081] La **Figura 11** ilustra otro ejemplo de realización de una placa de distribuidor 1100 mejorada para su uso con el presente sistema. En un ejemplo de contorno de 10,16 cm de diámetro (no se muestra), la placa del distribuidor 1100 contiene 16 (n) agujeros 1150 extendidos de forma uniforme en una sección central 1160 de la placa (no se muestra). Cada agujero 1150 se perfora perpendicular (ángulo de 90°) a la superficie de la placa 1160, con un tamaño uniforme de 0,40 cm de diámetro (D) para cada agujero 1150. Con la menor cantidad de agujeros medianamente grandes 1150, el distribuidor 1100 crea corrientes de gas en el fondo del reactor con mayor velocidad y vía de flujo más amplia. En una parte inferior de la placa de distribuidor 1100, cada agujero 1150 tiene una varilla (o tubo) 1170 soldada en una abertura de agujero. Cada varilla tiene un extremo proximal 1180 soldado a la superficie de la placa 1160, y un extremo distal 1190. El diámetro de la varilla 1170 aumenta gradualmente del extremo proximal 1180 al extremo distal 1190. Por ejemplo, el diámetro de la varilla 1170 en el extremo distal 1190 es 0,48 cm.

[00082] Según las especificaciones detalladas en la **Figura 11**, el área transversal de un agujero 1150 del distribuidor 1100 se puede calcular del siguiente modo:

[00083] $D = \text{diámetro del agujero} = (0,40 \text{ cm}) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) = 0,0040 \text{ m}$

[00084] $C_A = \text{área transversal de agujero} = \pi \times (D/2)^2$

[00085] $= \pi \times (0,0040 \text{ m})^2 \div 4 = 0,0000124 \text{ m}^2$.

[00086] Al saber la tasa de flujo volumétrico de gas de elevación, la velocidad superficial del gas de elevación que sale a través de uno de los 16 agujeros 1150 se puede calcular del siguiente modo:

[00087] $F = 0,7929 \text{ m}^3/\text{min}$

[00088] $D = \text{diámetro del agujero} = 0,0040 \text{ m}$

[00089] $n = \text{cantidad de agujeros} = 16$

[00090] $V_s = \text{velocidad superficial de gas de elevación de un agujero} = F \div (n \times D)$

[00091] $= (0,7929 \text{ m}^3/\text{min}) \div (16 \times 0,0000124 \text{ m}^2) \div (60 \text{ s}/\text{min}) = 66,75 \text{ m/s}$.

[00092] Por lo tanto, un ejemplo de velocidad superficial de gas de elevación descargado desde un agujero 1150 de la placa de distribuidor 1100 es 66,75 m/s.

41

[00093] La **Figura 12** ilustra otro ejemplo de realización de una placa de distribuidor 1200 mejorada para su uso con el presente sistema. En un ejemplo de contorno de 10,16 cm de diámetro (no se muestra), el distribuidor 1200 contiene 187 (n) agujeros 1250 extendidos de forma uniforme en una sección central 1260 de la placa 1240. Existen 3 tamaños diferentes de agujeros perforados en el distribuidor 1200, con cada conjunto perforado en un ángulo diferente. El primer conjunto está compuesto por las 3 filas internas de agujeros 1210, con agujeros de 0,1953 cm de diámetro perforados de forma perpendicular (ángulo de 90°) a la superficie de la placa 1240. El segundo conjunto está compuesto por las 3 filas del medio de agujeros 1220, con agujeros de 0,1693 cm de diámetro perforados en un ángulo de 66° a la superficie de la placa 1220, en dirección contraria al centro del reactor. El tercer conjunto está compuesto por las 2 filas exteriores de agujeros 1230, con agujeros de 0,1493 cm de diámetro perforados en un ángulo de 45° a la superficie de la placa 1240, en dirección contraria al centro del reactor. Con una gran cantidad de pequeños agujeros, el distribuidor 1200 dispersa el gas de elevación dentro del reactor y dirige algo del flujo hacia la pared.

[00094] Según las especificaciones detalladas en la **Figura 12**, el área transversal de un agujero 1250 del distribuidor 1200 se puede calcular del siguiente modo:

$$[00095] \quad D_1 = \text{diámetro del agujero de 0,1953 cm} = (0,1953 \text{ cm}) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) \\ = 0,001953 \text{ m}$$

$$[00096] \quad D_2 = \text{diámetro del agujero de 0,1693 cm} = (0,1693 \text{ cm}) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) \\ = 0,001693 \text{ m}$$

$$[00097] \quad D_3 = \text{diámetro del agujero de 0,1493 cm} = (0,1493 \text{ cm}) \times (1 \text{ m}/100 \text{ cm}) \\ = 0,001493 \text{ m}$$

$$[00098] \quad C_{A1} = \text{área transversal de agujero de 0,1953 cm (90°)} = \pi \times (D_1/2)^2$$

$$[00099] \quad = \pi \times (0,001953 \text{ m})^2 \div 4 = 0,00000300 \text{ m}^2$$

$$[000100] \quad C_{A2} = \text{área transversal de agujero de 0,1693 cm (66°)}$$

$$[000101] \quad = \pi \times (D_2/2) \times [(D_2/\sin(66^\circ))/2] = \pi \times (D_2^2/\sin(66^\circ)/4)$$

$$[000102] \quad = \pi \times (0,001693 \text{ m})^2 \div \sin(66^\circ) \div 4 = 0,00000247 \text{ m}^2$$

$$[000103] \quad C_{A3} = \text{área transversal de agujero de 0,1493 cm (45°)}$$

$$[000104] \quad = \pi \times (D_3/2) \times [(D_3/\sin(45^\circ))/2] = \pi \times (D_3^2/\sin(45^\circ)/4)$$

$$[000105] \quad = \pi \times (0,001493 \text{ m})^2 \div \sin(45^\circ) \div 4 = 0,00000248 \text{ m}^2$$

42

[000106] Al saber la tasa de flujo volumétrico gas de elevación, la velocidad superficial del gas de elevación que sale a través de uno de los agujeros 1250 se puede calcular del siguiente modo:

[000107] $F = 0,7929 \text{ m}^3/\text{min}$

[000108] $C_{A1} = \text{área transversal de agujero de } 0,1953 \text{ cm } (90^\circ) = 0,00000300 \text{ m}^2$

[000109] $C_{A2} = \text{área transversal de agujero de } 0,1693 \text{ cm } (66^\circ) = 0,00000247 \text{ m}^2$

[000110] $C_{A3} = \text{área transversal de agujero de } 0,1493 \text{ cm } (45^\circ) = 0,00000248 \text{ m}^2$

[000111] $n_1 = \text{cantidad de agujeros de } 0,1953 \text{ cm} = 24$

[000112] $n_2 = \text{cantidad de agujeros de } 0,1693 \text{ cm} = 80$

[000113] $n_3 = \text{cantidad de agujeros de } 0,1493 \text{ cm} = 83$

[000114] $C_A = \text{área transversal total del Distribuidor V}$

[000115] $= (n_1 \times C_{A1}) + (n_2 \times C_{A2}) + (n_3 \times C_{A3})$

[000116] $= (24 \times 0,00000300 \text{ m}^2) + (80 \times 0,00000247 \text{ m}^2) + (83 \times 0,00000248 \text{ m}^2)$

[000117] $= 0,000476 \text{ m}^2$

[000118] $F_1 = F \times n_1 \times C_{A1} \div C_A$

[000119] $= (0,7929 \text{ m}^3/\text{min}) \times 24 \times (0,00000300 \text{ m}^2) \div (0,000476 \text{ m}^2) = 0,120 \text{ m}^3/\text{min}$

[000120] $F_2 = F \times n_2 \times C_{A2} \div C_A$

[000121] $= (0,7929 \text{ m}^3/\text{min}) \times 80 \times (0,00000247 \text{ m}^2) \div (0,000476 \text{ m}^2) = 0,328 \text{ m}^3/\text{min}$

[000122] $F_3 = F \times n_3 \times C_{A3} \div C_A$

[000123] $= (0,7929 \text{ m}^3/\text{min}) \times 83 \times (0,00000248 \text{ m}^2) \div (0,000476 \text{ m}^2) = 0,342 \text{ m}^3/\text{min}$

[000124] $V_{S1} = \text{velocidad superficial de gas de elevación de agujero de } 0,1953 \text{ cm} = F_1 \div (n_1 \times C_{A1})$

[000125] $= (0,120 \text{ m}^3/\text{min}) \div (24 \times 0,00000300 \text{ m}^2) \div (60 \text{ s/min}) = 27,77 \text{ m/s.}$

[000126] $V_{S2} = \text{velocidad superficial de gas de elevación de agujero de } 0,1693 \text{ cm} = F_2 \div (n_2 \times C_{A2})$

[000127] $= (0,328 \text{ m}^3/\text{min}) \div (80 \times 0,00000247 \text{ m}^2) \div (60 \text{ s/min}) = 27,66 \text{ m/s.}$

[000128] $V_{S3} = \text{velocidad superficial de gas de elevación de agujero de } 0,1493 \text{ cm} = F_3 \div (n_3 \times C_{A3})$

[000129] $= (0,342 \text{ m}^3/\text{min}) \div (83 \times 0,00000248 \text{ m}^2) \div (60 \text{ s/min}) = 27,69 \text{ m/s.}$

[000130] Por lo tanto, un ejemplo de velocidad superficial de gas de elevación

descargado desde un agujero en el distribuidor 1200 es 27,77 m/s para el agujero de 0,1953 cm (1210), 27,66 m/s para el agujero de 0,1693 cm (1220), y 27,69 m/s para el agujero de 0,1493 cm (1230).

[000131] Las diferentes configuraciones de la boquilla de alimentación del reactor y placas de distribuidor de gas de elevación se sometieron a prueba para determinar impactos de las placas de distribuidor de gas de elevación descritas en la presente.

43

El bitumen de Athabasca es un petróleo muy pesado producido de las arenas petrolíferas cerca de Fort McMurray, Alberta, Canadá. Belridge es un petróleo pesado producido cerca de Bakersfield, California. EHOS (muestra de petróleo pesado exploratoria) es una muestra de un pozo exploratoria 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. UHOS (muestra de petróleo pesado no identificada) es una muestra de un sitio de procesamiento de petróleo pesado que se recibió sin designación de fuente u origen. La UHOS se trató como una muestra ciega para demostración de tecnología. Las gravedades API se midieron de acuerdo con el estándar ASTM D70. Las viscosidades se midieron de acuerdo con el estándar ASTM D445. "C7A" representa asfaltenos C7 en las tablas que siguen. Los asfaltenos C7 se midieron de acuerdo con el estándar ASTM D3279. El contenido de vanadio y níquel se midió por espectroscopía de masas por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) de acuerdo con el estándar ASTM D5185. Los intervalos de ebullición se calcularon según una destilación simulada a alta temperatura (HTSD) de acuerdo con el estándar ASTM D6532. Los intervalos de ebullición en las tablas que obran a continuación para el producto y alimentación de línea de base se estimaron a partir de puntos de corte de destilación presentados en la patente estadounidense N° 7,572,365. En las tablas que obran a continuación, "nr" representa una medición que no se reportó.

[000132] El ejemplo de boquilla de alimentación denominada en la presente como Boquilla I es un diseño de boquilla de alimentación de la técnica previa que incluye una boquilla de alimentación insertada de forma horizontal en un reactor tubular. La boquilla de alimentación está ubicada de forma perpendicular (ángulo recto o 90

grados) a una dirección de flujo vertical de gas de elevación y portador de calor sólido. Las placas de distribuidor que se emparejaron con el mismo tipo de boquilla de alimentación para las ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS) se muestran en la **Tabla 2**. Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento de peso líquido de una configuración particular.

Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
B031.B	Boquilla I	Distribuidor 400
B011.A	Boquilla I	Distribuidor 800

Tabla 2: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecuciones de BHOS

[000133] Siendo el objetivo del sistema de reactor convertir materias primas de petróleo pesado en producto final ligero, el grado de éxito de una configuración particular se determina por las propiedades mensurables de la ejecución así como del producto.

[000134] La principal propiedad de interés es el rendimiento de peso líquido, que se define como el porcentaje de materia prima que permanece en fase líquida. En una unidad de craqueo térmico, puede haber productos en las fases líquida, gaseosa y sólida (de coque). Cuanto mayor sea el rendimiento de peso líquido, mejor. El rendimiento líquido es el resultado más valioso del craqueo térmico.

[000135] Luego del rendimiento líquido, una propiedad del producto de interés es la gravedad API que se relaciona con la densidad del producto y da una indicación de la "ligereza" del producto. Cuanto mayor sea el valor API, más ligero es el producto y por lo tanto más éxito ha alcanzado el proceso de craqueo térmico.

[000136] Las otras propiedades del producto de interés son la viscosidad, remoción de vanadio y remoción de níquel. La viscosidad mide el "espesor" del producto y es una indicación práctica de la capacidad de transporte del producto. En muchos

45

casos, la reducción de viscosidad es más importante que API. Vanadio y níquel son dos metales destacados que forman complejos químicos que son perjudiciales en procesos de refinería y cuanto menor sea la cantidad contenida en el producto, mejor.

[000137] La **Tabla 3** muestra las propiedades del crudo total usado en las diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS). La **Tabla 4** muestra las propiedades del producto (petróleo crudo sintético o SCO) usado en las ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS). La **Tabla 5** resume las propiedades desde la línea de base con propiedades de diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS).

Propiedad del crudo total	Línea de base	Distribuidor 400	Distribuidor 800
Gravedad API	8,6	13,2	13,2
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	400	11,55	11,55
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	0,317	0,317
Asfaltenos C7, % en peso	nr	2,83	2,83
Contenido de vanadio, ppm	209	64,0	64,0
Contenido de níquel, ppm	86,0	51,5	51,5
Intervalos de ebullición			
Contenido <93 °C % en peso	0,00	0,240	0,240
Contenido 93 – 177 °C % en peso	0,0396	0,180	0,180
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	3,60	7,87	7,87
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	5,09	14,7	14,7
Contenido 343+ °C, % en peso	91,3	77,0	77,0
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	20,4	25,6	25,6
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	15,7	19,2	19,2
Contenido 538+ °C, % en peso	55,2	32,2	32,2
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	20,6	12,8	12,8
Contenido 649+ °C, % en peso	34,6	19,4	19,4

Tabla 3: Propiedades del crudo total de ejecuciones de BHOS

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	Distribuidor 400	Distribuidor 800
Gravedad API	12,9	15,5	16,9
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	2,01	0,628	0,636
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	0,0911	0,0645
Asfaltenos C7, % en peso	nr	nr	nr
Contenido de vanadio, ppm	88,0	25,6	27,7
Contenido de níquel, ppm	24,0	22,1	26,1
Intervalos de ebullición ¹			
Contenido <93 °C % en peso	0,177	0,00	0,00
Contenido 93 – 177 °C % en peso	1,92	1,64	2,85
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	7,33	10,9	9,74
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	8,25	23,2	21,2
Contenido 343+ °C, % en peso	82,3	64,3	66,2
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	25,7	34,2	42,6
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	19,4	15,4	16,7
Contenido 538+ °C, % en peso	37,2	14,7	6,91
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	21,3	4,01	6,28
Contenido 649+ °C, % en peso	15,9	10,7	0,630

Tabla 4: Propiedades del producto de ejecuciones de BHOS

Distribuidor	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoción 1000+ , % en peso	Remoción de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoción de V, % en peso	Remoción de Ni, % en peso
Línea de base	nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
400	B031B	15,5	77,5	80,3	64,6	nr	94,6	69,0	66,7
800	B011A	16,9	82,5	84,9	82,3	nr	94,5	64,3	58,2

Tabla 5: Comparación de ejecución de BHOS de placas de distribuidor

[000138] Tal como puede apreciarse en la **Tabla 5**, ambas ejecuciones usando distribuidores 400 y 800 muestran al menos un área de mejora en comparación con

¹ Los intervalos de ebullición se estimaron a partir de puntos de corte de destilación presentados en la patente estadounidense N° 7,572,362

48

la línea de base de la técnica previa. Por lo tanto, los distribuidores 400 y 800 son las placas de distribuidor preferidas.

Propiedad de ejecución	Línea de base	Distribuidor 400	Distribuidor 800
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	80,3	84,9
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	77,5	82,5

Tabla 6: Comparación de las propiedades de la ejecución de BHOS

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	Distribuidor 400	Distribuidor 800
Gravedad API	12,9	15,5	16,9
Reducción de viscosidad, %	99,5	94,6	94,5
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	nr	nr
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	69,0	64,3
Remoción de níquel, % en peso	79,2	66,7	58,2
Remoción de material 538+ °C, % en peso	49,9	64,6	82,3

Tabla 7: Comparación de las propiedades del producto de BHOS

[000139] En función de las propiedades producidas por cada placa de distribuidor que se muestra en la **Tabla 6**, el distribuidor 800 demuestra un mayor éxito en la retención de líquidos.

[000140] En función de las propiedades de producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 7**, el distribuidor 800 demuestra superiores propiedades de producto en áreas de contenido de asfaltenos y API, así como también casi las mejores en viscosidad.

[000141] Al combinar la evaluación tanto de las propiedades del producto como de ejecución, el distribuidor 800 es superior en la producción de alto rendimiento líquido y API. La producción de alto rendimiento líquido y API son las dos propiedades más importantes para el presente proceso de craqueo térmico, debido a su reflexión directa del valor del proceso así como también del producto. Por lo tanto, el distribuidor 800 es una placa de distribuidor preferida para las ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS).

[000142] La **Tabla 8** enumera placas de distribuidor que se emparejaron con el mismo tipo de boquilla de alimentación para las ejecuciones de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento de peso líquido de una configuración particular.

Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
E045.B	Boquilla I	Distribuidor 700
E045.A	Boquilla I	Distribuidor 1100

Tabla 8: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecuciones de EHOS

[000143] Siendo el objetivo del sistema de reactor convertir materias primas de petróleo pesado en productos finales ligeros, el grado de éxito de una configuración particular se determina por las propiedades mensurables de la ejecución así como del producto. La **Tabla 9** muestra las propiedades del crudo total usado en la ejecución de línea de base así como las diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS). La **Tabla 10** muestra las propiedades del producto (petróleo crudo sintético) usado en la ejecución de línea de base así como las diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS). La **Tabla 11** resume las propiedades desde la línea de base con propiedades de diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS).

Propiedad del crudo total	Distribuidor 700	Distribuidor 1100
Gravedad API	7,7	7,7
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	nr	nr
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	6,57	6,57
Asfaltenos C7, % en peso	13,8	13,8
Contenido de vanadio, ppm	458	458
Contenido de níquel, ppm	151	151
Intervalos de ebullición		
Contenido <93 °C % en peso	0,00	0,00
Contenido 93 – 177 °C % en peso	0,00	0,00
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	1,88	1,88
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	9,22	9,22
Contenido 343+ °C, % en peso	88,9	88,9
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	17,6	17,6
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	13,6	13,6
Contenido 538+ °C, % en peso	57,7	57,7
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	18,3	18,3
Contenido 649+ °C, % en peso	39,4	39,4

Tabla 9: Propiedades del crudo total de ejecuciones de EHOS

Propiedad de SCO	Distribuidor 700	Distribuidor 1100
Gravedad API	14,8	15,7
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	0,335	0,364
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	0,0680	0,062
Asfaltenos C7, % en peso	5,23	4,08
Contenido de vanadio, ppm	79,2	114
Contenido de níquel, ppm	25,1	38,2
Intervalos de ebullición		
Contenido <93 °C % en peso	0,00	0,00
Contenido 93 – 177 °C % en peso	4,18	4,60
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	12,9	9,41
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	23,7	19,4
Contenido 343+ °C, % en peso	59,2	66,6
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	36,6	33,6
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	15,0	14,4
Contenido 538+ °C, % en peso	7,62	18,6
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	4,11	5,58
Contenido 649+ °C, % en peso	3,51	13,0

Tabla 10: Propiedades del producto de ejecuciones de EHOS

Distribuidor	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoción 1000+, % en peso	Remoción de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoción de V, % en peso	Remoción de Ni, % en peso
700	E045B	14,8	62,7	67,5	91,7	76,2	99,0	89,2	89,6
1100	E045A	15,7	69,6	74,6	77,6	79,4	99,1	82,7	82,4

Tabla 11: Comparación de ejecuciones de EHOS de placas de distribuidor

[000144] La **Tabla 12** compara las propiedades de ejecución de placas de distribuidor de ejecución de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS). La **Tabla 13** compara las propiedades de producto de placas de distribuidor de ejecución de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS).

Propiedad de ejecución	Distribuidor 700	Distribuidor 1100
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	67,5	74,6
Rendimiento del peso líquido, % en peso	62,7	69,6

Tabla 12: Comparación de propiedades de ejecución de EHOS

Propiedad de SCO	Distribuidor 700	Distribuidor 1100
Gravedad API	14,8	15,7
Reducción de viscosidad, %	99,0	99,1
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	76,2	79,4
Remoción de vanadio, % en peso	89,2	82,7
Remoción de níquel, % en peso	89,6	82,4
Remoción de material 538+ °C % en peso	91,7	77,6

Tabla 13: Comparación de propiedades del producto de EHOS

[000145] En función de las propiedades de ejecución producidas por cada placa de distribuidor que se muestra en la **Tabla 12**, el distribuidor 1100 demuestra un mayor éxito en la retención de líquidos.

[000146] En función de las propiedades del producto producidas por cada placa de distribuidor que se muestra en la **Tabla 13**, el distribuidor 1100 produjo un mayor contenido API y un menor contenido de asfaltenos.

[000147] Al combinar la evaluación tanto de las propiedades del producto como de ejecución, el distribuidor 1100 es superior en la producción de mayor rendimiento líquido y API. La producción de mayor rendimiento líquido y API son las dos propiedades más importantes para el presente proceso de craqueo térmico, debido a su reflexión directa del valor del proceso así como también del producto. Por lo tanto, el distribuidor 1100 es una placa de distribuidor preferida para las ejecuciones de muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS).

[000148] La **Tabla 14** enumera placas de distribuidor de gas de elevación que se emparejaron con el mismo tipo de boquilla de alimentación para las ejecuciones de muestra de petróleo pesado no identificada (UHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento de peso líquido de una configuración particular.

Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
U038.A	Boquilla I	Distribuidor 1100
U037.B	Boquilla I	Distribuidor 1200

Tabla 14: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecución de UHOS

[000149] Siendo el objetivo del sistema de reactor convertir materias primas de petróleo pesado en productos finales ligeros, el grado de éxito de una configuración particular se determina por las propiedades mensurables de la ejecución así como del producto. La **Tabla 15** muestra las propiedades del crudo total usado en las diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado no identificada (UHOS). La **Tabla 16** muestra las propiedades del producto usado en las diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado no identificada (UHOS). La **Tabla 17** resume las propiedades de diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado no identificada (UHOS).

Propiedad del crudo total	Distribuidor 1100	Distribuidor 1200
Gravedad API	11,3	10,8
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	57,17	47,25 ¡Error! Marcador no definido.
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	1,43	1,47 ¡Error! Marcador no definido.
Asfaltenos C7, % en peso	16,9	17,3
Contenido de vanadio, ppm	435	450
Contenido de níquel, ppm	81,1	83,3
Intervalos de ebullición		

Contenido <93 °C % en peso	0,237	0,302
Contenido 93 – 177 °C % en peso	4,27	3,39
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	6,19	5,70
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	8,40	9,29
Contenido 343+ °C, % en peso	80,9	81,3
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	13,0	13,4
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	10,2	13,7
Contenido 538+ °C, % en peso	57,7	54,2
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	17,4	17,7
Contenido 649+ °C, % en peso	40,3	36,5

Tabla 15: Propiedades del crudo total de ejecuciones de UHOS

57

Propiedad de SCO	Distribuidor 1100	Distribuidor 1200
Gravedad API	13,7	19,2
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	1,18	0,246
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	0,207	0,0459
Asfaltenos C7, % en peso	8,84	2,52
Contenido de vanadio, ppm	197	72,2
Contenido de níquel, ppm	33,0	10,2
Intervalos de ebullición		
Contenido <93 °C % en peso	0,00	0,00
Contenido 93 – 177 °C % en peso	4,52	6,41
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	9,64	12,6
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	15,4	20,7
Contenido 343+ °C, % en peso	70,4	60,3
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	23,9	29,5
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	15,1	16,7
Contenido 538+ °C, % en peso	31,4	14,1
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	11,6	5,16
Contenido 649+ °C, % en peso	19,8	8,93

Tabla 16: Propiedades del producto de ejecuciones de UHOS

Distribuidor	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoción 1000+ , % en peso	Remoción de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoción de V, % en peso	Remoción de Ni, % en peso
1100	U038A	13,7	73,6	75,7	59,9	61,5	97,9	66,7	70,1
1200	U037B	19,2	66,8	70,4	82,6	90,3	99,5	89,3	91,8

Tabla 17: Comparación de ejecuciones de UHOS de placas de distribuidor

Propiedad de ejecución	Distribuidor 1100	Distribuidor 1200
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	75,7	70,4
Rendimiento del peso líquido, % en peso	73,6	66,8

Tabla 18: Comparación de las propiedades de ejecución de UHOS

Propiedad de SCO	Distribuidor 1100	Distribuidor 1200
Gravedad API	13,7	19,2
Reducción de viscosidad, %	97,9	99,5
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	61,5	90,3
Remoción de vanadio, % en peso	66,7	89,3
Remoción de níquel, % en peso	70,1	91,8
Remoción de material 538+ °C, % en peso	59,9	82,6

Tabla 19: Comparación de las propiedades del producto de UHOS

[000150] En función de las propiedades de ejecución producidas por cada placa de distribuidor que se muestra en la **Tabla 18**, el distribuidor 1100 demuestra la mayor retención de líquidos. El distribuidor 1100 es una placa de distribuidor preferida.

[000151] En función de las propiedades de producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 19**, el distribuidor 1200 demuestra superiores propiedades de producto de forma general, en áreas de API, viscosidad, contenido de asfaltenos, remoción de material pesado, así como también remoción de metal.

[000152] Al combinar la evaluación tanto de las propiedades de ejecución como del producto, el distribuidor 1100 es superior en la producción de alto rendimiento líquido, mientras que el distribuidor 1200 es superior en la producción de alto API, viscosidad y remoción de material pesado y metales, y baja viscosidad y contenido de asfaltenos. Por lo tanto, para las ejecuciones de muestra de petróleo pesado no identificada (UHOS), el distribuidor 1100 es una placa de distribuidor preferida en la producción de alto rendimiento líquido, mientras que el distribuidor 1200 es una placa de distribuidor preferida en la producción del producto de mayor calidad.

[000153] Se sometieron a prueba diferentes configuraciones de la boquilla de alimentación del reactor y placas de distribuidor de gas de elevación. Una descripción completa de cada boquilla de alimentación a la que se hace referencia en la presente se puede encontrar en la solicitud de patente estadounidense N° de serie XX/XXX,XXX, que se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia a todos los efectos. La **Tabla 20** resume una selección numerada de las combinaciones de boquilla de alimentación y placa de distribuidor usadas en ejecuciones de bitumen de Athabasca. Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento de peso líquido de una configuración particular.

N° de configuración	Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
1	A022.A	Boquilla 700	Distribuidor 400
2	A013.A	Boquilla 1300	Distribuidor 800
3	A024.B	Boquilla 1500	Distribuidor 400
4	A032.A	Boquilla 1700	Distribuidor 400
5	A034.B	Boquilla 2000	Distribuidor 400

Tabla 20: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecución de bitumen de Athabasca

[000154] La **Tabla 21** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como en las diferentes configuraciones de ejecución de bitumen de Athabasca. La **Tabla 22** muestra las propiedades del producto (SCO o petróleo crudo sintético) usado en las diferentes configuraciones de ejecución de bitumen de Athabasca. La **Tabla 23** resume las propiedades de las diferentes configuraciones de ejecución de bitumen de Athabasca.

Propiedad del crudo total	Línea de base	1	2	3	4	5
Gravedad API	8,6	8,1	8,9	8,2	7,7	7,7
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	400	nr	nr	181,99	178,54	178,54
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	1,61	1,79	2,01	2,01	2,01
Asfaltenos C7, % en peso	nr	10,7	15,7	11,9	11,9	11,9
Contenido de vanadio, ppm	209	211	214	223	224	224
Contenido de níquel, ppm	86,0	80,6	83,4	82,3	82,3	82,3
Intervalos de ebullición						
Contenido <93 °C, % en peso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Contenido 93 - 177 °C, % en peso	0,0396	0,181	0,00	0,0249	0,237	0,237
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	3,60	4,88	4,97	5,91	3,51	3,51
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	5,09	12,6	11,6	13,6	9,43	9,43
Contenido 343+ °C, % en peso	91,3	82,3	83,4	80,5	86,8	86,8
Contenido 343 –454 °C, % en peso	20,4	24,2	21,3	24,9	17,9	17,9
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	15,7	17,4	14,8	17,1	12,9	12,9
Contenido 538+ °C, % en peso	55,2	40,7	47,4	38,5	56,0	56,0

Tabla 21: Propiedades del crudo total de ejecuciones de bitumen de Athabasca

Propiedad de SCO	Línea de base	1	2	3	4	5
Gravedad API	12,9	13,3	18,1	17,5	12,6	12
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	2,01	nr	nr	0,347	1,19	1,50
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	nr	0,0486	0,0486	0,11	0,112
Asfaltenos C7, % en peso	nr	6,16	6,19	1,37	5,73	5,57
Contenido de vanadio, ppm	88,0	97,9	20,1	16,5	52,6	48,6
Contenido de níquel, ppm	24,0	34,5	10,9	5,78	22,6	19,0
Intervalos de ebullición						
Contenido <93 °C, % en peso	0,177	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Contenido 93 - 177 °C, % en peso	1,92	2,84	1,16	2,07	1,33	1,82
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	7,33	14,1	6,92	9,09	7,18	6,75
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	8,25	23,6	21,1	25,9	19,7	18,4
Contenido 343+ °C, % en peso	82,3	59,5	70,8	62,9	71,8	73,0
Contenido 343 –454 °C, % en peso	25,7	33,1	50,7	41,0	35,7	37,3
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	19,4	13,4	13,3	16,7	20,3	21,7
Contenido 538+ °C, % en peso	37,2	13,0	6,82	5,24	15,8	14,0

Tabla 22: Propiedades del producto de ejecuciones de bitumen de Athabasca

Configuración	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoción 1000+, % en peso	Remoción de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoción de V, % en peso	Remoción de Ni, % en peso
Línea de base	nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
1	A022A	13,3	73,3	76,6	76,6	57,8	nr	66,0	68,6
2	A013A	18,1	95,5	104	86,2	62,3	97,3	91,0	87,5
3	A024B	17,5	78,6	83,9	89,3	91,0	99,8	94,2	94,5
4	A032A	12,6	85,7	89,1	75,8	58,7	99,3	79,9	76,5
5	A034B	12,0	80,9	84,0	79,8	62,1	99,2	82,4	81,3

Tabla 23: Comparación de ejecución de bitumen de Athabasca

[000155] Tal como se muestra en la **Tabla 23**, las 5 configuraciones muestran al menos un área de mejora en comparación con la línea de base. Por lo tanto, las configuraciones 1, 2, 3, 4, y 5 son todas configuraciones preferidas.

Propiedad de ejecución	Línea de base	1	2	3	4	5
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	76,6	104	83,9	89,1	84,0
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	73,3	95,5	78,6	85,7	80,9

Tabla 24: Comparación de las propiedades de ejecución de base de crudo total

Propiedad de SCO	Línea de base	1	2	3	4	5
Gravedad API	12,9	13,3	18,1	17,5	12,6	12,0
Reducción de viscosidad, %	99,5	nr	97,3	99,8	99,3	99,2
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	57,8	62,3	91,0	58,7	62,1
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	66,0	91,0	94,2	79,9	82,4
Remoción de níquel, % en peso	79,2	68,6	87,5	94,5	76,5	81,3
Remoción de material 538+ °C, % en peso	49,9	76,6	86,2	89,3	75,8	79,8

Tabla 25: Comparación de propiedades del producto

[000156] En función de las propiedades de ejecución de cada configuración que se muestra en la **Tabla 24**, la configuración 2 demuestra un mayor éxito en la retención de líquidos. Las cifras del rendimiento sugieren que las configuraciones 2, 3, 4 y 5 tienen todas un rendimiento líquido superior. La configuración 2 es claramente superior a las otras configuraciones debido a un mayor rendimiento líquido.

[000157] En función de las propiedades del producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 25**, las configuraciones 2 y 3 demuestran mejores propiedades del producto de forma general en comparación con las 5 configuraciones. En cuanto a API, reducción de viscosidad, remoción de fracción pesada, remoción de asfaltenos y remoción de metales, las configuraciones 2 y 3 muestran la mejora más considerable en la mayoría o todas las áreas.

[000158] Al combinar la evaluación tanto de las propiedades del producto como del rendimiento líquido, solo la configuración 2 demuestra un desempeño superior en

63

ambas áreas. Por lo tanto, la configuración 2 (combinación de Boquilla 1300 + Distribuidor 800) es la configuración más preferida para ejecuciones de bitumen de Athabasca.

[000159] La **Tabla 26** resume combinaciones numeradas de boquilla de alimentación y placa de distribuidor usadas en las ejecuciones de la muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento de peso líquido de una configuración particular.

Configuración	Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
6	B031.B	Boquilla 700	Distribuidor 400
7	B011.A	Boquilla 700	Distribuidor 800
8	B031.A	Boquilla 1300	Distribuidor 400

Tabla 26: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecuciones de BHOS

[000160] La **Tabla 27** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como en las diferentes configuraciones de ejecución de BHOS. La **Tabla 28** muestra las propiedades del producto (SCO o petróleo crudo sintético) usado en las diferentes configuraciones de ejecución de BHOS. La **Tabla 29** resume las propiedades de las diferentes configuraciones de ejecución de BHOS.

64

Propiedad del crudo total	Línea de base	6	7	8
Gravedad API	8,6	13,2	13,2	13,2
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	400	11,55	11,55	11,55
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	0,317	0,317	0,317
Asfaltenos C7, % en peso	nr	2,83	2,83	2,83
Contenido de vanadio, ppm	209	64,0	64,0	64,0
Contenido de níquel, ppm	86,0	51,5	51,5	51,5
Intervalos de ebullición				
Contenido <93 °C % en peso	0,00	0,24	0,24	0,24
Contenido 93 – 177 °C % en peso	0,04	0,18	0,18	0,18
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	3,60	7,87	7,87	7,87
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	5,09	14,7	14,7	14,7
Contenido 343+ °C, % en peso	91,3	77,0	77,0	77,0
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	20,4	25,6	25,6	25,6
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	15,7	19,2	19,2	19,2
Contenido 538+ °C, % en peso	55,2	32,2	32,2	32,2
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	20,6	12,8	12,8	12,8
Contenido 649+ °C, % en peso	34,6	19,4	19,4	19,4

Tabla 27: Propiedades del crudo total de ejecuciones de BHOS

65

Propiedad de SCO	Línea de base	6	7	8
Gravedad API	12,9	15,5	16,9	14,5
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	2,01	0,628	0,636	0,143
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	0,091 1	0,064 5	0,127
Asfaltenos C7, % en peso	nr	4,10	1,27	3,94
Contenido de vanadio, ppm	88,0	25,6	27,7	45,3
Contenido de níquel, ppm	24,0	22,1	26,1	40,4
Intervalos de ebullición				
Contenido <93 °C % en peso	0,177	0,00	0,00	0,00
Contenido 93 – 177 °C % en peso	1,92	1,64	2,85	0,00
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	7,33	10,9	9,74	9,66
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	8,25	23,2	21,2	21,2
Contenido 343+ °C, % en peso	82,3	64,3	66,2	69,1
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	25,7	34,2	42,6	35,7
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	19,4	15,4	16,7	17,6
Contenido 538+ °C, % en peso	37,2	14,7	6,91	15,8
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	21,3	4,01	6,28	7,43
Contenido 649+ °C, % en peso	15,9	10,7	0,630	8,41

Tabla 28: Propiedades del producto de ejecuciones de BHOS

Configuración	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoción 1000+, % en peso	Remoción de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoción de V, % en peso	Remoción de Ni, % en peso
Línea de base	nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
6	B031 B	15,5	77,5	80,3	64,6	nr	94,6	69,0	66,7
7	B011 A	16,9	82,5	84,9	82,3	63,0	94,5	64,3	58,2
8	B031 A	14,5	81,1	83,6	60,2	Nr	87,6	42,6	36,4

Tabla 29: Comparación de ejecución de BHOS

[000161] La **Tabla 30** compara las propiedades de ejecución de las configuraciones de ejecución de BHOS. La **Tabla 31** compara las propiedades del producto de las configuraciones de ejecución de BHOS.

Propiedad de ejecución	Línea de base	6	7	8
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	80,3	84,9	83,6
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	77,5	82,5	81,1

Tabla 30: Comparación de las propiedades de ejecución de base de crudo total de BHOS

07

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	6	7	8
Gravedad API	12,9	15,5	16,9	14,5
Reducción de viscosidad, %	99,5	94,6	94,5	87,6
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	nr	63,0	nr
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	69,0	64,3	42,6
Remoción de níquel, % en peso	79,2	66,7	58,2	36,4
Remoción de material 538 °C+, % en peso	49,9	64,6	82,3	60,2

Tabla 31: Comparación de las propiedades del producto de BHOS

[000162] En función de las propiedades de ejecución de cada configuración que se muestra en la **Tabla 30**, la configuración 7 demuestra el mayor éxito en la retención de líquidos. Las cifras del rendimiento sugieren que la configuración 7 tiene mejor rendimiento líquido que las configuraciones 6 y 8. Por lo tanto, en función de las propiedades de ejecución, la configuración 8 es la configuración más preferida, seguido de la configuración 7.

[000163] En función de las propiedades del producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 31**, la configuración 7 demuestra propiedades del producto superiores en áreas de remoción de asfaltenos y API. Por otro lado, la configuración 6 es superior en reducción de viscosidad, remoción de metales y remoción de fracción pesada.

[000164] Al combinar la evaluación tanto de las propiedades del producto como de ejecución, solo la configuración 7 demuestra un buen desempeño en ambas áreas. Por lo tanto, la configuración 7 (combinación de Boquilla 700 + Distribuidor 800) es la configuración más preferida, para ejecuciones de BHOS.

[000165] La **Tabla 32** enumera y lista las combinaciones de boquilla de alimentación y placa de distribuidor usadas en las ejecuciones de la muestra de petróleo pesado exploratoria (EHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada

configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento de peso líquido de una configuración particular.

Configuración	Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
9	E045.B	Boquilla 700	Distribuidor 700
10	E044.A	Boquilla 700	Distribuidor 1100
11	E043.B	Boquilla 2000	Distribuidor 1100

Tabla 32: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecuciones de EHOS

[000166] La **Tabla 33** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como en las diferentes configuraciones de ejecución EHOS. La **Tabla 34** muestra las propiedades del producto (SCO o petróleo crudo sintético) usado en las diferentes configuraciones de ejecución de EHOS. La **Tabla 35** resume las propiedades de las diferentes configuraciones de ejecución de EHOS.

Propiedad del crudo total	Línea de base	9	10	11
Gravedad API	8,6	7,7	8,4	8,4
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	400	Nr	nr	nr
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	6,57	5,91	5,87
Asfaltenos C7, % en peso	nr	13,8	14,3	13,6
Contenido de vanadio, ppm	209	458	452	473
Contenido de níquel, ppm	86,0	151	141	147
Intervalos de ebullición				
Contenido <93 °C % en peso	0,00	0,00	0,00	0,00
Contenido 93 – 177 °C % en peso	0,0396	0,00	0,00	0,00
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	3,60	1,88	2,00	2,44
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	5,09	9,22	9,23	8,88
Contenido 343+ °C, % en peso	91,3	88,9	88,8	88,7
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	20,4	17,6	17,3	15,5
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	15,7	13,6	13,3	12,4
Contenido 538+ °C, % en peso	55,2	57,7	58,2	60,8
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	20,6	18,3	18,1	17,9
Contenido 649+ °C, % en peso	34,6	39,4	40,0	42,9

Tabla 33: Propiedades del crudo total de ejecuciones de EHOS

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	9	10	11
Gravedad API	12,9	14,8	16,4	16,1
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	2,01	0,335	0,396	0,360
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	0,0680	0,0525	0,645
Asfaltenos C7, % en peso	nr	5,23	4,12	4,19
Contenido de vanadio, ppm	88,0	79,2	119	121
Contenido de níquel, ppm	24,0	25,1	38,1	37,7
Intervalos de ebullición				
Contenido <93 °C % en peso	0,177	0,00	0,00	0,00
Contenido 93 – 177 °C % en peso	1,92	4,18	3,06	3,83
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	7,33	12,9	12,8	11,5
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	8,25	23,7	19,5	16,9
Contenido 343+ °C, % en peso	82,3	59,2	64,6	67,8
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	25,7	36,6	35,0	31,2
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	19,4	15,0	13,5	15,5
Contenido 538+ °C, % en peso	37,2	7,62	16,1	21,1
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	21,3	4,11	6,12	7,98
Contenido 649+ °C, % en peso	15,9	3,51	10,0	13,1

Tabla 34: Propiedades del producto de ejecuciones de EHOS

Configuración	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoción 1000+, % en peso	Remoción de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoción de V, % en peso	Remoción de Ni, % en peso
Línea de base	nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
9	E045B	14,8	62,7	67,5	91,7	76,2	99,0	89,2	89,6
10	E044A	16,4	90,1	96,1	75,1	74,0	99,1	76,3	75,7
11	E043B	16,1	78,3	83,6	72,8	75,9	98,9	80,0	79,9

Tabla 35: Comparación de ejecución de EHOS

[000167] La **Tabla 36** compara las propiedades de ejecución de las configuraciones de ejecución de EHOS. La **Tabla 37** compara las propiedades del producto de las configuraciones de ejecución de EHOS.

Propiedad de ejecución	Línea de base	9	10	11
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	67,5	96,1	83,6
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	62,7	90,1	78,3

Tabla 36: Comparación de las propiedades de ejecución de base de crudo total de

EHOS

22

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	9	10	11
Gravedad API	12,9	14,8	16,4	16,1
Reducción de viscosidad, %	99,5	Nr	nr	Nr
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	76,2	74,0	75,9
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	89,2	76,3	80,0
Remoción de níquel, % en peso	79,2	89,6	75,7	79,9
Remoción de material 649 °C+, % en peso	49,9	91,7	75,1	72,8

Tabla 37: Comparación de propiedades del producto de EHOS

[000168] En función de las propiedades de ejecución de cada configuración que se muestra en la **Tabla 36**, la configuración 10 demuestra el mayor éxito en la retención de líquidos. Las cifras de rendimiento sugieren que la configuración 10 tiene mucho mejor rendimiento líquido que las configuraciones 9 y 11. Por lo tanto, la configuración 10 es la configuración más preferida.

[000169] En función de las propiedades del producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 37**, ambas configuraciones 9 y 10 demuestran propiedades del producto superiores de forma general. Mientras que la configuración 9 tiene la mejor reducción de viscosidad, remoción de material pesado y remoción de metales, la configuración 10 tiene la mejor remoción de asfaltenos y API. Para las áreas donde la configuración 10 no es la mejor, de todas maneras es comparativamente similar a las otras 2 configuraciones.

[000170] Al combinar la evaluación tanto de las propiedades del producto como de ejecución, solo la configuración 10 demuestra un buen desempeño en ambas áreas. Por lo tanto, la configuración 10 (combinación de Boquilla 700 + Distribuidor 1100) es la configuración más preferida para ejecuciones de EHOS.

[000171] La **Tabla 38** enumera y lista las combinaciones de boquilla de alimentación y placa de distribuidor usadas en las ejecuciones de la muestra de petróleo pesado no identificada (UHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada

configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento de peso
líquido de una configuración particular.

N° de configuración	Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
13	U038.A	Boquilla 700	Distribuidor 1100
14	U037.B	Boquilla 700	Distribuidor 1200
15	U037.A	Boquilla 2000	Distribuidor 400

Tabla 38: Combinaciones de boquilla-distribuidor de UHOS

[000172] La **Tabla 39** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como en las diferentes configuraciones de ejecución de UHOS. La **Tabla 40** muestra las propiedades del producto (SCO o petróleo crudo sintético) usado en las diferentes configuraciones de ejecución de UHOS. La **Tabla 41** resume las propiedades de las diferentes configuraciones de ejecución de UHOS.

Propiedad del crudo total	Línea de base	13	14	15
Gravedad API	8,6	11,3	10,8	10,8
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	400	57,17	47,25	47,25
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	1,43	1,47	1,47
Asfaltenos C7, % en peso	nr	16,9	17,3	17,3
Contenido de vanadio, ppm	209	435	450	450
Contenido de níquel, ppm	86,0	81,1	83,3	83,3
Intervalos de ebullición				
Contenido <93 °C % en peso	0,00	0,237	0,302	0,302
Contenido 93 – 177 °C % en peso	0,0396	4,27	3,39	3,39
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	3,60	6,19	5,70	5,70
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	5,09	8,40	9,29	9,29
Contenido 343+ °C, % en peso	91,3	80,9	81,3	81,3
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	20,4	13,0	13,4	13,4
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	15,7	10,2	13,7	13,7
Contenido 538+ °C, % en peso	55,2	57,7	54,2	54,2
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	20,6	17,4	17,7	17,7
Contenido 649+ °C, % en peso	34,6	40,3	36,5	36,5

Tabla 39: Propiedades del crudo total de ejecuciones de UHOS

Propiedad de SCO	Línea de base	13	14	15
Gravedad API	12,9	13,7	19,2	16,7
Viscosidad a 40°C, cm ² /s	2,01	1,18	0,246	0,684
Viscosidad a 100°C, cm ² /s	nr	0,207	0,0459	0,0727
Asfaltenos C7, % en peso	nr	8,84	2,52	6,87
Contenido de vanadio, ppm	88,0	197	72,2	170
Contenido de níquel, ppm	24,0	33,0	10,2	29,6
Intervalos de ebullición				
Contenido <93 °C % en peso	0,177	0,00	0,00	0,00
Contenido 93 – 177 °C % en peso	1,92	4,52	6,41	5,16
Contenido 177 - 260 °C, % en peso	7,33	9,64	12,6	10,4
Contenido 260 – 343 °C, % en peso	8,25	15,4	20,7	17,4
Contenido 343+ °C, % en peso	82,3	70,4	60,3	67,0
Contenido 343 – 454 °C, % en peso	25,7	23,9	29,5	25,1
Contenido 454 – 538 °C, % en peso	19,4	15,1	16,7	15,7
Contenido 538+ °C, % en peso	37,2	31,4	14,1	26,2
Contenido 538 – 649 °C, % en peso	21,3	11,6	5,16	9,70
Contenido 649+ °C, % en peso	15,9	19,8	8,93	16,5

Tabla 40: Propiedades del producto de ejecuciones de UHOS

Configuración	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoción 1000+, % en peso	Remoción de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoción de V, % en peso	Remoción de Ni, % en peso
Línea de base	nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
13	U038 A	13,7	73,6	75,7	59,9	61,5	97,9	66,7	70,1
14	U037 B	19,2	66,8	70,4	82,6	90,3	99,5	89,3	91,8
15	U037 A	16,7	82,0	84,6	60,4	67,4	98,6	69,0	70,1

Tabla 41: Comparación de la ejecución de UHOS

[000173] La **Tabla 42** compara las propiedades de ejecución de base de crudo total de las configuraciones de ejecución de UHOS. La **Tabla 43** compara las propiedades del producto de las configuraciones de ejecución de UHOS.

Propiedad de ejecución	Línea de base	13	14	15
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	75,7	70,4	84,6
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	73,6	66,8	82,0

Tabla 42: Comparación de las propiedades de ejecución de base de crudo total de UHOS

Propiedad de SCO	Línea de base	13	14	15
Gravedad API	12,9	13,7	19,2	16,7
Reducción de viscosidad, %	99,5	97,9	99,5	98,6
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	61,5	90,3	67,4
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	66,7	89,3	69,0
Remoción de níquel, % en peso	79,2	70,1	91,8	70,9
Remoción de material 538 °C+, % en peso	49,9	59,9	82,6	60,4

Tabla 43: Comparación de las propiedades del producto de ejecución de UHOS

[000174] En función de las propiedades de ejecución de cada configuración que se muestra en la **Tabla 42**, la configuración 15 demuestra un mayor éxito en la retención de líquidos. Por lo tanto, la configuración 15 es la más preferida.

[000175] En función de las propiedades del producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 43**, la configuración 14 demuestra propiedades del producto superiores de forma general, seguido de la configuración 15.

[000176] Al combinar la evaluación tanto de las propiedades del producto como rendimiento líquido, la configuración 15 se prefiere ampliamente debido al mayor rendimiento del volumen líquido. Por lo tanto, la configuración 15 (combinación de Boquilla 2000 + Distribuidor 400) es la configuración más preferida, para ejecuciones de UHOS. Es probable que los defectos del Distribuidor 400, que se demostró eran menos eficaces en todas las otras comparaciones, fueron menos influyentes que las ventajas proporcionadas por la Boquilla 2000. Es decir, se esperaba que el desempeño de la combinación del distribuidor y la Boquilla 2000 ventajosa excediera la configuración 15 en este crudo particular.

[000177] 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.

[000178] 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.

[000179] Se divulgó un método, sistema y aparato para la distribución de gas de elevación. 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.

22

REIVINDICACIONES

Se reivindica lo siguiente:

1. Un distribuidor de gas de elevación, que comprende:

una placa que tiene una superficie y una parte inferior, la placa tiene un primer diámetro;

una sección central de la placa que tiene un segundo diámetro, donde el primer diámetro es mayor que el segundo diámetro;

una cantidad predeterminada de agujeros que tienen un tercer diámetro perforados en la superficie de la placa, los agujeros perforados en un ángulo, los agujeros distribuidos uniformemente en la sección central; y

múltiples tubos soldados sobre la parte inferior de la placa, cada tubo tiene una longitud predeterminada, donde cada tubo está soldado sobre cada agujero, donde el gas de elevación pasa a través de los tubos y agujeros hacia dentro de un reactor.

2. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde la cantidad predeterminada de agujeros es 16.

3. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde la cantidad predeterminada de agujeros es 11.

4. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde los agujeros están dispuestos en un patrón de estrella de 5 puntas.

80

5. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde el tercer diámetro tiene 0,635 cm.
6. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde la placa tiene un espesor de 0,635 cm.
7. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde la longitud predeterminada de cada tubo es 10,16 cm.
8. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde cada tubo tiene un extremo proximal y un extremo distal, y donde un diámetro del tubo aumenta gradualmente del extremo proximal al extremo distal.
9. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde el ángulo es uno de 90°, 45° y 66°.
10. El distribuidor de gas de elevación de la Reivindicación 1, donde los agujeros están perforados en múltiples ángulos, cada ángulo se selecciona del grupo que consiste en 90°, 45° y 66°.
11. Un método para la distribución de gas de elevación, que comprende:
proporcionar un distribuidor de gas de elevación, el distribuidor de gas de elevación comprende
una placa que tiene una superficie y una parte inferior, la placa tiene un primer diámetro;

una sección central de la placa que tiene un segundo diámetro, donde el primer diámetro es mayor que el segundo diámetro;

una cantidad predeterminada de agujeros que tienen un tercer diámetro perforados en la superficie de la placa, los agujeros perforados en un ángulo, los agujeros distribuidos uniformemente en la sección central; y

múltiples tubos soldados sobre la parte inferior de la placa, cada tubo tiene una longitud predeterminada, donde cada tubo está soldado sobre cada agujero; y

propulsar gas de elevación desde una caja de aire a través del distribuidor de gas de elevación hacia dentro de un reactor.

12. El método de la Reivindicación 11, donde la cantidad predeterminada de agujeros es 16.

13. El método de la Reivindicación 11, donde la cantidad predeterminada de agujeros es 11.

14. El método de la Reivindicación 11, donde los agujeros están dispuestos en un patrón de estrella de 5 puntas.

15. El método de la Reivindicación 11, donde el tercer diámetro tiene 0,635 cm.

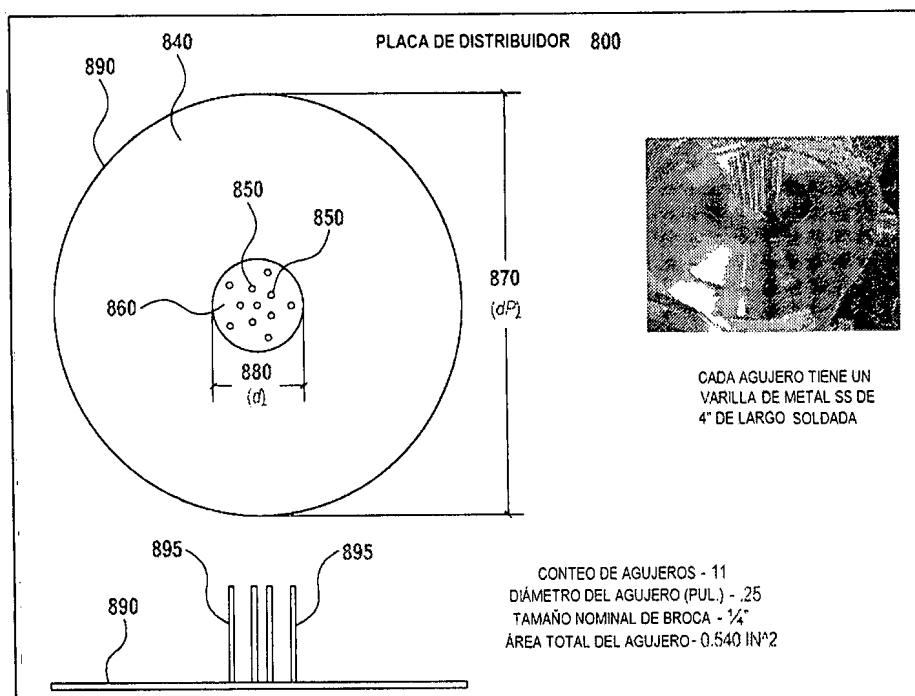
16. El método de la Reivindicación 11, donde la placa tiene un espesor de 0,635 cm.

17. El método de la Reivindicación 11, donde la longitud predeterminada de cada tubo es 10,16 cm.

18. El método de la Reivindicación 11, donde cada tubo tiene un extremo proximal y un extremo distal, y donde un diámetro del tubo aumenta gradualmente del extremo proximal al extremo distal.
19. El método de la Reivindicación 11, donde el ángulo es uno de 90° , 45° y 66° .
20. El método de la Reivindicación 11, donde los agujeros están perforados en múltiples ángulos, cada ángulo se selecciona del grupo que consiste en 90° , 45° y 66° .

RESUMEN DE LA INVENCION

[000180] Se divulga un método, sistema y aparato para la distribución de gas de elevación. De acuerdo con una realización, un distribuidor de gas de elevación comprende una placa que tiene una superficie y una parte inferior, la placa tiene un primer diámetro; una sección central de la placa que tiene un segundo diámetro, donde el primer diámetro es mayor que el segundo diámetro; una cantidad predeterminada de agujeros que tienen un tercer diámetro perforados en la superficie de la placa, los agujeros perforados en un ángulo, los agujeros distribuidos uniformemente en la sección central; y múltiples tubos soldados sobre la parte inferior de la placa, cada tubo tiene una longitud predeterminada, donde cada tubo está soldado sobre cada agujero. El gas de elevación pasa a través de los tubos y agujeros hacia dentro de un reactor.



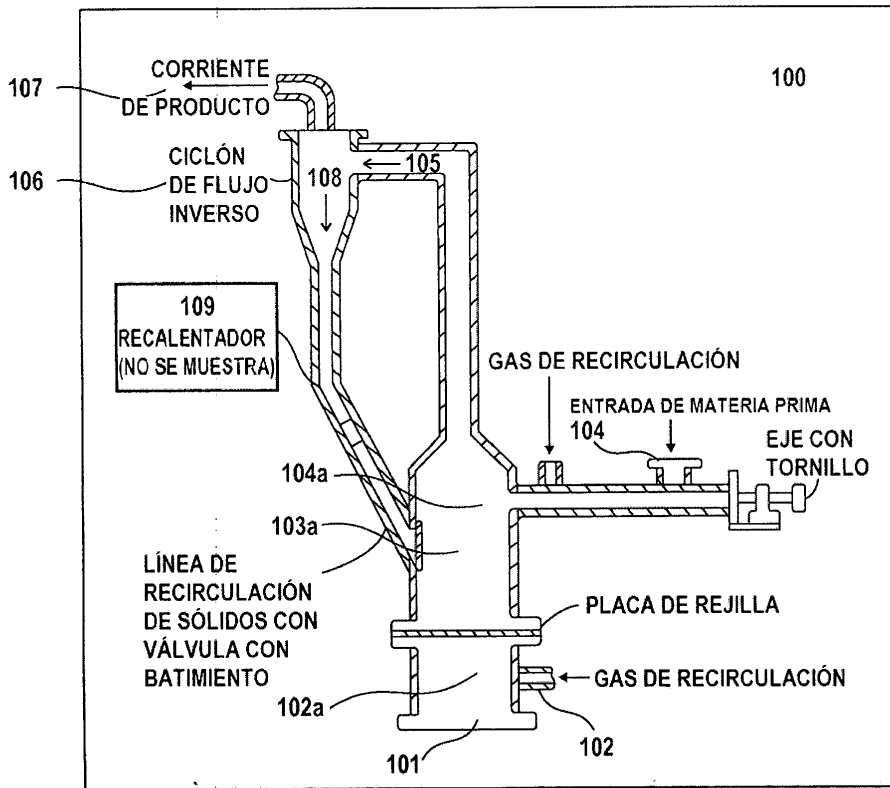


FIG. 1 TÉCNICA PREVIA

25

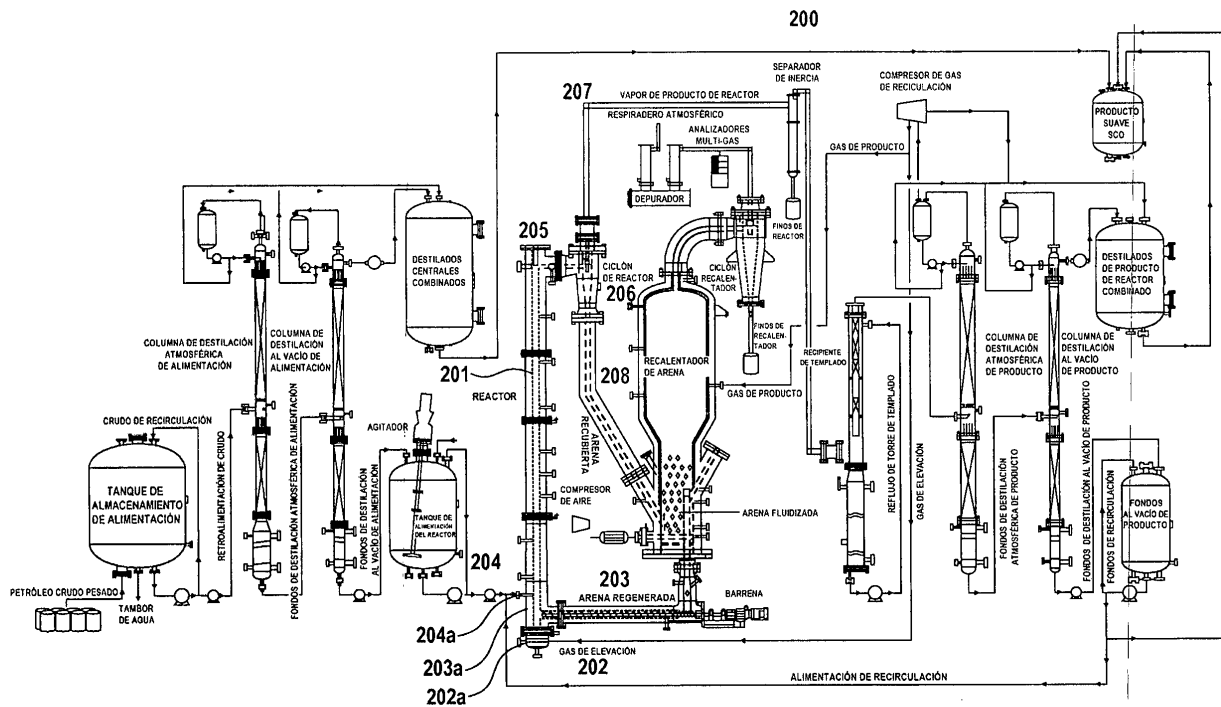


FIG. 2

HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)

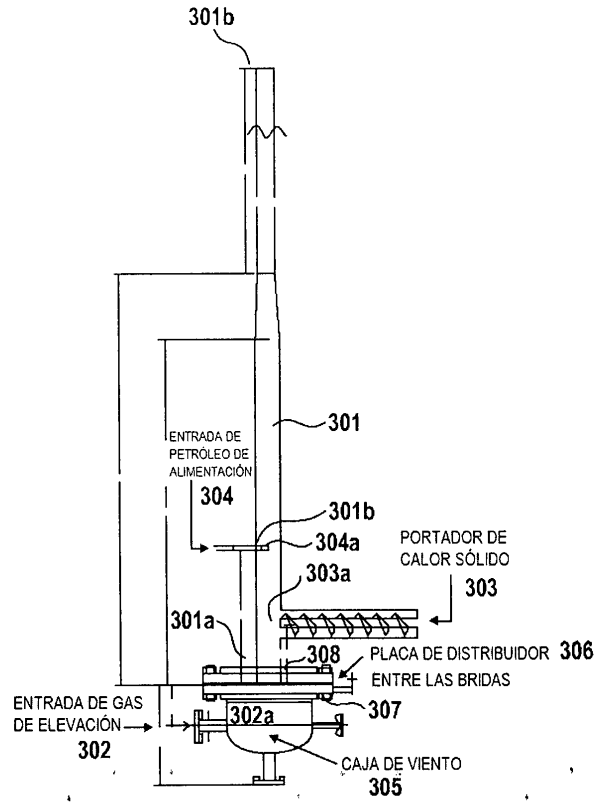


FIG. 3

82

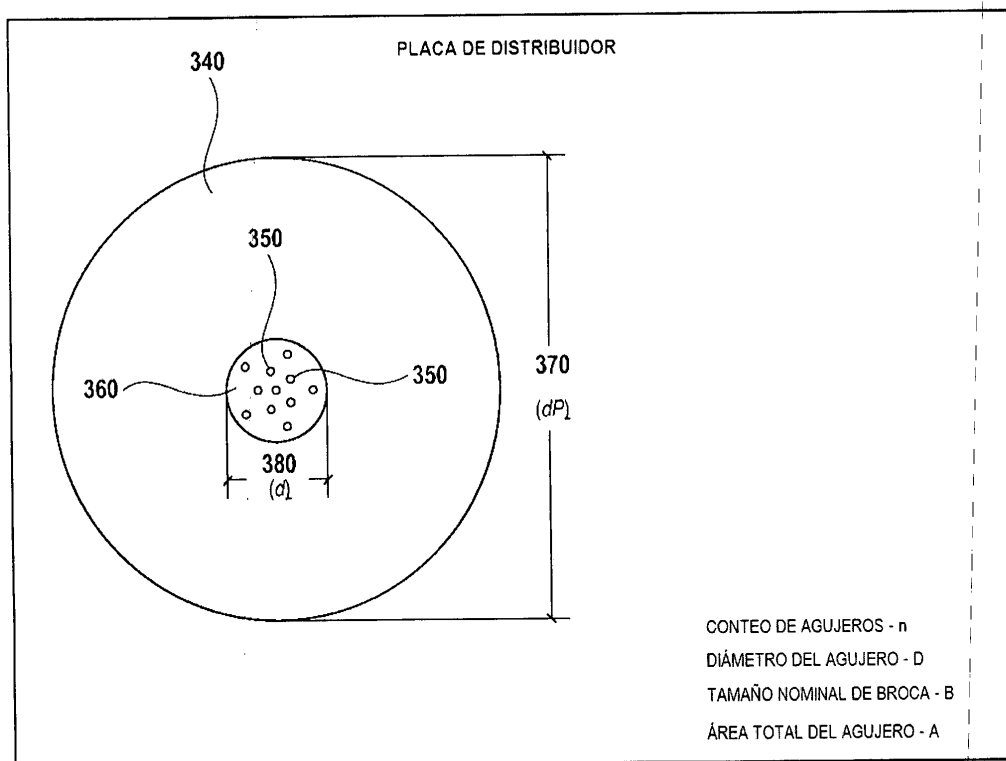


FIG. 3B

22

5/13

HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)

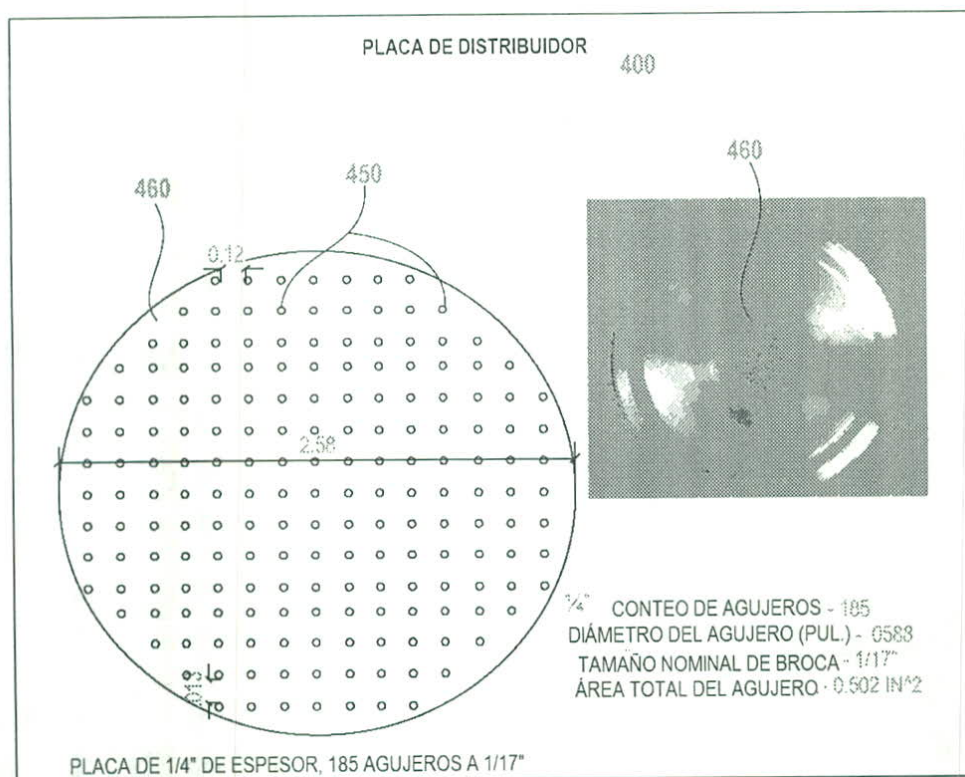
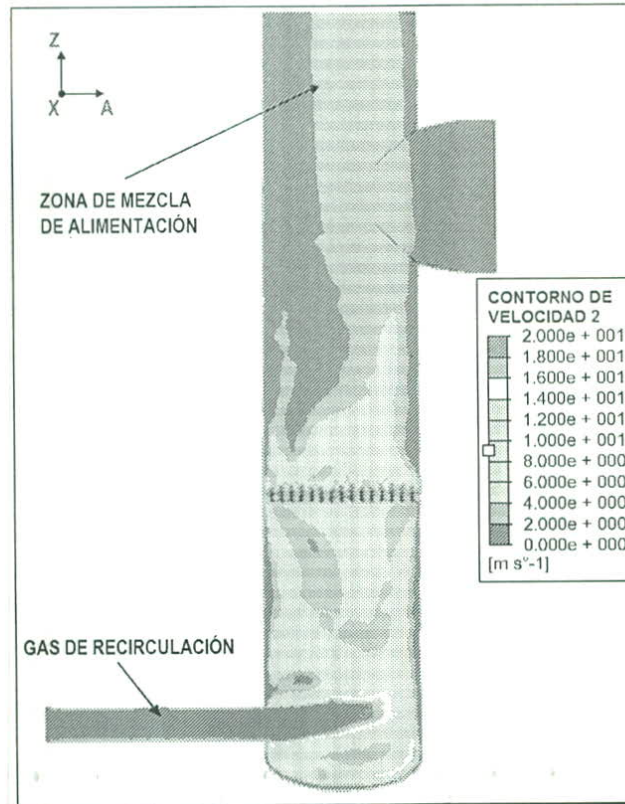


FIG. 4 TÉCNICA PREVIA

29



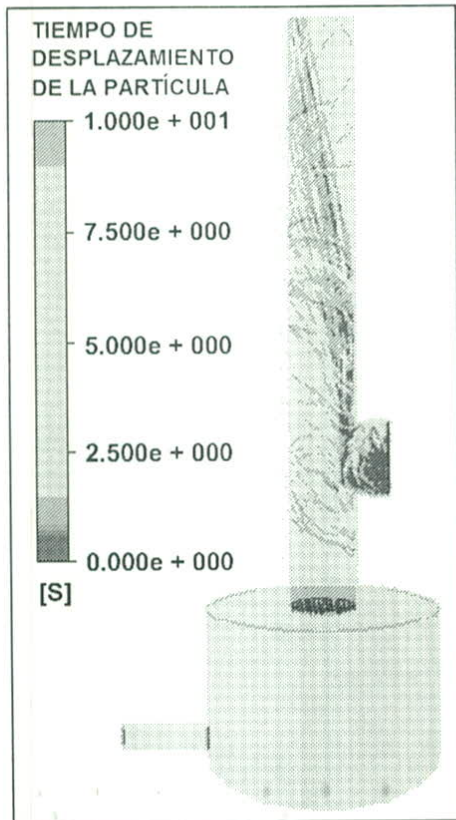


FIG. 6

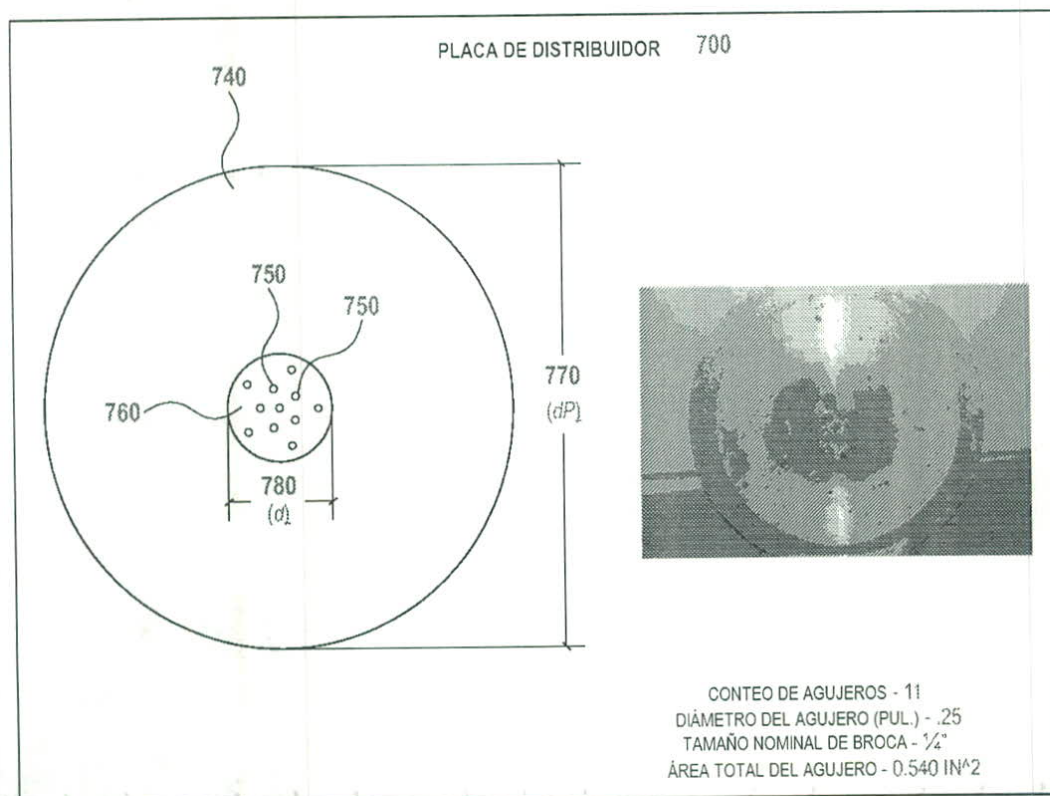


FIG. 7

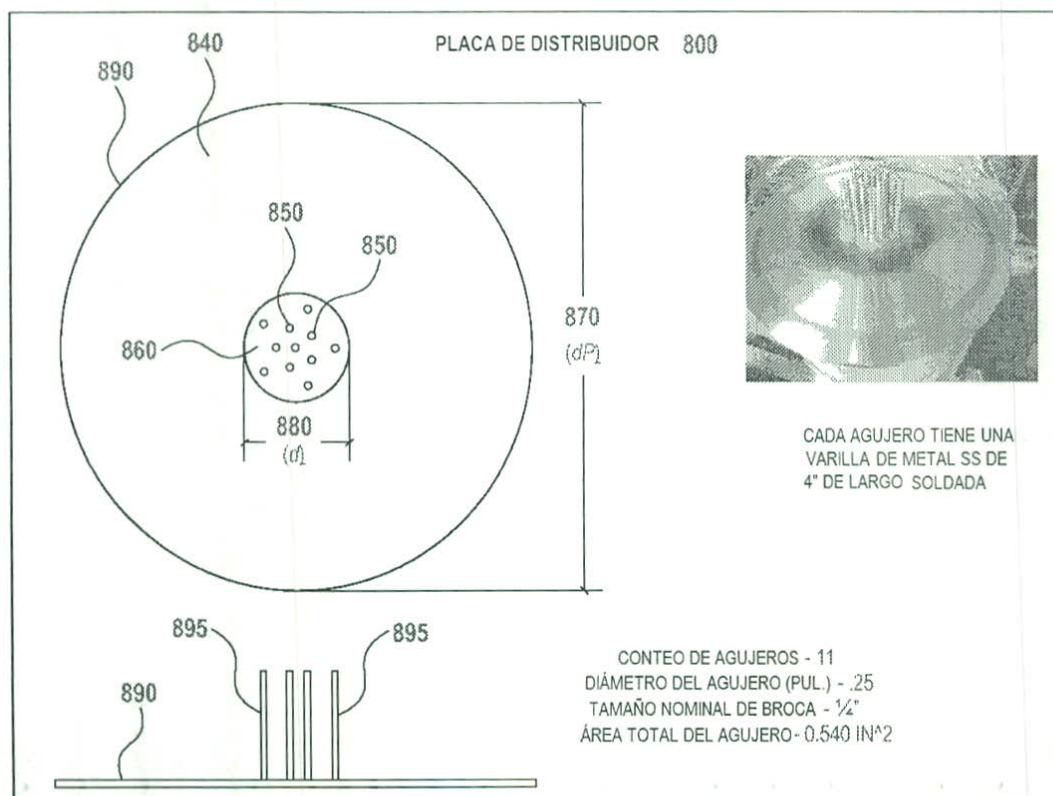


FIG. 8

23

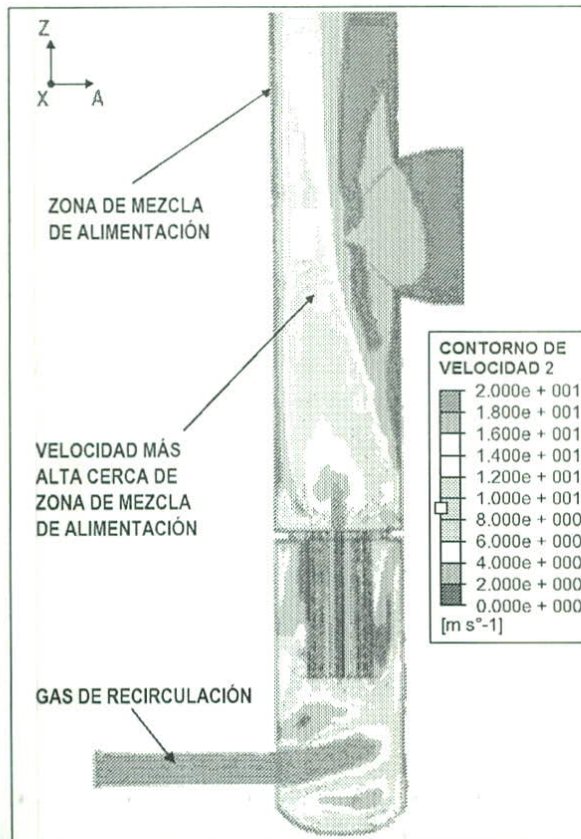


FIG. 9

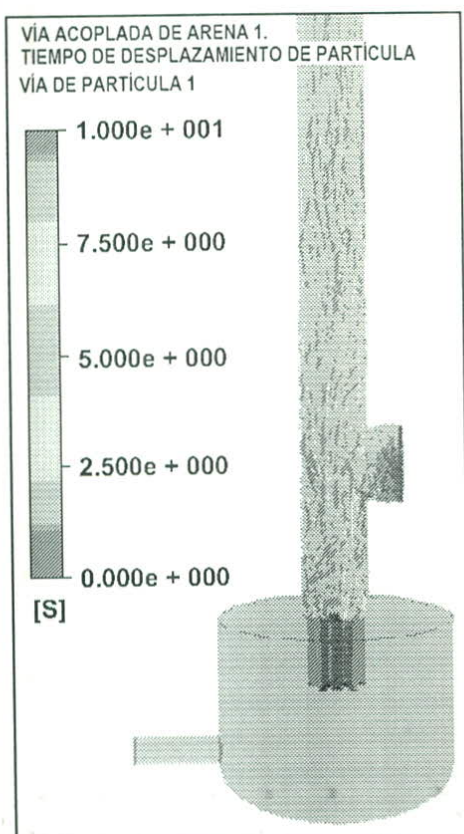


FIG. 10

85

12/13

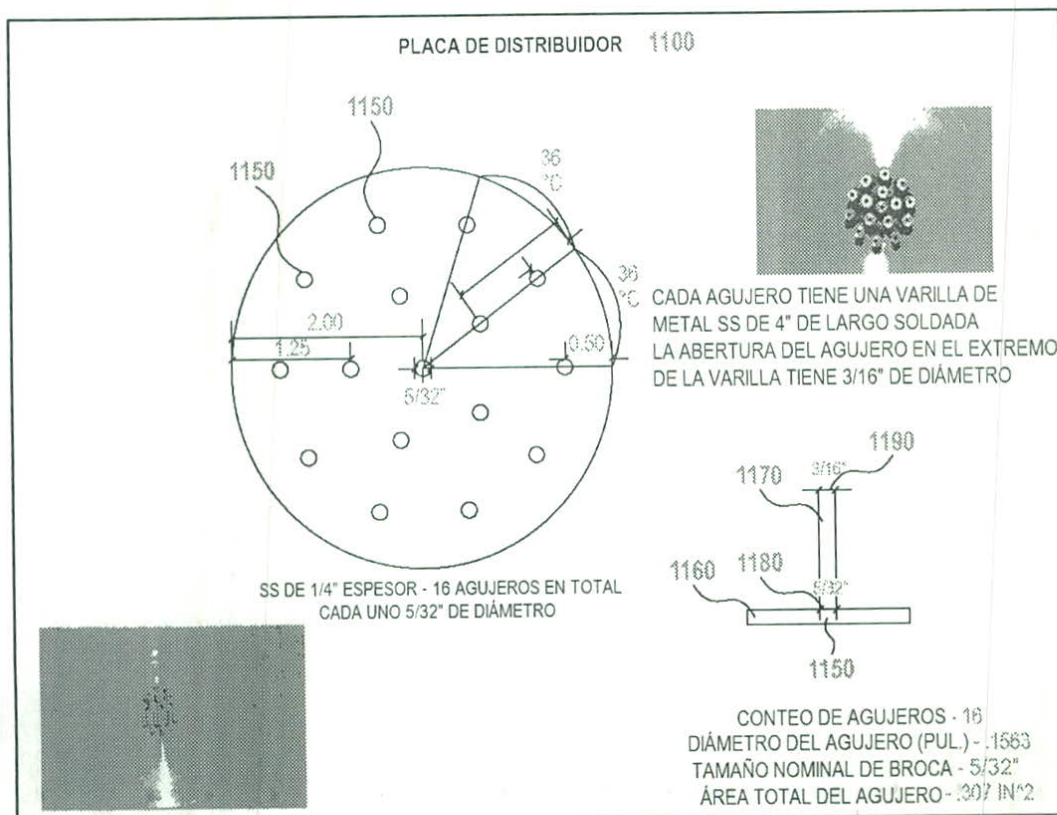


FIG. 11

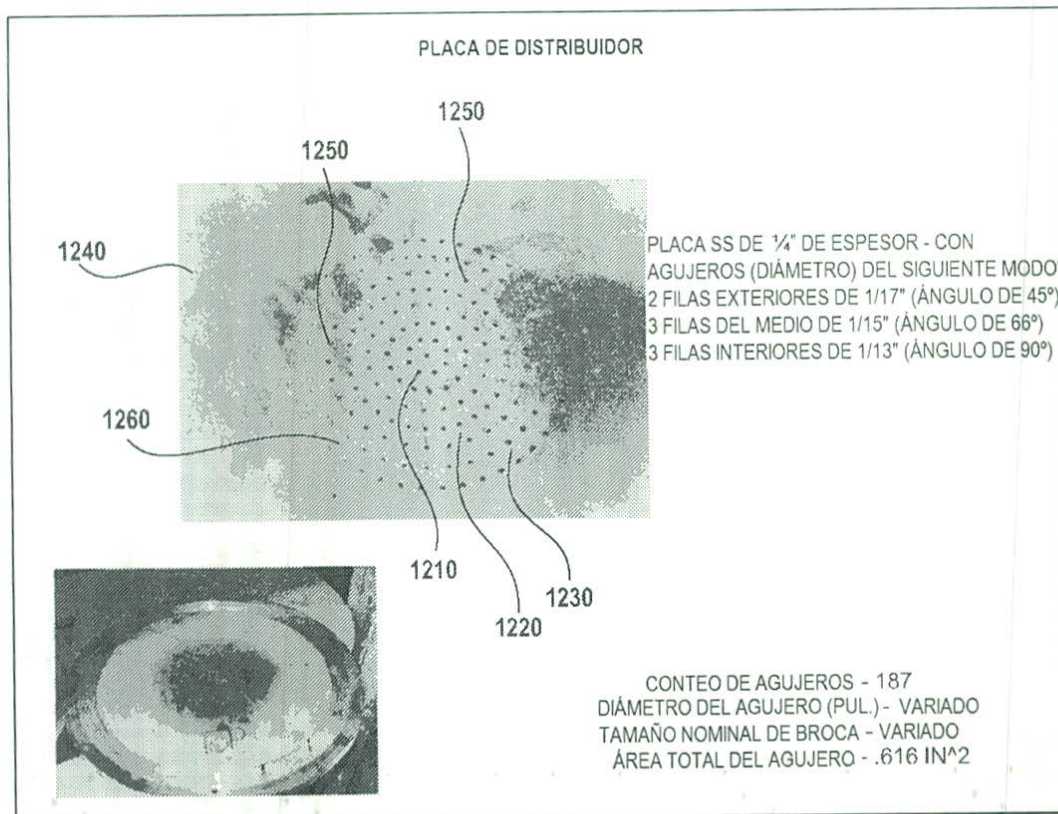


FIG. 12