

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra

Análisis bibliométrico de las completaciones duales, inteligentes e
híbridas en pozos petroleros

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Petróleo

Presentado por:

Rafael Medardo Machado Gómez

GUAYAQUIL - ECUADOR

I PAO 2023

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi hijo, Theo Emiliano, porque en un futuro, podré contarle la anécdota de un joven que ingresó a la universidad y tuvo que pasar por diferentes situaciones para llegar a este punto. Quiero que él siempre se esfuerce en alcanzar sus metas, sus sueños, y si comenzó algo, pueda terminarlo...

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de terminar con esta etapa de mi vida, Él sabe lo que ha significado para mí; y el gran trayecto que tuvimos que recorrer.

Tengo que agradecer a mi esposa, quien ha sido un pilar fundamental donde he conseguido apoyo incondicional, porque sé que podía encontrar refugio en ella. Agradezco a mis padres, porque fueron dos de mis principales motores, porque han estado a mi lado, peleando conmigo mis diferentes batallas, sé que ellos están orgullosos por esta etapa que termina. Agradezco a cada miembro de mi familia, que entre risas han sabido ser aliento para mí, recordándome lo importante que es terminar la carrera y lo satisfactorio que es culminar un ciclo.

Agradezco a mis profesores y tutores que con su sabiduría me han guiado en este trayecto profesional y ahora, en este proyecto.

¡Gracias!

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Rafael Medardo Machado Gómez* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rafael Medardo Machado Gómez', written in a cursive style.

Rafael Machado Gómez

EVALUADORES

M.Sc. Fernando Sagnay Sares

PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:
**DANILO ANDRES
ARCENTALES BASTIDAS**



Firmado electrónicamente por:
**KENNY FERNANDO
ESCOBAR SEGOVIA**

M.Sc. Danilo Arcentales Bastidas

PROFESOR TUTOR

MSc. Kenny Escobar Segovia

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En la actualidad, las investigaciones sobre las tecnologías de pozos inteligentes avanzan a gran ritmo en la industria hidrocarburífera tanto a nivel mundial, como en el territorio latinoamericano. Por lo tanto, es una gran necesidad estudiar las completaciones duales, inteligentes e híbridas de un pozo petrolero con la ayuda de un análisis bibliométrico, con la finalidad de hacer una revisión de las aplicaciones y el desarrollo tecnológico que se ha realizado en el campo; ya que la información se encuentra dispersa en diferentes bases de datos.

Para realizar este proyecto se utilizó la herramienta de software, VosViewer, el cual permite construir y visualizar redes bibliométricas, y a su vez, las técnicas de limpieza de datos que brinda la aplicación. Para mostrar los resultados se utilizó los mapas bibliométricos por países, de co-citación y co-ocurrencias; los cuales fueron proporcionados por el mismo programa, siendo esta una gran ventaja para el tratamiento de toda la información y datos.

Finalmente, proporcionamos algunas recomendaciones para mejorar el uso del software y destacamos la importancia de que el país promueva la investigación científica para contribuir a los avances de la ciencia y de la tecnología; u así mismo que las diferentes universidades y empresas deben buscar alcanzar la formación de líderes en investigación bibliométrica.

Palabras Clave: Análisis bibliométrico, VosViewer, pozos inteligentes, completaciones duales, completaciones inteligentes, completaciones híbridas

ABSTRACT

Currently, research on smart well technologies is advancing at a rapid pace in the hydrocarbon industry both globally and in Latin America. Therefore, it is a great need to study the dual, intelligent and hybrid completions of an oil well with the help of a bibliometric analysis, in order to review the applications and technological development that has been carried out in the field; since the information is dispersed in different databases.

To carry out this project, the software tool VosViewer was used, which allows building and visualizing bibliometric networks, and in turn, the data cleaning techniques provided by the application. To show the results, the bibliometric maps by countries, co-citation and co-occurrences were used; which were provided by the same program, this being a great advantage for the treatment of all the information and data.

Finally, we provide some recommendations to improve the use of the software and highlight the importance of the country promoting scientific research to contribute to advances in science and technology; and likewise, that different universities and companies should seek to achieve the training of leaders in bibliometric research.

Keywords: *Bibliometric analysis, VosViewer, smart wells, dual completions, smart completions, hybrid completions*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Justificación del problema	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Marco teórico	4
1.4.1. Definición de pozos petroleros.....	4
1.4.2. Completaciones de pozos.....	5
1.4.3. Completaciones Duales.....	6
1.4.4. Bibliometría o análisis bibliométrico	11
CAPÍTULO 2	13
2. METODOLOGÍA	13
2.1 Definición del tópico de interés	14
2.2 Viabilidad del tópico de interés	18
2.2.1 Estableciendo la presencia de estudios bibliométricos similares	18
2.2.2 Uso de base de datos de Scopus	20
2.3 Propuesta del tema de interés	21
2.3.1 Realización de la búsqueda.....	21
2.3.2 Despejando las dudas de exploración.....	28
2.4 Cimentando el protocolo para la investigación.....	29
2.4.1 Paso 0: Definiendo el objetivo y el alcance.....	29
2.4.2 Paso 1: Establecimiento de criterios de búsqueda.....	31
2.4.3 Paso 2: Selección de base de datos y búsqueda de documentos	31
2.4.4 Paso 3: Determinando los criterios de inclusión y exclusión.....	31
CAPÍTULO 3	33
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	33
3.1 VosViewer: Mapeo bibliométrico	33
3.2 Mapeo de análisis bibliométrico: Países.....	33
3.3 Mapeo de Co-ocurrencia	36

3.4 Mapa de Co-citación	39
CAPÍTULO 4	44
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
Conclusiones	45
Recomendaciones	46
Bibliografía.....	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Interrogantes para la investigación	30
Tabla 2.2: Dimensiones y palabras claves	31
Tabla 3.1 Países con mayor cantidad de artículos en completaciones	35
Tabla 3.2 Co-citación de autores	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1 Completación dual concéntrica con sistema encapsulado casing de 9 5/8”	8
Figura 1.2 Completación dual concéntrica, sistema ESP packer	8
Figura 1.3 Completaciones dobles con tuberías paralelas	9
Figura 2.1 Exploración de información “DUAL, INTELLIGENT AND HYBRID COMPLETIONS IN OIL WELLS”	14
Figura 2.2 Áreas de aplicación	15
Figura 2.3 Resultados de búsqueda de Áreas “Engineering”	15
Figura 2.4 Dual completions in oil Wells (Science Direct)	16
Figura 2.5 Hybrid completions in oil Wells (Science Direct)	16
Figura 2.6 Intelligent completions in oil Wells (Science Direct)	16
Figura 2.7 Scopus – Dual completions in oil Wells	17
Figura 2.8 Scopus – Intelligent completions in oil Wells	17
Figura 2.9 Scopus – Hybrid completions in oil Wells	17
Figura 2.10 Estudios similares en español – Sin resultado	18
Figura 2.11 Estudios similares en español - Bibliometría de completaciones en pozos petroleros	19
Figura 2.12 Estudios similares en inglés	19
Figura 2.13 Estudios similares en inglés – Bibliometry of completions in oil wells	20
Figura 2.14 Completaciones híbridas – Documents by year	21
Figura 2.15 Completaciones híbridas – Documents by author	22
Figura 2.16 Completaciones híbridas – Documents by country or territory	22
Figura 2.17 Completaciones híbridas – Documents by affiliation	23
Figura 2.18 Completaciones duales – Documents by year	23
Figura 2.19 Completaciones duales – Documents by author	24
Figura 2.20 Completaciones duales – Documents by territory	24
Figura 2.21 Completaciones duales – Documents by affiliation	25
Figura 2.22 Completaciones inteligentes – Documents by year	26
Figura 2.23 Completaciones inteligentes – Documents by territory	26
Figura 2.24 Completaciones inteligentes – Documents by author	27
Figura 2.25 Completaciones inteligentes – Documents by affiliation	28
Figura 2.26 Exportación y criterios de datos en formato CSV Excel	32
Figura 2.27 Exclusión de datos que no poseen nombre de autor	32
Figura 3.1 VosViewer Network Visualization - Mapeo por países	33
Figura 3.2 Density Visualization – Visualización por densidad	34
Figura 3.3 Overlay Visualization - Visualización a través del tiempo	35
Figura 3.4 Network Visualization - Mapa de co-ocurrencias para términos sin limpiar	36
Figura 3.5 Network Visualization – Mapa de co-ocurrencias de términos limpios	37
Figura 3.6 Density Visualization - Mapa de densidades de co-ocurrencias	38
Figura 3.7 Overlay Visualization - Avance de la tecnología a través del tiempo	38
Figura 3.8 Red de visualización de autores	39

CAPÍTULO 1

1. Introducción

La industria hidrocarburífera es un sistema de mecanismos, que se encarga de extraer y manipular los recursos naturales extraíbles del suelo, los cuales pueden ser complicados de gestionar. El explotar y operar en este ámbito se vuelve problemático para toda empresa por los altos gastos de inversión y desarrollo que implica este tipo de operatividad. (BBC, 2015). Para obtener resultados al momento de producir, transportar y almacenar crudo el trabajo a realizar conlleva a tener un alto grado de desarrollo tecnológico que permita manejar el riesgo e incertidumbre.

Una compañía petrolera, la cual se encarga de realizar la explotación y exploración de crudo en el campo asignado según su jurisdicción, trabaja con el objetivo de maximizar la producción y con ello, generar altos ingresos, que minimicen las pérdidas de materia para erradicar el déficit. (Fontaine, 2006)

La efectividad operacional en la industria petrolera se consigue siempre y cuando los equipos utilizados mantengan estándares de calidad altos, donde los problemas mecánicos en la completación del pozo no se den o se traten de reducir, donde el yacimiento no sufra afectaciones, ya que debemos recordar que todo campo petrolero posee un conjunto de pozos trabajando, si uno falla, la productividad en general se verá mermada.

Según Guillaume Fontaine (2006), en su libro *Petróleo y Desarrollo Sostenible en Ecuador*, la industria del petróleo se inicia en los años 70. En esa época, el país concesionó diferentes tierras para su explotación, lastimosamente muchos de esos lugares geográficos fueron abandonados por su no rentabilidad al momento de producir el pozo. Por ende, y con el fin de aprovechar un pozo que sí lograba sus metas, se implementó el método de completación de un pozo. Dicho

proceso, se realiza después de la perforación del yacimiento, el cual consiste en reparar mecánicamente la sarta de producción para que los fluidos de la formación sean producidos eficientemente. (Fontaine, 2006)

Para llegar a restaurar un pozo petrolero, por lo general se realizan reacondicionamientos o mantenimientos, los cuales son conocidos en la industria como workovers, a través de torres de reacondicionamiento que son unidades móviles con equipación externa que genera y almacena fluido, permitiendo que las operaciones de producción continúen y no se estanquen. (Chancay & Rumipamba, 2007)

Otra forma de mejorar los pozos y elevar los valores de su rendimiento es a través de la tecnología que se aplica en la completación inteligente, misma que avanza a grandes pasos a nivel mundial e implementado ya en América Latina logrando resultados óptimos dentro de las compañías. (Figuera, 2021)

Los sistemas híbridos, consisten en la combinación de dos sistemas de levantamiento artificial o dos formas de producción de pozos, la cual permite incrementar la cantidad de crudo que se requiere extraer, mejorando la relación costo-beneficio, salvaguardando limitaciones de la perforación como lo es el tamaño del tubing, la profundidad de donde se extrae el crudo, la presencia de gases que alimentan la corrosión, entre otros problemas que limitan la operación. (García P. , 2020)

El presente trabajo trata sobre la problemática que se tiene..... ¿cuál es la problemática? Es por eso que a través del análisis bibliométrico se detallarán datos relevantes y actualizados que permitirán esclarecer dudas como: dónde se han aplicado con mayor significancia las completaciones duales, híbridas e inteligentes; qué autores han realizado sus investigaciones y han logrado publicar sus resultados más relevantes y qué cambios a través del tiempo se han podido mejorar en las completaciones mencionadas.

1.1. Descripción del problema

En la actualidad, debido al fácil acceso a la información, la sociedad se encuentra en el problema de tener que navegar en un océano de datos. La información y los datos se encuentran dispersos por todo el ciberespacio, en libros, diferentes artículos de investigación, revistas, o libros; por lo que es necesario recopilar toda esta información para poder ordenarla. Es así que, en este trabajo, mediante el análisis bibliométrico, se clasificará toda la información que de manera general se la puede hallar en la plataforma de Scopus y otros navegadores académicos, utilizando la herramienta tecnológica "VosViewer". Es importante que el lector reconozca que debe tener un criterio de búsqueda adecuado, ya que el fin es lograr determinar el concepto de los tipos de completación que se detallarán en este trabajo.

1.2. Justificación del problema

El presente estudio busca proporcionar al lector una guía general y comparativa de las completaciones que pueden desarrollarse en un pozo petrolero, con la finalidad de: obtener niveles de producción altos, verificar la demostrabilidad de las acciones obtenidas según los datos clasificados, a fin de conocer los estándares regulares y de mejora para la maxificación en la explotación del petróleo en las fuentes de obtención.

Este trabajo demostrará mediante el análisis bibliométrico, qué tipo de caso es adecuado según la necesidad que se presente al momento de la perforación de un pozo petrolero, obteniendo así, una guía específica apegada a los manuales procedimentales de las empresas petroleras. Estas guías ayudarán a instituir los distintos planteamientos de búsqueda y a establecer mejoras de los pozos con el fin de optimizar recursos y tiempo de ejecución; y a su vez, lograr un menor impacto de intervención en la flora y fauna de la localidad en exploración.

El producto final de este trabajo proporcionará como resultado un documento donde se encontrará el análisis bibliométrico de las completaciones duales, inteligentes e híbridas; detallando a los autores que tienen mayor influencia, ya que son los más reconocidos y expertos del tema, adicional, las fechas donde se registró el mayor número de trabajos en relación con el uso de estas tecnologías en pozos petroleros y los países en donde se han realizado estas investigaciones. Esto servirá de guía para nuevos estudios y se logrará así, que el investigador pueda tomar de referencia la información proporcionada en este proyecto.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Estudiar las completaciones duales, inteligentes e híbridas de un pozo petrolero a través del análisis bibliométrico, con la finalidad de hacer una revisión de las aplicaciones y el desarrollo tecnológico que se ha realizado en el campo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Recopilar información referente a las completaciones duales, híbridas e inteligentes mediante revisión bibliográfica en Scopus.
- b) Ordenar los datos y la información mediante la aplicación del software VosViewer.
- c) Clasificar las diferentes tendencias que se obtengan por nombre de autor, institución universitaria, empresa amparadora, país de donde se origina la investigación o proyectos de completaciones duales, híbridas e inteligentes a través del software VosViewer.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Definición de pozos petroleros

El término de pozos petroleros alude a obras de ingeniería enfocadas a poner en contacto un yacimiento de hidrocarburos con la superficie. Para especificar su término, se puede decir que es una perforación efectuada en el subsuelo con barrenas de diferentes diámetros y con revestimiento de tuberías, que pueden ser de diversas profundidades, para la prospección o explotación de yacimientos. (Press, 2014)

1.4.2. Completaciones de pozos

La completación y/o terminación de un pozo petrolero es un proceso operativo que se inicia después de cementada la última tubería de revestimiento y se realiza con el fin de dejar el pozo produciendo hidrocarburo. (Gonzalez, 2018)

Como menciona Roberto Castro (2013), en su tesis: *Diseño de completación dual paralela en el campo Dumbique*, la Ingeniería Petrofísica, Ingeniería de Yacimientos y de las ciencias de producción y construcción de pozos; han venido realizando, en los últimos años, un trabajo en equipo que permita la interacción de las ramas que conforman el desarrollo de la industria del petróleo; por ese motivo, realizar este análisis bibliométrico ayudará a organizar la información proporcionada por los diferentes profesionales.

Así mismo, argumenta que la elección y el adecuado diseño de los esquemas de completación de los pozos perforados, constituyen parte decisiva dentro del trabajo operativo, productivo y de desarrollo de campo. La eficiencia y la seguridad del vínculo establecido entre el yacimiento y la superficie dependen de la correcta y estratégica disposición de todos los parámetros que lo conforman, es así, que se habla de la productividad del pozo en función de la completación, que incluye un análisis de sus condiciones mecánicas y la rentabilidad económica que justifique su existencia. (Castro, 2013)

Se entiende por completación o terminación al conjunto de trabajos que se realizan en un pozo después de la perforación o durante la reparación, para dejarlos en condiciones de producir eficientemente los fluidos de la formación o destinarlos a otros usos, como inyección de agua o gas. Los trabajos pueden incluir el revestimiento del intervalo productor con tubería lisa o ranurada, la realización de empaques con grava o el cañoneo del revestidor y, finalmente, la instalación de la tubería de producción. (Castro, 2013)

1.4.3. Completaciones Duales

Las completaciones duales son una técnica de producción de crudo de dos arenas al mismo tiempo, esta práctica reemplaza a la técnica anterior de completación simple; sin embargo, solo se aplica dependiendo del potencial de cada pozo. (Ruiz, 2007)

Hay múltiples factores que se deben considerar antes de seleccionar qué tipo de equipo se usará en determinado pozo; para ello, se hace un análisis considerando lo siguiente: el intervalo entre disparos, potencial de producción, tipos de pozos, rango de profundidades, entre otros. Sin embargo, también se debe definir el tipo de tecnología a usarse, ya que, si un pozo no es muy productivo, resultaría costoso introducir un sistema dual y se utilizará uno simple. (Guachamín & Obando, 2012) Esta es una de las razones por las que se buscará en el análisis bibliométrico, clasificar los trabajos de investigación por tipo de completación, para agrupar a los estudios según esta variante.

La producción en los pozos con una sola bomba electrosumergible (BES) logra quedar limitada por componentes tales como la potencia disponible en el fondo del pozo, el caudal máximo obtenible con la bomba, los elevados costos de reacondicionamiento, la consideración

de la corrosión de la tubería de revestimiento y un control limitado sobre las zonas de producción. (Guachamín & Obando, 2012)

1.4.3.1. Completación dual concéntrica

Según César Romero (2003), en su trabajo de investigación *Completación Dual concéntrica con Bombas eléctricas sumergibles de un pozo en el Oriente Ecuatoriano*, la completación dual concéntrica es un ensamblaje de equipos, herramientas y bombas, donde su diseño permite poder producir de manera separada de dos zonas productoras existentes en un mismo pozo pero que se encuentran en distintos estratos de roca productora y por tanto a diferentes profundidades.

Existen dos tipos de ensamblajes, el primero consta de una bomba electro sumergible para producir de una zona, mientras que la otra se produce a flujo natural, el segundo consta de dos bombas electro sumergible las cuales se encargaran de producir cada una de su respectiva zona de manera separada. Ambos ensamblajes tendrán un diseño de tuberías concéntricas, las cuales evitarán que se produzca la mezcla de fluidos de las dos distintas zonas. (Romero & Gómez, 2003)

1.4.3.1.1. Completación dual concéntrica con el sistema de encapsulamiento.

Permite producir dos zonas (arenas productoras) en el mismo pozo usando Bombas Electrosumergibles (BES). Se puede instalar en pozos con casing de 9 5/8" y con liner de 7". El equipo BES inferior es instalado dentro de una cápsula (POD) de 7" cuando se asienta la BES en casing de 9 5/8" y se instala una cápsula (POD) de 5" cuando la BES se asienta en liner de 7", bajo esta cápsula se encuentra instalado un ensamblaje Talipipe el cual tiene un localizador con unidades de sello y pata de mula, las cuales penetran en el Seal Bore Paker (ID pulido) que estará situado entre las dos zonas de interés, con esta configuración de Paker y cápsula se aíslan las dos zonas productoras una de otra. (Guachamín & Obando, 2012)

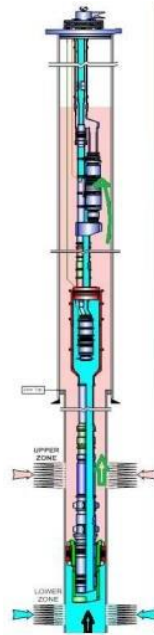


Figura 1.1 Completación dual concéntrica con sistema encapsulado casing de 9 5/8''

Fuente: Guachamín & Obando, 2012

1.4.3.1.2. Completación Dual Concéntrica con ESP Packer.

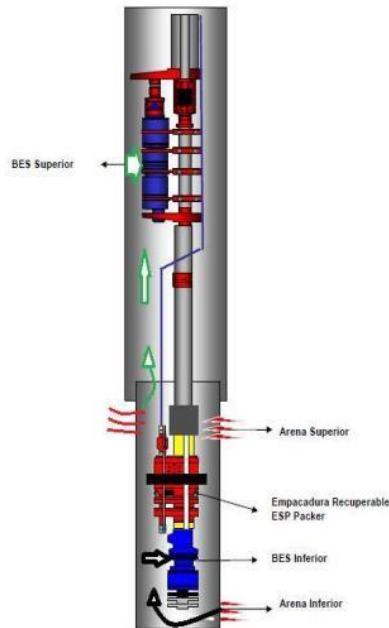


Figura 1.2 Completación dual concéntrica, sistema ESP packer

Fuente: Guachamín & Obando, 2012

1.4.3.2. Completación Dual con Tuberías Paralelas

Este tipo de completación es típica donde se puede producir en dos zonas de manera simultánea y por separado por medio del uso de dos tuberías de producción paralelas de 2 7/8" con dos Bombas Electrosumergibles separadas y con empacaduras dobles que se pueden asentar después de que el árbol esté instalado. (Guachamín & Obando, 2012)

Uno de los diseños es el que consta de un packer permanente entre las dos arenas y colocar una capsula de 5" en el liner de 7^a para que sea instalado el equipo BES inferior mientras que el otro equipo BES superior será instalado en una de las tuberías paralelas de 2 7/8" dentro del casing de 9 5/8"; así se producirá las dos arenas de forma independiente. (Guachamín & Obando, 2012)

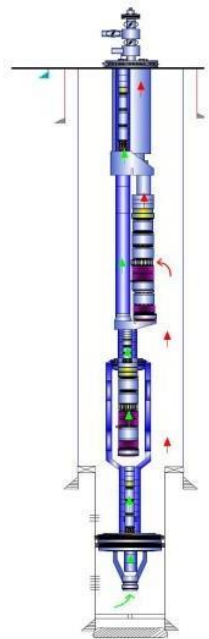


Figura 1.3 Completaciones dobles con tuberías paralelas

Fuente: Guachamín & Obando, 2012

1.4.3.3. Completaciones Híbridas

Los sistemas híbridos consisten en combinar dos métodos de elevación artificial para lograr ventajas en la explotación de los recursos. Esta combinación permite aumentar el caudal de bombeo a mejorando la relación costo/beneficio, salvando limitaciones como el tamaño del tubing, la profundidad de operación, corte de agua y presencia de gases corrosivos. Además, estos sistemas poseen una mayor versatilidad para afrontar condiciones futuras de operación en los que se necesitaría modificar o reemplazar el método de extracción por otro. La combinación de dos sistemas convencionales permite que el rango de la operación se amplíe, con la ventaja de permitir operar cada sistema en sus puntos de máxima eficiencia de manera independiente. A largo plazo, si bien el costo inicial de inversión y producción son mayores, se podrían obtener beneficios debido a una mayor producción y una mayor disponibilidad del sistema, mejorando la relación costo/producción. (Boim, Martinez, & Olivari, 2015)

1.4.3.4. Completaciones Inteligentes

Reinaldo Figuera (2021) menciona, en su artículo *Tecnología de completación de pozos inteligentes*, que la tecnología de pozos inteligentes, o completación inteligente, refiere a un sistema completo (superficie-subsuelo) que permite la gestión continua y en tiempo real del yacimiento y los fluidos producidos. El núcleo de la tecnología es formar un lazo de control de circuito cerrado; por lo tanto, los datos como la temperatura y presión de fondo del pozo se retroalimentan a un Control Lógico Programable en tiempo real (PLC). Luego, estos datos se procesarán y se analizan en profundidad en una plataforma o sistema inteligente.

Posteriormente, se genera una instrucción informática de gestión del yacimiento-pozo a través de un sistema de control de comunicación

inalámbrica. Su aplicación específica en el desarrollo de yacimientos y pozos productores de petróleo, se basa principalmente en la optimización y el control de la producción, con el objetivo de maximizar la recuperación de hidrocarburos. Un óptimo sistema de pozo inteligente debe considerar el aislamiento entre capas, el control de flujo, la recuperación mecánica de petróleo, el monitoreo permanente y el control de la arena. De esta manera se puede supervisar y controlar la producción de petróleo y gas en tiempo real. La reconfiguración resultante en tiempo real de la estructura del pozo ayudará a mejorar la producción y reducir los costos operativos. (Figuera, 2021)

1.4.4. Bibliometría o análisis bibliométrico

La bibliometría es la aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a toda fuente escrita que esté basada en las facetas de la comunicación y que considere los elementos tales como autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma, resumen y palabras claves o descriptores. (Solano, Castellanos, López, & Hernández, 2009)

Además, es la bibliografía estadística basada en la necesidad de efectuar recuento de las publicaciones existentes, la disciplina que cuantifica el contenido de los libros, y el estudio cuantitativo de las unidades físicas publicadas, de las unidades bibliográficas, o de sus sustitutos. Igualmente se define como la aplicación de análisis estadísticos para estudiar las características del uso y creación de documentos, como el estudio cuantitativo de la producción de documentos.

Es considerada, también, como el conjunto de técnicas cuantitativas aplicadas al análisis de conjuntos documentales, sus productores y consumidores, y como la herramienta mediante la cual se puede observar el estado de la ciencia y la tecnología a través de la producción global de la literatura científica en un nivel dado de especialización. (Solano, Castellanos, López, & Hernández, 2009)

Para visualizar cómo un análisis bibliométrico provee la información se hizo una búsqueda rápida en Scopus y se encontró el siguiente artículo: Perspectivas históricas sobre los hidratos de gas y el análisis del impacto de las citas.

En este trabajo, se presenta un análisis bibliométrico del campo de los hidratos de gas o hidratos de clatrato para el período de 1901 a 2020 de la base de datos de la colección central de Web of Science de Clarivate Analytics. En total, Se analizaron 12 152 publicaciones de revistas (artículos de revisión y de investigación originales) de la base de datos de la colección central de Web of Science que abarca 121 años (1901–2020). Se identifican y resaltan los países principales, los artículos de revisión más citados y los artículos de investigación originales junto con los títulos de las fuentes principales (revistas). Los mapas de visualización de red se presentan para países, fuentes y organizaciones mediante el análisis de citas en VosViewer. Se realiza un análisis de co-ocurrencia para identificar las principales palabras clave y sus enlaces a través de la visualización de red basada en VosViewer. (Química S. C., 2022)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Considerando la definición del término de bibliometría citada en este trabajo, se empezará con el desarrollo de la metodología de este proyecto. Considerando que el análisis bibliométrico es la aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a toda fuente escrita y que, además, se considera un instrumento de relevancia para el análisis de la elaboración de artículos científicos, para evaluar a su vez, su rendimiento a través de la identificación de las principales tendencias y patrones, se dio inicio al objetivo planteado en la sección anterior.

Inicialmente, se analizó brevemente la información sobre las completaciones duales, inteligentes e híbridas de un pozo petrolero; por medio del uso de algunos motores de búsqueda y mediante las plataformas de datos e información para observar si el análisis bibliométrico que se realizó era factible.

Para realizar este trabajo primero se establecerá el tópico a investigar, luego se buscará la información de carácter científico realizando la verificación de otros términos relacionados; luego se abarcará la posibilidad de trabajar con el tópico de interés que fue seleccionado, y así mismo, estableciendo la existencia de estudios bibliométricos de la misma naturaleza. Para este apartado utilizaremos la plataforma de Scopus, que consiste en una base de datos que recopila artículos científicos; para ello, se instauraron algunos parámetros primordiales de búsqueda y las palabras que servirán de clave para dicha acción. Se realizó la propuesta del tópico de interés para realizar la búsqueda y poder analizar de acuerdo con las variantes establecidas: año de publicación, autores, y lugar donde se realizaron las investigaciones.

Se resolverá también las inquietudes de exploración: ¿El campo de estudio es grande?; ¿Es atractivo a la academia?; ¿Tengo la experticia suficiente en el tópico de interés? Luego se construye el protocolo de investigación definiendo el objetivo y alcance; y luego estableciendo los criterios de búsqueda.

2.1 Definición del tópico de interés

2.1.1 Estableciendo el tópico

Los temas escogidos para una mejor recopilación de datos son: completación dual, completación inteligente y completación híbrida en pozos petroleros. Para la búsqueda, se hizo la traducción al idioma inglés, para poder utilizar estos términos en una aplicación web que maneja la tecnología "Deep Learning", es decir el procesamiento de información con algoritmos, obteniendo así que la muestra para este trabajo se obtendrá con términos: dual, intelligent and hybrid completions in oil wells

2.1.2 Buscando la información de carácter científico

Los datos y la información de los temas establecidos fueron indagados en primera instancia en Science Direct en julio 5. Esta búsqueda permitió verificar que el tópico escogido tiene información de relevancia, además, de verificar las áreas en las que las completaciones han sido investigadas.

The screenshot shows the ScienceDirect search interface. At the top, the ScienceDirect logo and 'Journals & Books' are visible. A search bar contains the query 'DUAL, INTELLIGENT AND HYBRID COMPLETIONS IN OIL WELLS'. Below the search bar, it indicates '500 results'. On the left side, there are filters for 'Refine by: Years' (2023: 48, 2022: 56, 2021: 28) and 'Article type' (Review articles: 90, Research articles: 147, Encyclopedia: 16, Book chapters: 115). On the right side, two search results are displayed: a 'Review article' titled 'Intelligent Drilling and Completion: A Review' and a 'Book chapter' titled 'Information security risk-based inherently safer design for intelligent oil and gas pipeline systems'. A 'Sign in' button is located at the bottom right of the search results area.

Figura 2.1 Exploración de información “DUAL, INTELLIGENT AND HYBRID COMPLETIONS IN OIL WELLS”

Fuente: Investigación propia

- Subject areas
- Engineering (175)
 - Energy (150)
 - Computer Science (56)
 - Materials Science (41)
 - Chemical Engineering (36)
 - Medicine and Dentistry (30)
 - Chemistry (28)
 - Mathematics (24)
 - Decision Sciences (22)
 - Environmental Science (21)

Figura 2.2 Áreas de aplicación

Fuente: Investigación propia

Se pudo observar que de acuerdo con los resultados los sistemas de completación se han aplicado en trabajos de ingeniería, donde el trato a innovaciones energéticas y desarrollo sostenible de los territorios, la detección y solución de problemas son los ejes principales de aplicación teórica.

Review article ● Open access
 A Survey on the Application of Machine Learning and Metaheuristic Algorithms for Intelligent Proxy Modeling in Reservoir Simulation
 Computers & Chemical Engineering, 17 December 2022, ...
 Cuthbert Shang Wui Ng, Menad Nait Amar, ... Lars Struen Imsland
[View PDF](#)

Review article
 Dynamics of oil-water interface demulsification using multifunctional magnetic hybrid and assembly materials
 Journal of Molecular Liquids, 25 May 2020, ...
 Nisar Ali, Muhammad Bilal, ... Hafiz M. N. Iqbal

Research article
 Constrained multi-objective optimization of short-term crude oil scheduling with dual pipelines and charging tank maintenance requirement
 Information Sciences, 28 December 2021, ...
 Yan Hou, Yixian Zhang, ... Qinghua Zhu

Research article ● Full text access
 Optimization system for valve control in intelligent wells under uncertainties
 Journal of Petroleum Science and Engineering, August 2010, ...
 Luciana Faletti Almeida, Marley M. B. R. Vellasco, Marco A. C. Pacheco
[View PDF](#)

Figura 2.3 Resultados de búsqueda de Áreas “Engineering”

Fuente: Investigación propia

Además, se buscó de manera individual cada ítem y se obtuvo los siguientes resultados:

DUAL COMPLETIONS IN OIL WELLS

Advanced search

14,559 results

Refine by:

Years

- 2024 (4)
- 2023 (808)
- 2022 (1,127)

Show more

Article type

- Review articles (1,357)
- Research articles (8,709)
- Encyclopedia (229)
- Book chapters (2,737)

Show more

Research article Open access
Progress and prospect of CNOOC's oil and gas well drilling and completion technologies
 Natural Gas Industry B, 6 April 2022, ...
 Zhong Li, Renjun Xie, ... Junliang Yuan
[View PDF](#)

Research article
Carbon neutral oil assessment using a dual-porosity compositional model in unconventional reservoirs
 Geoenergy Science and Engineering, 14 December 2022, ...
 Yanrui Ning, Hossein Kazemi, ... Tom Davis

Want a richer search experience?
 Sign in for article previews, additional search fields & filters, and multiple article download & export options.
[Sign in](#)

Figura 2.4 Dual completions in oil Wells (Science Direct)

Find articles with these terms: **Fuente: Investigación propia**
 HYBRID COMPLETIONS IN OIL WELLS

Advanced search

12,377 results

sorted by relevance | date

Refine by:

Years

- 2024 (5)
- 2023 (934)
- 2022 (1,217)

Show more

Article type

- Review articles (1,556)
- Research articles (7,307)
- Encyclopedia (251)
- Book chapters (2,232)

Research article
Robust permutation flow shop total weighted completion time problem: Solution and application to the oil and gas industry
 Computers & Operations Research, 1 December 2022, ...
 Mario Leverato, David Sotelo, ... Yuri Frota

Research article
Crude oil production prediction based on an intelligent hybrid modelling structure generated by using the clustering algorithm in big data
 Geoenergy Science and Engineering, 21 March 2023, ...
 Rasid Z. Harmod, Ghazwan Noori Saad Jreou, ... Zaher Munderh Yaseen

Want a richer search experience?
 Sign in for article previews, additional search fields & filters, and multiple article download & export options.
[Sign in](#)

Figura 2.5 Hybrid completions in oil Wells (Science Direct)

Fuente: Investigación propia

Find articles with these terms
 INTELLIGENT COMPLETIONS IN OIL WELLS

Advanced search

4,191 results

Refine by:

Years

- 2024 (1)
- 2023 (305)
- 2022 (358)

Show more

Article type

- Review articles (392)
- Research articles (2,227)
- Encyclopedia (52)
- Book chapters (980)

Research article
Numerical investigation of the application of intelligent horizontal well completion
 Journal of Natural Gas Science and Engineering, 9 September 2020, ...
 Tuna Eren, Can Polat

Review article Open access
Intelligent Drilling and Completion: A Review
 Engineering, 30 August 2022, ...
 Gensheng Li, Xianzhi Song, ... Zhaopeng Zhu
[View PDF](#)

Want a richer search experience?
 Sign in for article previews, additional search fields & filters, and multiple article download & export options.
[Sign in](#)

Figura 2.6 Intelligent completions in oil Wells (Science Direct)

Fuente: Investigación propia

Para completación dual, 14.559 resultados; para completación inteligente, 4.191 resultados y para completación híbrida, 12.377 resultados.

Así mismo, se ingresó los mismos indicadores de búsqueda en el navegador de **Scopus**, para poder referenciar los resultados.

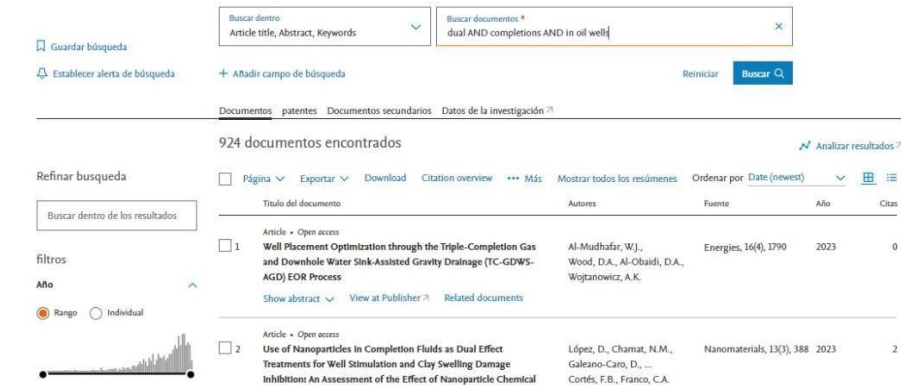


Figura 2.7 Scopus – Dual completions in oil Wells

Fuente: Investigación propia

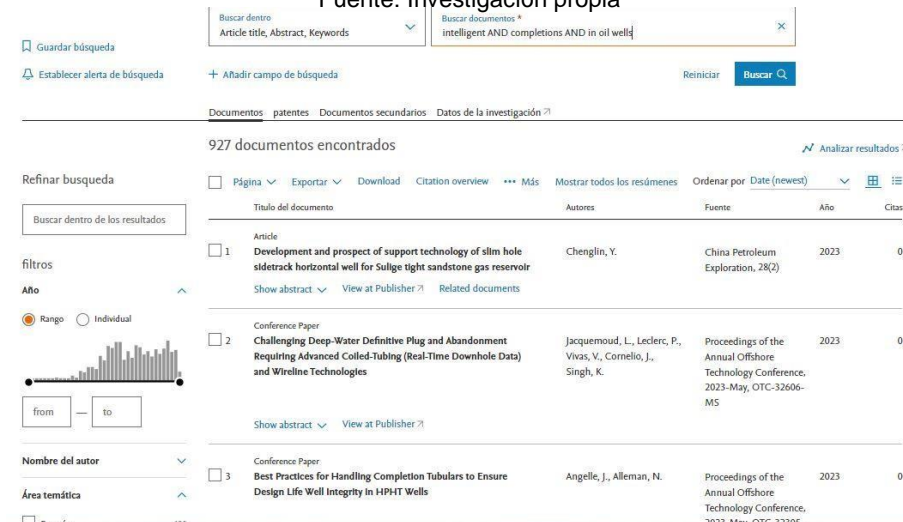


Figura 2.8 Scopus – Intelligent completions in oil Wells

Fuente: Investigación propia

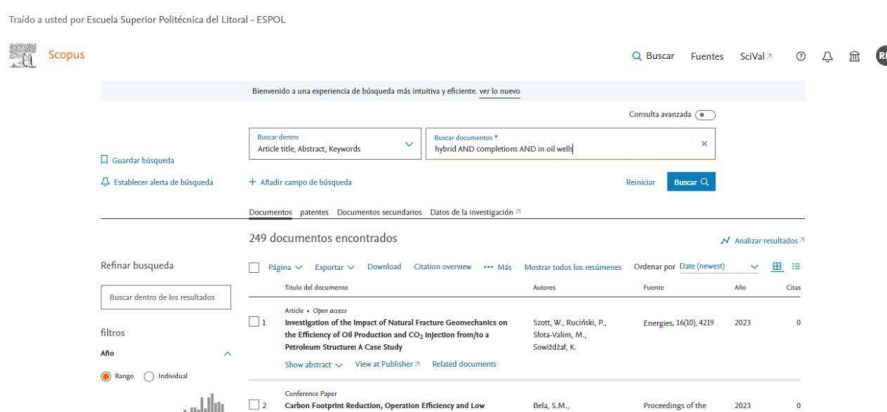


Figura 2.9 Scopus – Hybrid completions in oil Wells

Fuente: Investigación propia

Se puede ver en las ilustraciones 2.7 – 2.8 – 2.9; que se encontraron algunos archivos del tema seleccionado. Así, en caso de que el lector no conozca nada, podemos leer brevemente y tener mayor certeza de lo que se está investigando.

2.1.3 Comprobación de otros términos relacionados

Con los datos e información obtenidos, se comprobó que no se ha realizado un análisis bibliométrico de estos tres tipos diferentes de completaciones; por lo tanto, no se puede realizar la relación de términos. Lo que sí se puede deducir es que con el paso de los años los términos de campo se han mantenido.

2.2 Viabilidad del tópico de interés

2.2.1 Estableciendo la presencia de estudios bibliométricos similares

Se ingresó a Google Académico el título de este trabajo y se verificó que realizar un análisis bibliométrico de las completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros no ha sido realizado.

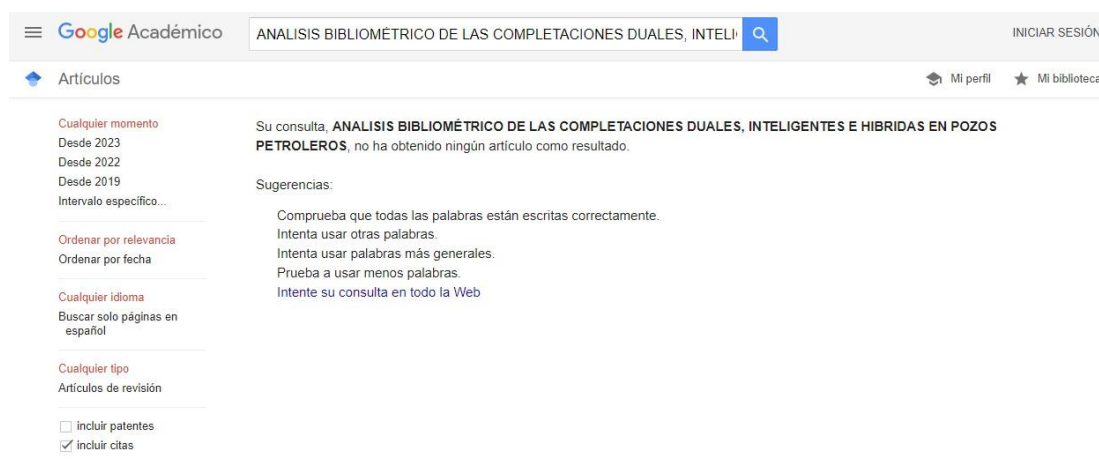


Figura 10 ¡Error! Utilice la pestaña Inicio para aplicar 0 al texto que desea que aparezca aquí. **10 Estudios similares en español – Sin resultado**
Fuente: Investigación propia

Sin embargo, cambiamos en el buscador el tema, introduciendo: Bibliometría de completaciones en pozos petroleros y obtuvimos 28 resultados.

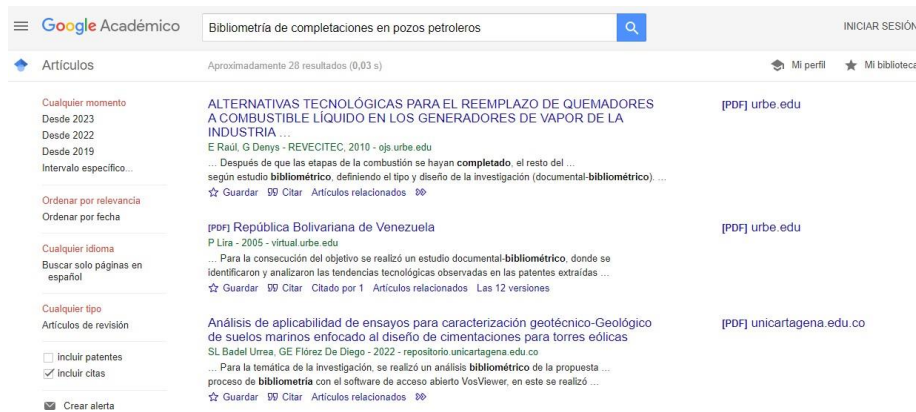


Figura 2.11 Estudios similares en español - Bibliometría de completaciones en pozos petroleros

Fuente: Investigación propia

El tema escogido, se buscó también en inglés, generándose los siguientes resultados:

- Bibliometry of dual completion, intelligent completion and hybrid completion in oil wells.

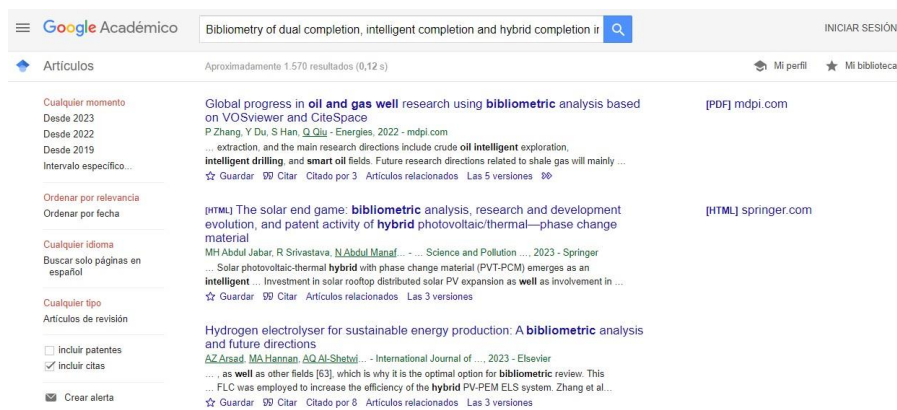


Figura 2.12 Estudios similares en inglés

Fuente: Investigación propia

- Bibliometry of completions in oil Wells

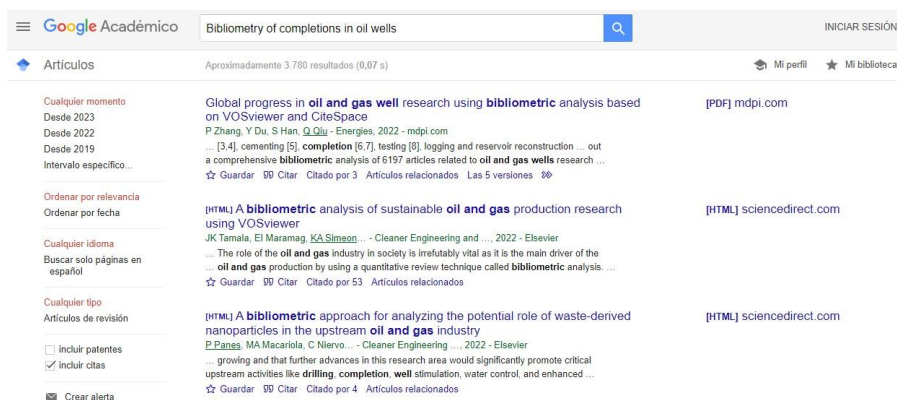


Figura 2.13 Estudios similares en inglés – Bibliometry of completions in oil wells

Fuente: Investigación propia

Se puede apreciar que el número de resultados en el buscador, utilizando los términos en inglés son superiores en relación con los resultados que se obtuvieron en la búsqueda en español, además, se evidenció que la información más importante se obtiene en el idioma extranjero anglosajón, ya que la información procede del país americano, Estados Unidos. Lo que evidencia una vez más que, los buscadores e incluso la información en idioma español, es limitada.

Pero, lo cumbre que se deduce tras realizar esta primera búsqueda de información, no se encontró un análisis bibliométrico como el que se plantea en este trabajo.

2.2.2 Uso de base de datos de Scopus

Al ingresar a la plataforma de Scopus, que es una base de datos de artículos de investigación que es utilizada por su reconocimiento internacional, se pudo establecer parámetros de búsqueda primordiales, además de las palabras clave para obtener la información de los tópicos que se van a tratar en la investigación.

2.3 Propuesta del tema de interés

2.3.1 Realización de la búsqueda

Para este ítem, se realizó la búsqueda de información el 7 de julio, lo cual nos permitirá analizar 4 aspectos diferentes en las completaciones híbridas.

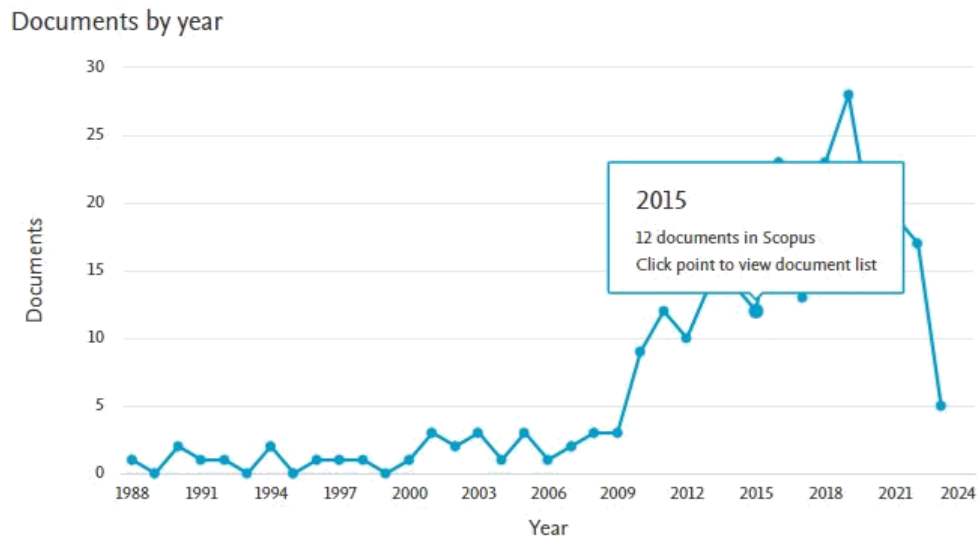


Figura 2.14 Completaciones híbridas – Documents by year

Fuente: VosViewer

De 249 resultados en completaciones híbridas, se pudo observar que en 2019 hay un crecimiento exponencial de las investigaciones relacionadas al tema propuesto. La Ley de Price es la que permite entender este incremento cuando enuncia que la ciencia crece a interés compuesto, multiplicándose por una cantidad determinada en periodos iguales de tiempo. (Tarrío, 2017)

Adicional, como se marca en la figura 2.14, en el año 2019 se realizaron el mayor número de trabajos de investigación en relación con este tema y los autores mayor número de citas son Britt, L.K. y Dunn-Norman, S.

Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors.

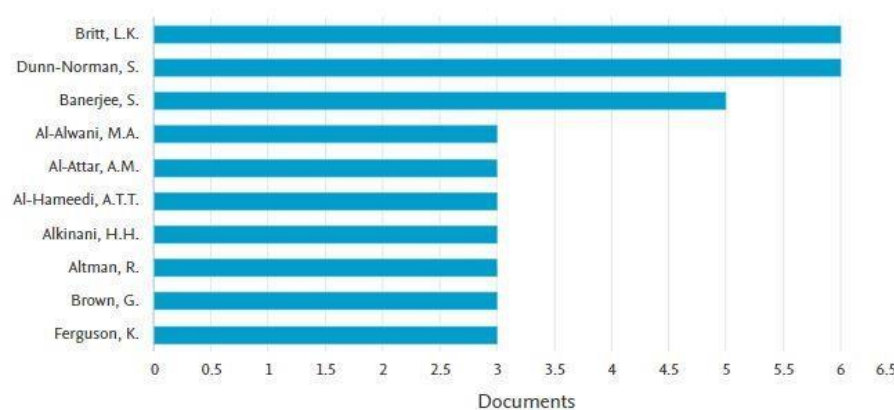


Figura 2.15 Completaciones híbridas – Documents by author

Fuente: VosViewer

Como se observa en la figura 2.15, cuando se conoce a los autores más citados, es este caso particular a Britt, L.K. y Dunn-Norman, S., se puede concluir que ellos son los más peritos con respecto a este tema de completaciones híbridas, y eso induce a los lectores a confiar en sus investigaciones y puedan leer los artículos.

Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

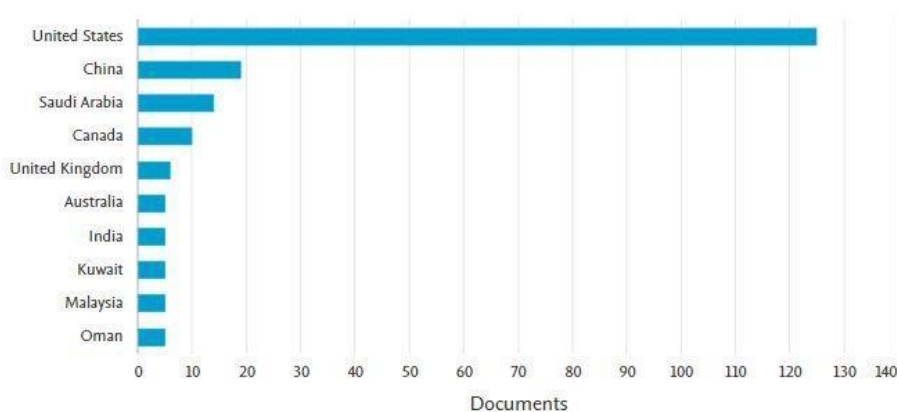


Figura 2.16 Completaciones híbridas – Documents by country or territory

Fuente: VosViewer

En el gráfico 2.16 se ve cómo Estados Unidos es el país con mayor aporte de datos. En este punto se puede decir que el investigador puede visualizar qué país aporta significativamente a esta tecnología de las completaciones híbridas y si la investigación tiene una mayor magnitud se puede solicitar el traslado del equipo investigador a dicho país para lograr una mejor especialización y un mejor abordamiento del tema.

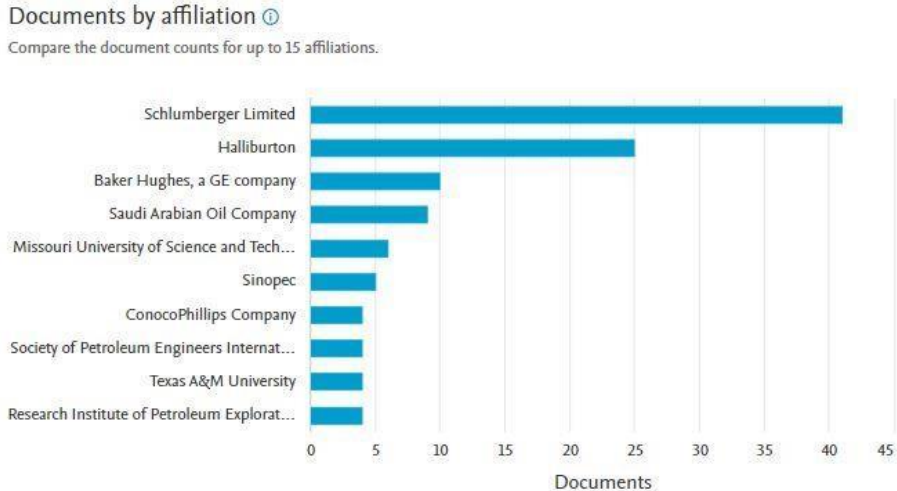


Figura 2.17 Completaciones híbridas – Documents by affiliation

Fuente: VosViewer

Finalmente, en la figura 2.17, se muestra que Schlumberger Limited es la compañía que más ha invertido en el tema de las completaciones híbridas.

Luego, se realizó la búsqueda en completaciones duales; de la misma forma nos permitió analizar 4 aspectos diferentes.

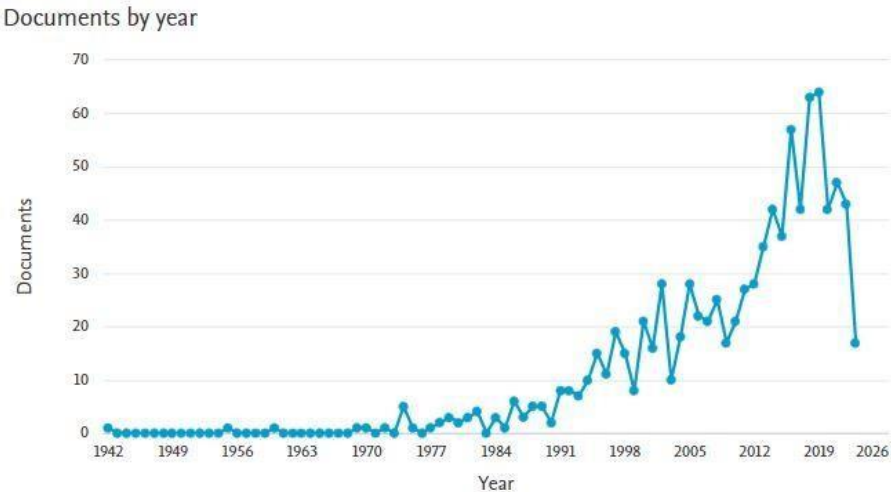


Figura 2.18 Completaciones duales – Documents by year

Fuente: VosViewer

De 924 resultados en completaciones duales, se pudo observar que en 2019 hay un crecimiento exponencial de las investigaciones relacionadas al tema propuesto. Conjuntamente, en el año 2019 se llevó a cabo un mayor número de investigaciones sobre completaciones duales.

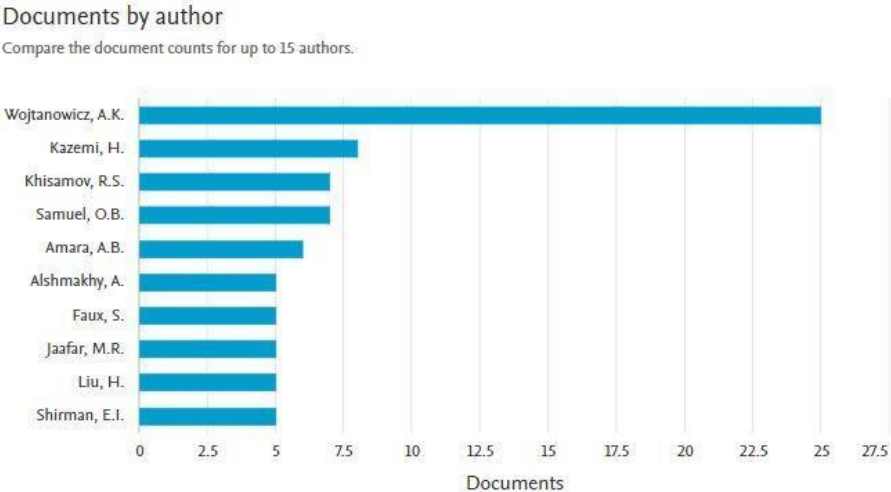


Figura 2.19 Completaciones duales – Documents by author

Fuente: VosViewer

Como se puede observar en la figura 2.19, cuando se conoce a los autores más citados, es este caso particular Wojtanowicz, A.K., se puede concluir que es el más perito con respecto a este tema de completaciones, y eso induce a los lectores a confiar en sus investigaciones y puedan leer los artículos.

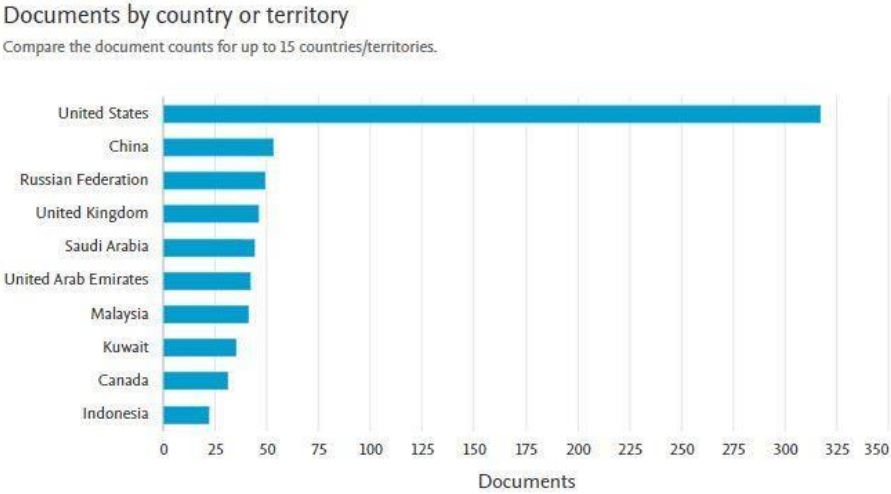


Figura 2.20 Completaciones duales – Documents by territory

Fuente: VosViewer

En el gráfico 2.20 se ve cómo Estados Unidos es el país con mayor aporte de datos. En este punto se puede decir que el investigador puede visualizar qué país aporta significativamente a esta tecnología de las completaciones duales y si la investigación tiene una mayor magnitud se puede solicitar el traslado del equipo investigador a dicho país para lograr una mejor especialización y un mejor abordamiento del tema.

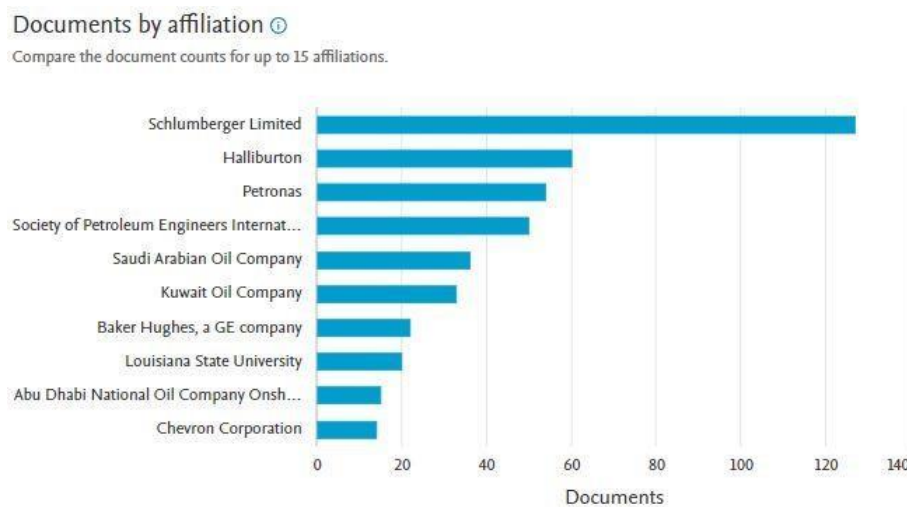


Figura 2.21 Completaciones duales – Documents by affiliation

Fuente: VosViewer

Finalmente, en la figura 2.21, se muestra que Schlumberger Limited es la compañía que más ha invertido en el tema de las completaciones duales.

Por último, se realizó la búsqueda en completaciones inteligentes; así mismo se analizó 4 aspectos diferentes.

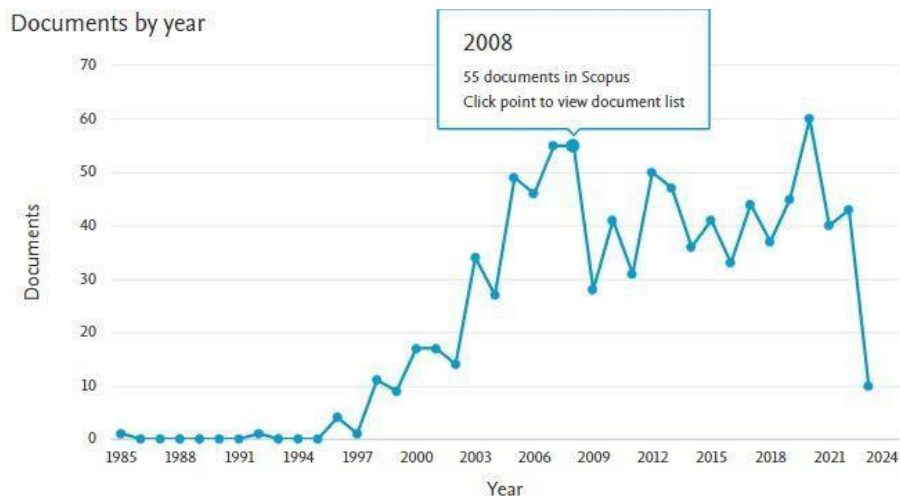


Figura 2.22 Completaciones inteligentes – Documents by year

Fuente: VosViewer

De 927 resultados en completaciones inteligentes, se pudo observar que en 2020 hay un crecimiento exponencial de las investigaciones relacionadas al tema propuesto. Conjuntamente, en el año 2020 se llevó a cabo un mayor número de investigaciones sobre completaciones inteligentes. Además, como se señala, los autores más citados son Ajayi, A.; Davies, D.R. y Konopczynski, M.

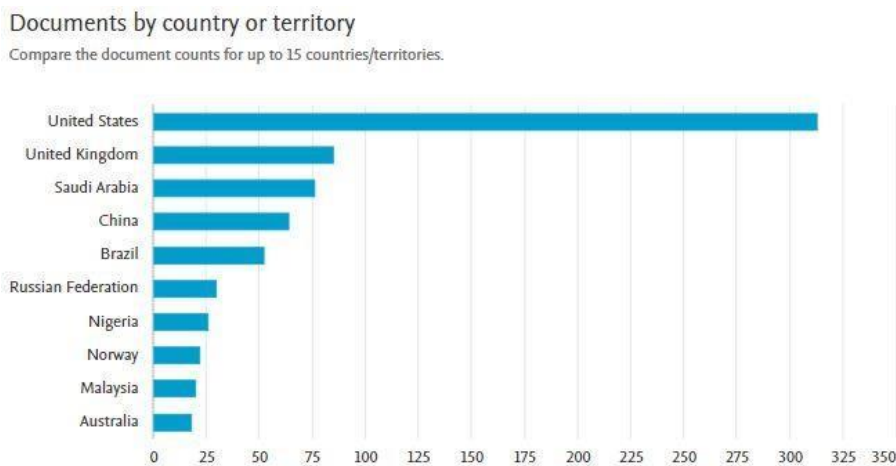


Figura 2.23 Completaciones inteligentes – Documents by territory

Fuente: VosViewer

En el gráfico 2.23 se ve cómo Estados Unidos es el país con mayor aporte de datos. En este punto se puede decir que el investigador puede visualizar qué país aporta significativamente a esta tecnología de las completaciones inteligentes y si la investigación tiene una mayor magnitud se puede solicitar el traslado del equipo investigador a dicho país para lograr una mejor especialización y un mejor abordamiento del tema.

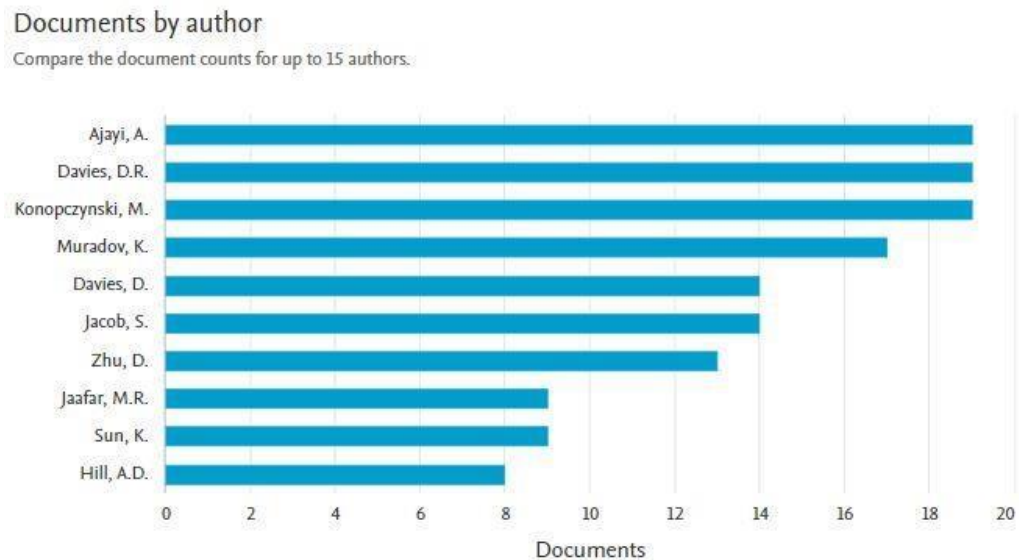


Figura 2.24 Completaciones inteligentes – Documents by author

Fuente: VosViewer

Como se puede observar en la figura 2.24, cuando se conoce a los autores más citados, es este caso particular Ajayi, A., Davies, D.R. y Konopczyński, M., se puede concluir que son los más peritos con respecto a este tema de completaciones inteligentes, y eso induce a los lectores a confiar en sus investigaciones y puedan leer los artículos.

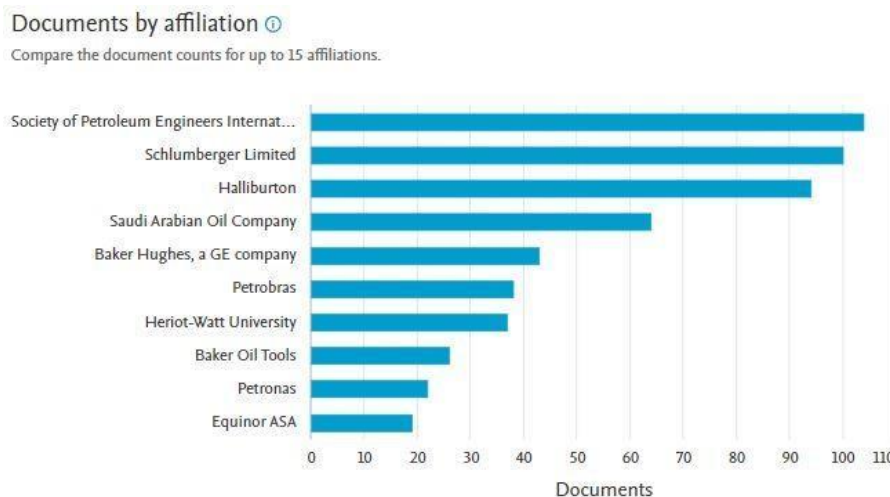


Figura 2.25 Completaciones inteligentes – Documents by affiliation

Fuente: VosViewer

Finalmente, en la figura 2.25, se muestra que Society of Petroleum Engineers International es la compañía que más ha invertido en el tema de las completaciones inteligentes.

2.3.2 Despejando las dudas de exploración

Para verificar que el tema seleccionado es viable para realizar una investigación bibliométrica, se debe formular las siguientes tres interrogantes:

a. ¿El campo de estudio es magno?

Se considera que un tópico es efectivo cuando es considerablemente importante, grande y viable para desarrollar una bibliometría. Se asume que el tema seleccionado debe tener más de 2000 artículos relacionados y lo recomendado por *Donthu (2019)*, es más de 500. (García F., 2023)

En esta investigación se obtuvieron un total de 2100 artículos, cifra que tras realizarse la limpieza de datos (eliminación de duplicados, documentos con campos incompletos, y otros); no afectó la cantidad de artículos consultados; por lo tanto, el estudio no se vio mermado.

b. *¿Es atractivo a la academia?*

De acuerdo con las figuras 2.14 – 2.18 – 2.22, se nota un crecimiento exponencial de la cantidad de investigaciones realizadas y en los años de 2019-2020 fueron los años en que más proyectos se realizaron. Por tales motivos, se considera que la academia acepta ampliamente este tema, y además como notamos en Google Académico, las bibliometrías de completaciones son escasas. (García F. , 2023)

Es importante destacar que los estudios bibliométricos buscan satisfacer las siempre crecientes necesidades sociales dentro de un contexto que demanda la producción y difusión de conocimientos, y que estos son indicadores para evaluar la producción científica en el proceso de formación académica postgraduada en su vertiente maestrías y su producto culminante. (Solano, Castellanos, López, & Hernández, 2009)

c. *¿Tengo la experticia suficiente en el tópico de interés?*

Sí tengo la experiencia para realizar este trabajo ya que los años que he tenido en mi formación en la carrera de ingeniería en petróleos me acredita para implicarme en un estudio bibliométrico de completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros.

2.4 Cimentando el protocolo para la investigación

2.4.1 Paso 0: Definiendo el objetivo y el alcance

- Objetivo: Realizar una evaluación de la estructura intelectual de una bibliometría en relación a las completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros.

- Alcance: No se establece un límite de territorio para este análisis bibliométrico, ya que se considerará todos los trabajos de investigación de completaciones duales,

inteligentes e híbridas en pozos petroleros en el mundo, pero sí se estableció que se considerarán los trabajos de los últimos 10 años.

- Interrogantes para la investigación - Tipo de análisis

Tabla 2.1 Interrogantes para la investigación

N°	Interrogantes	Tipo de análisis	Software
1	¿Cuál es la estructura intelectual de las completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros?	Co-citación	VosViewer
2	¿Qué artículos han tenido un mayor alcance de investigaciones sobre completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros?	Citación	VosViewer
3	¿Quiénes son los peritos en completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros?	Citación	VosViewer
4	Tipos de pozos con completaciones duales, híbridas e inteligentes	Revisión bibliográfica	Buscadores
5	Aplicaciones de completaciones duales, híbridas e inteligentes en rangos de profundidad. Ejemplo: 7000-9000ft, 9000-11000ft, más de 11000ft	Revisión bibliográfica	Buscadores

Fuente: Autor

2.4.2 Paso 1: Establecimiento de criterios de búsqueda

Tabla 2.2: Dimensiones y palabras claves

Dimensión	Palabras Claves
1	Pozos petroleros - Oil wells
2	Completaciones duales - Dual completion
3	Completaciones inteligentes - Intelligent completion
4	Completaciones híbridas - Hybrid completion

Fuente: Autor

2.4.3 Paso 2: Selección de base de datos y búsqueda de documentos

En el software se ingresa la información del paso 1 y se copia la ecuación de búsqueda que se obtuvo en la base de datos:

```
( TITLE-ABS-KEY ( dual AND completions AND in AND oil AND wells ) ) OR (
TITLE-ABS-KEY ( in telligent AND completions AND in AND oil AND wells ) ) OR (
TITLE-ABS-KEY ( hybrids AND completions AND in AND oil AND wells ) ) AND (
EXCLUDE ( PREFNAMEAUID , "Undefined" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA
, "MEDI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MULT" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA
, "PHAR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BIOC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA
, "AGRI" ) ) AND ( EXCLUDE ( DOCTYPE , "no" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "tb" ) )
```

2.4.4 Paso 3: Determinando los criterios de inclusión y exclusión

Se ha considerado como criterios de exclusión aquellos datos que no tienen información completa, como: nombre de autor. Se ha establecido que estos deben ser eliminados ya que no aportan la información necesaria para llevar adelante el estudio bibliométrico.

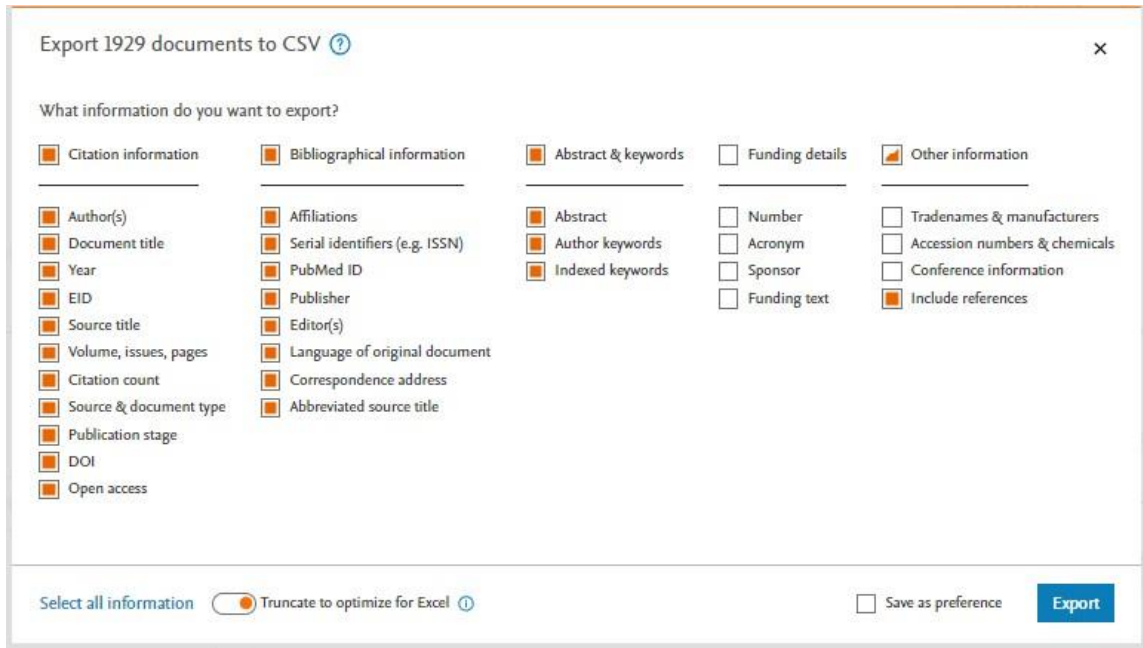


Figura 2.26 Exportación y criterios de datos en formato CSV Excel

Fuente: VosViewer

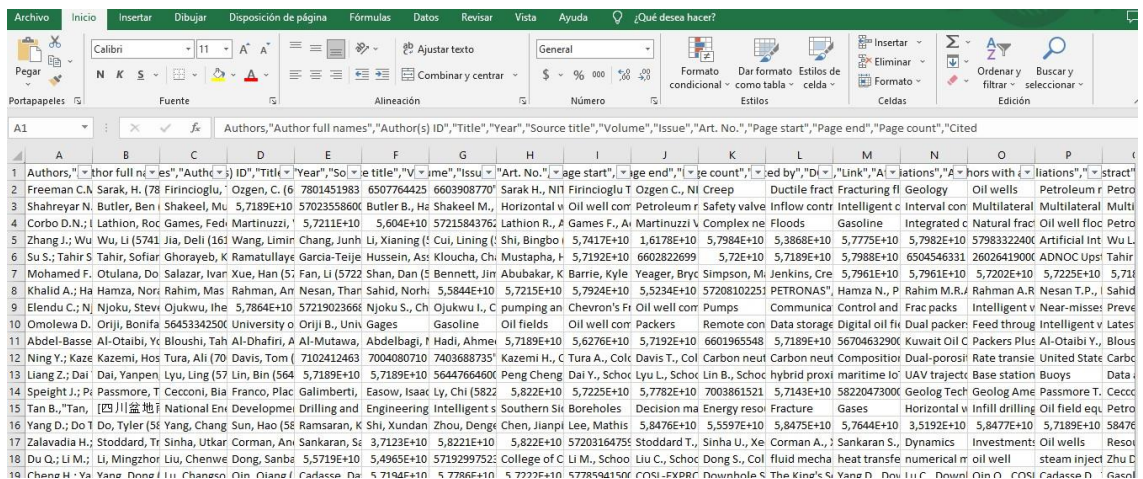


Figura 2.27 Exclusión de datos que no poseen nombre de autor

Fuente: VosViewer

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 VosViewer: Mapeo bibliométrico

El software de libre uso VosViewer el que ha sido seleccionado debido a que permite crear mapas basados en una red de datos para su exploración a detalle permitió hacer zoom y búsqueda de elementos y visualización en distancias. (García F. , 2023)

3.2 Mapeo de análisis bibliométrico: Países

Luego de realizar la exportación de los datos obtenidos previamente en Scopus, se visualiza en la figura 18, las redes en el software VosViewer, donde se aprecia los países con que tienen un mayor auge y relevancia de investigadores con relación a las *“Completaciones duales, híbridas e inteligentes.”*

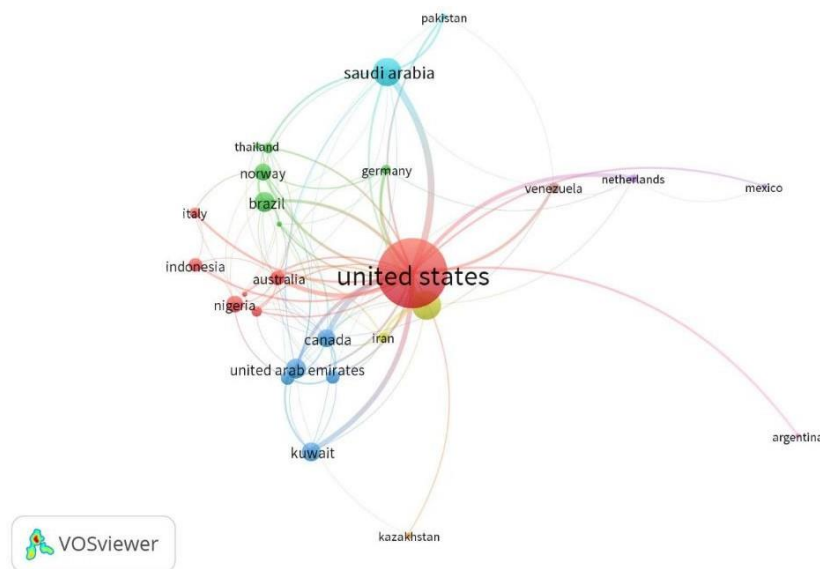


Figura 3.1 VosViewer Network Visualization - Mapeo por países

Fuente: VosViewer

Se puede ver en la figura 3.1 se observa que los orígenes de los investigadores de completaciones duales, híbridas e inteligentes son provenientes de Estados Unidos, China y Arabia Saudita. Esto significa, que si el profesional puede solicitar el traslado del equipo investigador a dichos países para lograr una mejor especialización y un mejor abordamiento del tema. De esa forma, mejoraría su hoja de vida ya que lo

enriquecería laborando en dichas empresas. Para confirmar estos datos e información, se realizó también un análisis de densidad que se puede visualizar en la figura 3.2, donde se resalta a los países con mayor cantidad de investigadores de completaciones.

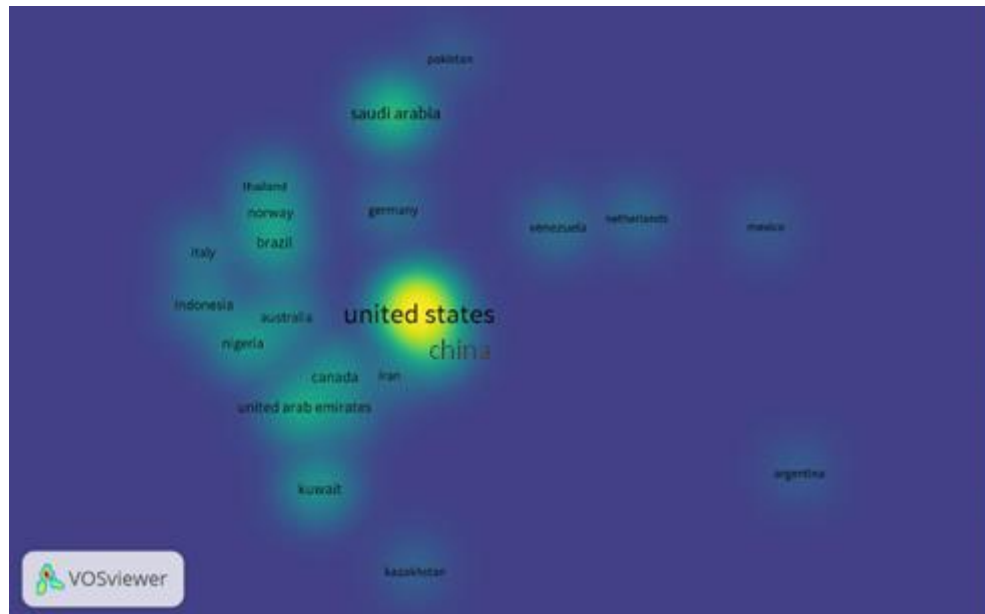


Figura 3.2 Density Visualization – Visualización por densidad

Fuente: VosViewer

Al analizar los tiempos en donde se realizó las investigaciones, se puede notar que Arabia Saudita tuvo su mayor impacto en el año de 2012, sin embargo, China ha publicado artículos científicos de completaciones en los años de 2017, siendo una potencia de información en conjunto con Kuwait e India en el año del 2015. Así mismo, se notacierta debilidad de la potencia investigativa con respecto al tiempo, en Estados Unidos cuyo mayor impacto fue en el 2010, tal y como se aprecia en la figura 3.3.

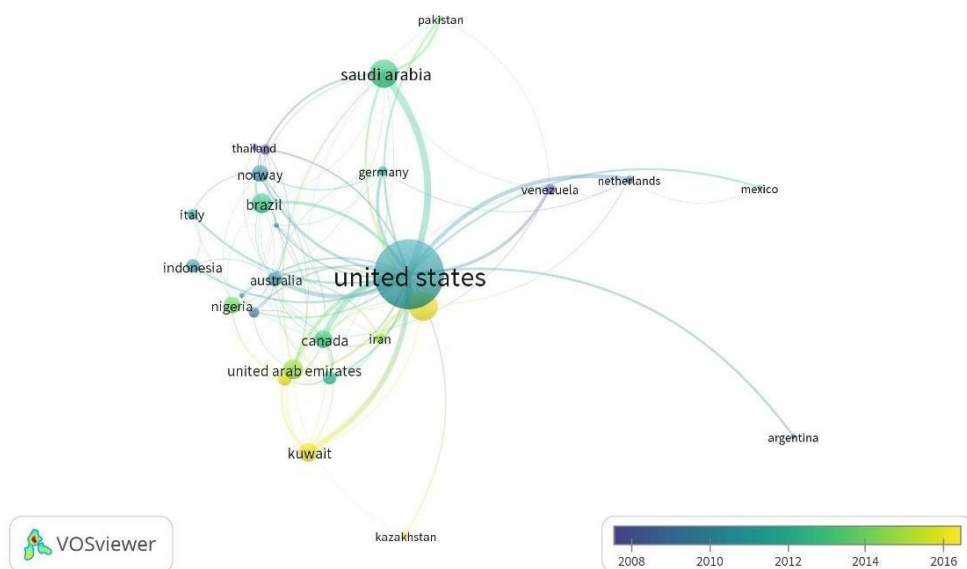


Figura 3.3 Overlay Visualization - Visualización a través del tiempo

Fuente: VosViewer

En este trabajo se realizó la selección de los 10 países que tienen la mayor cantidad de artículos de investigación que provienen de diferentes países de todo el mundo, para poder comprobar el predominio de Estados Unidos en la investigación, y considerando que es una potencia de información no solo en este tópico en especial, sino también en otros tipos de abordajes y temas de interés internacional, y es que el país norteamericano tiene al apoyo económico que se necesita para fomentar el avance en la ciencia y la tecnología.

Tabla 3.1 Países con mayor cantidad de artículos en completaciones

ID	ETIQUETA	DOCUMENTOS
54	United States	729
14	China	128
45	Saudi Arabia	124
11	Brazil	60
53	United Arab Emirates	58
34	Kueait	54
12	Canada	50
37	Nigeria	46
38	Norway	43
5	Australia	34

Fuente: VosViewer

Durante el procedimiento de este proyecto de investigación, surgió la siguiente interrogante: ¿existe acaso publicaciones realizadas en conjunto entre Estados Unidos y China? Para responder esta interrogante, se hizo un ajuste de la información y de los datos. Luego, se realizó un análisis de comparación que permitió responder la gran pregunta, la cual se personifica en el mapeo de co-ocurrencia.

3.3 Mapeo de Co-ocurrencia

Al aplicar la técnica de mapeo se pudo llevar a cabo el análisis de contenido completo, debido a que hubo palabras que con frecuencia se repetían en los diferentes archivos y que están relacionadas; por lo tanto, se debe utilizar un determinado tipo de palabras donde se elaborará un mapa semántico para observar la estructura a través de una red de tópicos de completaciones duales, híbridas e inteligentes, con sus tipos de conocimientos y sus tendencias.

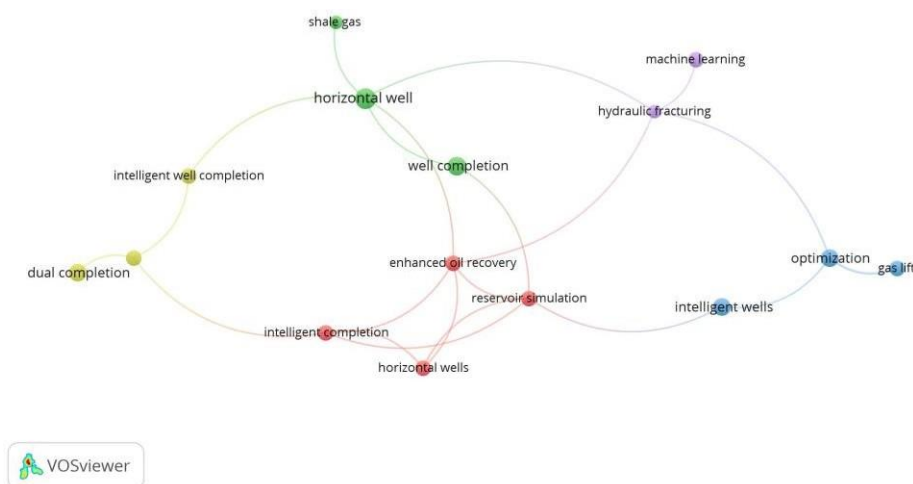


Figura 3.4 Network Visualization - Mapa de co-ocurrencias para términos sin limpiar

Fuente: VosViewer

Luego de aplicar los criterios de limpieza, como sinónimos, términos que se repetían o plurales de ellas, se obtuvo como resultado de este mapa de co-ocurrencias, se obtuvo lo siguiente:

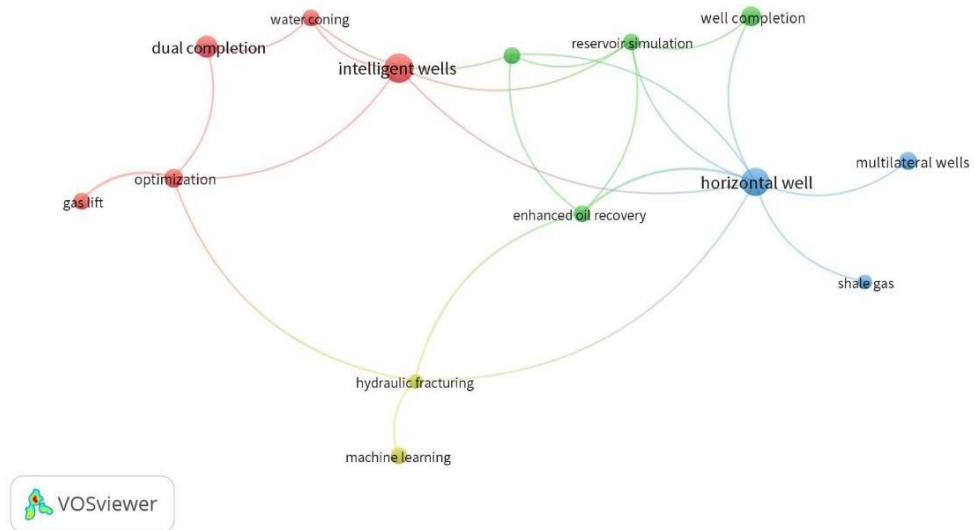


Figura 3.5 Network Visualization – Mapa de co-ocurrencias de términos limpios

Fuente: VosViewer

Como se observa en la figura 3.5, tras realizar la limpieza de datos se tiene que el mapa de co-ocurrencias cambia. Esto se da porque algunos términos se repetían, otros estaban en plural. Pero así mismo, se hizo la filtración de los datos que no guardaban relación con las palabras que fueron citadas como claves para la investigación, siendo estas: completación dual, híbrida e inteligente o en su terminología en inglés como: dual, hybrids, intelligent completions.

De la misma manera, se hizo la determinación del mapa de densidades para la co-ocurrencia de importantes términos o palabras que son claves. A través de la imagen, el estudioso distinguirá las palabras claves que guarden relación con el tema general, estas son: intelligent wells, horizontal wells, and dual completion.

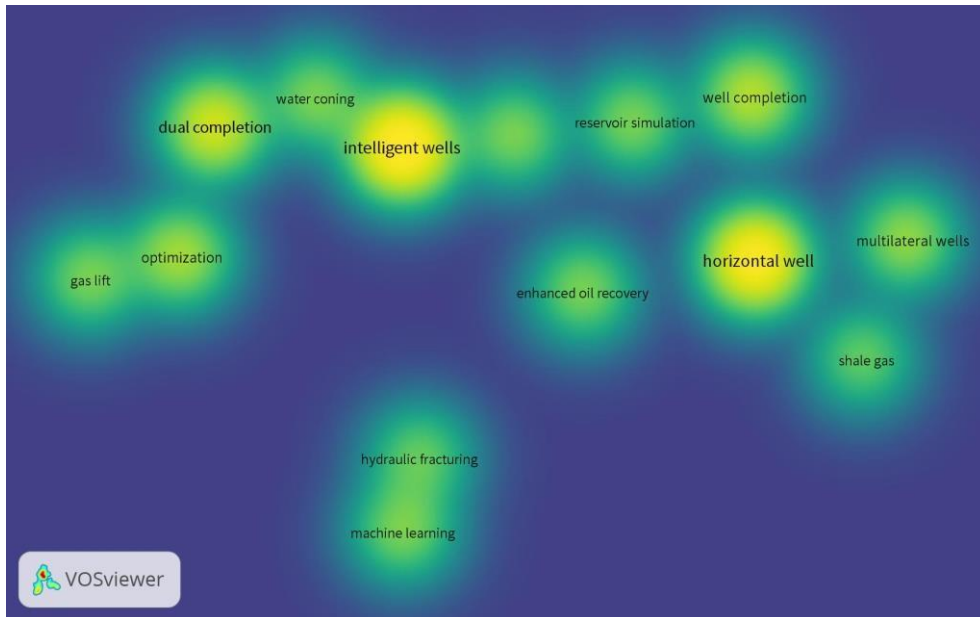


Figura 3.6 Density Visualization - Mapa de densidades de co-ocurrencias

Fuente: VosViewer

Para finalizar, y con el correr de los años, también se puede estudiar e indagar cómo la investigación de las completaciones avanza, tal como lo demuestra la figura 3.6. Ahí, se puede apreciar, cómo ha ido mejorando el tratamiento de un pozo, y a su vez, la recuperación del mismo, hasta llegar a tener completaciones inteligentes en un pozo horizontal de manera óptima.

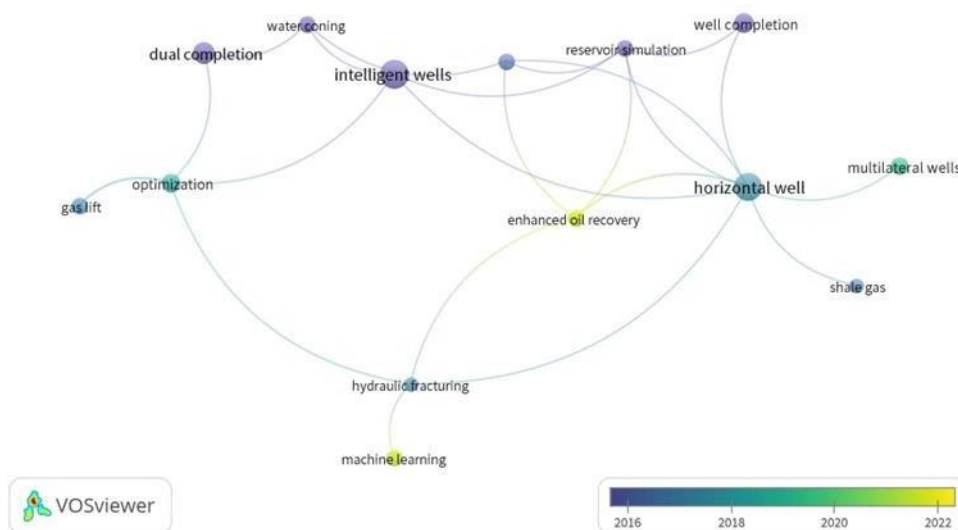


Figura 3.7 Overlay Visualization - Avance de la tecnología a través del tiempo

Fuente: VosViewer

Se pudo observar que, tras la aplicación del software de datos, VosViewer, se obtuvo una respuesta satisfactoria de la información que ha sido extraída. Así también, el banco de datos, fue procesado, y de aquel se obtuvo tres mapas principales para el presente estudio: es así que se obtuvo primero el mapa por países; el segundo, fue el mapa de co-ocurrencias; y finalmente, se obtuvo el mapa de co-citación.

El desafío que surge de este análisis bibliométrico será la elaboración de un proceso dinámico de datos a través del uso de las nuevas tecnologías para procesamiento de datos, y es que la cantidad de datos e información aumenta todos los días, por lo tanto, cuando hablamos de años se tiene que el bagaje de información es demasiado amplio. Esto resultaría en lo posterior un caminito más corto para los nuevos investigadores que en la actualidad están o piensan en el futuro desarrollar un proyecto sobre este tópico.

Para concluir este apartado, se abordarán 4 trabajos específicos que corresponden a las últimas publicaciones referentes al tema.

Tenemos este primer trabajo titulado Coincidencia y optimización rápidas del historial mediante un novedoso modelo basado en datos basados en la física: una aplicación para un yacimiento de diatomeas con cientos de pozos. Sus autores son Xiaoyue Guan, Zhenzhen Wang, y Filippos Kostakis. En este archivo del 2023 se determinó que la coincidencia histórica y la optimización de los modelos de física completa pueden ser costosas desde el punto de vista computacional, ya que estos problemas generalmente requieren cientos de simulaciones o más. Para un campo maduro con muchos pozos y décadas de historia de producción, esta podría ser una tarea que requiere mucho tiempo.

Se introdujeron desarrollos adicionales para terminaciones de pozos y reglas de conexión en GPSNet para manejar varios tipos de pozos, como reacondicionamientos, inyectoras de doble cadena y pozos horizontales. GPSNet actualizado también es lo suficientemente flexible como para permitir el refinamiento de la red local para acomodar áreas especiales de interés en la operación.

Se investigaron dos escenarios de optimización: a. optimizar el control de pozos para inyectores y b. optimizar simultáneamente el control de pozos inyectores y los recuentos de pozos de retorno a producción/retorno a inyección. Ambos escenarios de optimización han proporcionado un aumento aproximado del 60 % en el VAN en comparación con el caso de referencia. Esta exitosa aplicación de GPSNet a un gran sector con un historial complejo de inundaciones ha demostrado la flexibilidad y solidez de GPSNet.

Otro de los archivos que se han realizado es Avance tecnológico de extracción de petróleo para campo multicapa de Aigul Gusmanova, Raushan Bekbaeva, Aigerim Koysheva y Abilai Koyshev. Estos autores discuten la tecnología de bombeo dual de pozos productores de petróleo y muestran sus ventajas y desventajas. Se concluye que el proyecto de producción de petróleo simultáneo-separado propuesto es económicamente atractivo debido al incremento en la producción de petróleo, los términos de altos ingresos y el corto período de amortización, incluso en reservorios pequeños y agotados.

Este trabajo corresponde al 2022 y concluye que la tecnología de bombeo dual se vuelve cada vez más útil en la actualidad, ya que el patrón unificado de espaciamiento de pozos previsto para el desarrollo y la operación de campos multicapa garantiza la viabilidad de la producción en zonas múltiples y, como consecuencia, el aumento gradual de la recuperación de reservas y la cantidad de drenaje de petróleo como Bueno. Al mismo tiempo, la viabilidad de la producción en zonas múltiples depende de una serie de factores tensos y requiere que se realicen análisis de inventario y estado actual apropiados con respecto a las operaciones de recuperación de reservas. Como el estudio del rendimiento del flujo de entrada y las características de los yacimientos que contienen fluidos a menudo están incompletos debido a la situación del campo, los autores, por lo tanto, siguen la tarea de llevar a cabo un análisis eficiente de las producciones multizona basadas en tecnologías de terminación dual.

Un tercer documento es el de Completación inteligente de pozo abierto completo: un cambio de juego en el presal brasileño, desarrollado por Eduardo Schnitzler, Antonio Oliveira, Francklin Martins, Davi Valle y Fabricio Junqueira.

Este documento que se concluyó en el 2022 se presentó una nueva solución de completación inteligente introducida recientemente en los campos presalinos brasileños, como Búzios y Mero. Desde la introducción de pozos abiertos con completación inteligente en 2019, este tipo de diseño se ha convertido en la arquitectura predominante en el presal. Sin embargo, el diseño de completación actual, con los ICV en la completación superior, limita el número de intervalos controlados remotamente a un máximo de dos. La nueva solución tiene como objetivo ofrecer un control zonal adicional. Como paso inicial, Petrobras ha organizado algunas interacciones cercanas con todos los principales proveedores de servicios, buscando posibles soluciones para nuevos diseños de pozos que puedan cumplir con los requisitos. El desarrollo de estos nuevos conceptos fue seguido por un proceso de selección en el que se identificó la solución más adecuada.

Otras pautas importantes para el proyecto fueron la preparación para el reacondicionamiento y la compatibilidad con escenarios de pérdidas severas de fluidos. Para ambos desafíos, se están desarrollando sistemas de desconexión de fondo de pozo. Permitirán la desconexión y reconexión de las líneas de control en ambiente de fondo de pozo. También se está desarrollando equipo adicional para permitir la instalación de la terminación inferior en un enfoque de viaje doble junto con el uso de técnicas MPD. Como parte de la introducción de la nueva solución, en 2021 se instalaron tres sistemas de terminación inteligente de 3 zonas en agujero abierto completo en los campos Mero y Búzios. Aunque ninguno de ellos usó el sistema de desconexión de fondo de pozo, se obtuvo una experiencia exitosa y valiosa con respecto al despliegue de terminación en pozo abierto.

Y, por último, se revisó el archivo titulado Uso de modelos híbridos para oportunidades de producción no convencionales y generación de valor: estudios de casos. En este trabajo de Victor Moreno del año 2022 se analiza la existencia de la necesidad de ampliar los métodos tradicionales de modelado de yacimientos a todo el campo para cuantificar el rendimiento de los pozos. Los modelos basados en la física de alta fidelidad enfrentan un desafío de escalabilidad para extenderse a grandes conteos de pozos con un ritmo rápido de operaciones. Sin embargo, los enfoques basados en datos puros enfrentan el desafío de representar elementos

físicos esenciales, lo que se ve agravado por la falta de parámetros operativos clave, como las presiones en una gran cantidad de pozos. Como resultado, el análisis de la curva de declive sigue siendo un método predominante para las evaluaciones a gran escala, que se realizan solo en función de las tasas de pozo disponibles, pero no consideran las variaciones de presión de rutina ni las restricciones operativas.

La idea clave que se evalúa detrás del desempeño transitorio del pozo (TWP) es que el volumen de drenaje aumenta continuamente con el tiempo, pero se desconoce la geometría exacta. TWP extrae la verdadera señal del yacimiento mediante la eliminación de los impactos operacionales en la superficie y en el pozo que se pueden utilizar para análisis y pronósticos sólidos del rendimiento del pozo. Se aplicó el método TWP en múltiples cuencas con grandes recuentos de pozos (más de 1000 pozos) que producen bajo una variedad de métodos. En ese documento, se presentó varios estudios de casos que ilustran diversas oportunidades y puntos de vista de optimización de la producción, centrándonos en pozos de flujo natural y de levantamiento artificial por gas. Se muestra que el método TWP normaliza la calidad del yacimiento y la terminación para extraer información valiosa sobre la efectividad del diseño de pozos y terminaciones en presencia de propiedades geológicas y de fluidos variables.

La aplicación de campo del nuevo método DDV en una gran población de pozos tuvo bastante éxito en la identificación de varias oportunidades de optimización que no habrían sido posibles, oportunas, o repetible con otros métodos tradicionales.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al desarrollar un análisis bibliométrico se debe considerar la totalidad de artículos y documentos existentes con relación a un tópico particular. En el caso de este proyecto, se hizo referencia a las completaciones duales, inteligentes e híbridas de un pozo petrolero. Se pudo estudiar las completaciones duales, inteligentes e híbridas de un pozo petrolero a través del análisis bibliométrico, con la finalidad de hacer una revisión de las aplicaciones y el desarrollo tecnológico que se ha realizado en el campo.

Finalmente, se concluye que para el desarrollo y la correcta aplicación de un estudio de bibliometría se puede recopilar el mayor número de artículos y publicaciones que poseen la información; además, se puede determinar diferentes tipos de mapas que permiten conocer a los autores más destacados y que han aportado de manera importante al tema escogido inicialmente. Adicional, mediante revisión bibliográfica en la base de datos Scopus, se logrará mostrar a los países que invierten en mayor cantidad recursos, ya sea económicos, de tiempo o de interés, para poder realizar los diferentes proyectos de investigación o titulaciones que se relacionan con los diferentes ejes que se abordan en un análisis bibliométrico.

Es también importante concluir que la inteligencia artificial es de gran utilidad en diferentes áreas, pero para este tipo de trabajos es de gran ayuda, ya que, la IA brinda los resultados de manera rápida y directa. Y es que, el ser humano por sus limitaciones cognitivas, de información y tiempo; no podrían revisar los miles de documentos existentes a nivel mundial, y mediante la utilización de la inteligencia artificial podemos aplicar los diferentes filtros y así obtener la información que se requiere para una investigación.

Algunos de los factores que permitieron la realización de este proyecto, fueron:

- La libertad para usar el software para desarrollar un análisis de bibliometría.

- La accesibilidad a las bases de datos e información de instituciones para los estudiantes de la ESPOL.

Hay algunos factores positivos de realizar un análisis de ese tipo, y es que, en esta investigación, se pueden o no considerar trabajos rezagados por otros investigadores, esto dependiendo de lo que se busca. Sin olvidar, que se puede ordenar la información mediante la aplicación del software VosViewer. Se puede promover este tipo de trabajo en otras facultades de la institución.

Además, y si se apunta a escalones más altos, se espera solicitar realizar cualquier tipo de colaboración con empresas que trabajen con petróleo que posiblemente no saben o no están actualizados con el tema de la bibliometría, pero que poseen una gran base de información en la cual se puede obtener mayor información.

Se busca que ellos como empresa reconozcan que cuando se realiza un análisis bibliométrico con la información que ellos poseen de su entidad se generaría un valor agregado para sus proyecciones; y a su vez podrían realizar ponencias de diferente naturaleza. Para terminar, se puede decir que las bibliometrías se pueden nominar como proyectos de investigación que favorecen a los estudiantes de ingeniería como a profesionales que cursan masterados, y por qué no, a másteres que deseen considerar este tipo de estudio como parte de sus capítulos de un doctorado.

Conclusiones

- Con el número elevado de publicaciones que se realizan a nivel mundial cada año, se ha empleado la bibliometría para integrar información relevante que no ha sido citada, y se podría decir inclusive, que no ha sido leída.
- Se evidenció que no en todo el mundo se desarrollan estas nuevas herramientas, como es la bibliometría, e inclusive se concluye que los principales países que en desarrollar completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros son Estados Unidos, Arabia Saudita y China.

- El mapa de coocurrencias mostró términos interesantes que en un tiempo futuro podrán emplearse para el desarrollo de nuevas investigaciones sobre completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros.
- Como cita Fabián García (2023), la Escuela Superior Politécnica del Litoral es pionera en investigación bibliométrica en el país, es así, que los datos demuestran que la tendencia respecto a las completaciones duales, inteligentes e híbridas en pozos petroleros es creciente.

Recomendaciones

- En el país, se debe promover la investigación científica para contribuir a los avances de la ciencia y de la tecnología. De esa manera, Ecuador se reinventará como líder en investigación bibliométrica y no solo difundirá la información a través de aplicativos webs y de otras aplicaciones, sino que también enriquecerá a jóvenes y otros investigadores con sus productos investigativos.
- Las diferentes universidades y empresas deben buscar alcanzar la formación de líderes en investigación bibliométrica, esto capacitando constantemente a sus alumnos y trabajadores, en el uso de softwares especializados y el manejo de bases de datos.
- Debido a ciertas desventajas que tienen los análisis bibliométricos, entre ellas, detallar la calidad en la forma de citar los trabajos, y si responden o no al documento en mención, se debe buscar un equipo técnico que permita optimizar los buscadores para que pueden ser utilizados por los diferentes investigadores para obtener resultados favorables. Por eso, es indiscutible que la capacitación profesional y académica de ser continua; de tal manera, se evitan estas complicaciones y el estudio será aún mucho más claro y preciso.

Bibliografía

- BBC. (4 de Abril de 2015). *BBCnews*. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/04/150331_iwonder_historia_petroleo_finde_dv
- Boim, J., Martinez, A., & Olivari, D. (2015). *Instituto Tecnológico de Buenos Aires*. Obtenido de <https://ri.itba.edu.ar/server/api/core/bitstreams/a2ddf92c-2226-4c02-a84e-2e3b6377b605/content>
- Castro, R. (Enero de 2013). *Repositorio UTE*. Obtenido de https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5207/1/52332_1.pdf
- Chancay, J., & Rumipamba, L. (Noviembre de 2007). *Bibdigitalepn*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/572/1/CD-1084.pdf>
- Figuera, R. (Marzo de 2021). *Innovamas*. Obtenido de <https://innovamas.nakasawaresources.com/tecnologia-de-completacion-de-pozos-inteligentes/#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%20de%20pozos%20inteligentes,yacimiento%20y%20los%20fluidos%20producidos.>
- Fontaine, G. (Abril de 2006). *biblioflacsoandes*. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/50490.pdf>
- García, F. (2023). *Análisis bibliométrico del estado de la perforación horizontal de pozos*.
- García, P. (2020). *Repositorio UCV*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74177>
- Gonzalez, A. (2018). *Terminacion de Pozos*. Obtenido de https://www.academia.edu/28225130/Terminacion_de_Pozos
- Guachamín, D., & Obando, S. (Julio de 2012). *BibdigitalEPN*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4730/1/CD-4365.pdf>
- Press, E. (2014). Obtenido de <https://www.mejorinformado.com/petroleo/2014/10/14/depsitos-definicion-tipos-pozos-petroleros-8566.html>
- Química, S. C. (2022). *Historical perspectives on gas hydrates and citation impact análisis*.
- Química, S. d. (2022). *Whey-based polymeric films for food packaging applications: a review of recent trends*.
- Romero, C., & Gómez, A. (2003). "Completación Dual concéntrica con Bombas eléctricas sumergibles de un pozo en el Oriente Ecuatoriano revestido con Casing de 9-5/8". Obtenido de Dspace.
- Ruiz, C. (2007). *Producción simultánea de petróleo de dos arenas diferentes mediante completaciones dobles concéntricas en el bloque 15*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/398/1/CD-0809.pdf>
- Solano, E., Castellanos, S., López, M. M., & Hernández, J. (2009). *La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-

