

## **OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DESARROLLADAS EN EL SUBPROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO VPDS BARINAS**

(TECHNOLOGICAL OPPORTUNITIES DEVELOPED BY THE PETROLEUM ENGINEERING  
SCHOOL VPDS – BARINAS)

**Escalante S.<sup>1</sup>, Fonseca M.<sup>2</sup> y Ortiz M.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico. Magister Scientiarum en Petróleo. <sup>3</sup>Docentes adscritos al Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas. VPDS-UNELLEZ-Barinas

<sup>2</sup>Ingeniero en Petróleo. Magister Scientiarum en Docencia Universitaria. <sup>3</sup>Docentes adscritos al Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas. VPDS-UNELLEZ-Barinas

<sup>3</sup>Ingeniero en Sistemas. Magister Scientiarum en Docencia Universitaria. Docentes adscritos al Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas. VPDS-UNELLEZ-Barinas

**Recibido:** 19/12/2020      **Aceptado:** 22/01/2021

### **RESUMEN**

El subprograma de ingeniería de petróleo de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” promueve el uso y desarrollo de destrezas informáticas orientadas a la industria petrolera, mediante la generación de herramientas ofimáticas. Todas estas potencialidades que pudieran representar una fortaleza para el proceso enseñanza –aprendizaje no son conocidas ni utilizadas por los estudiantes y docentes del subprograma, por lo que se propuso crear un repositorio online para el uso de la comunidad universitaria. Para lograr el objetivo, se planteó identificar y categorizar las herramientas ofimáticas de forma de diseñar un repositorio online que permita el uso de las mismas por la comunidad universitaria. La metodología empleada fue de tipo proyectiva tecnológica. Se identificaron diez herramientas ofimáticas, cinco de ellas finalizadas para el usuario y cinco códigos en desarrollo, estas se categorizaron de acuerdo a sus características técnicas en: aplicaciones móviles, de escritorio y hojas de cálculo; y desde el punto de vista petrolero, resultando seis herramientas en el área de producción, dos en el área de yacimiento y dos de información general de pozos. Finalmente, se seleccionó la plataforma Dropbox como servicio de alojamiento de archivos en la nube de la Suite Tecnológica de Ingeniería de Petróleo para el uso de la comunidad. Se recomienda promocionar las iniciativas desarrolladas entre profesores y estudiantes a través de seminarios, así como llevar los códigos a herramientas ejecutables, incorporando su uso en los contenidos curriculares de las áreas ya exploradas así como en perforación de pozos.

**Palabras claves:** APP, Petróleo, UNELLEZ, Simulador.

## **ABSTRACT**

Petroleum engineering School of the National Experimental University of the Llanos "Ezequiel Zamora" promotes the use and development of computer skills aimed at the oil industry, through the generation of office automation tools. All these potentialities that could represent strength for the teaching-learning process are not known or used by the students and teachers of the subprogram, for which reason it was proposed to create a bank with tools developed in the petroleum engineering subprogram for the use of the university community. To achieve the objective, it was proposed to identify and categorize the office tools in order to design a bank that allows their use by the university community. The methodology used was of a technological projective type. Ten office tools could be identified, five of them already completed for the user and five consisting of developing codes, the tools were categorized according to their technical characteristics into three types: mobile, desktop and spreadsheet applications; and from the oil point of view, resulting in six tools in the production area, two in the reservoir area and two in general information on wells. Finally, the Dropbox platform was selected as the bank of the Petroleum Engineering Technology Suite for the use of the university community. It is recommended to promote the initiatives developed among teachers and students through seminars, as well as completing the pending codes, incorporating their use in the curricular contents of the areas already explored as well as in drilling wells.

**Keywords:** *APP, Oil, UNELLEZ, Simulator.*

## **INTRODUCCIÓN**

El aprovechamiento de la tecnología dentro de la industria petrolera es una herramienta fundamental para la corporación u organización dentro de cada uno de sus procesos, la adaptación de esta industria a un contexto en crisis y hacia nuevas formas tecnológicas para ser más eficientes, se ha convertido en el nuevo reto dirigido a marcar senda en el sector de los hidrocarburos según Zurita (2017), esto implica un universo de habilidades y prestaciones, dentro de un escenario complejo a raíz de los precios

bajos del crudo que exige a las soluciones tecnológicas ser usadas para abaratar costos y hacer más eficiente los procesos, donde se aplique dicha solución. Por otro lado, el docente ayuda a desarrollar potencialidad intelectual y creativa en sus estudiantes a través del empleo de estrategias innovadoras, de acuerdo con las necesidades e intereses de los estudiantes, es decir, el aprendizaje comprensivo aplicado a situaciones académicas (Quintero, 2013), en tal sentido tomando en cuenta que la industria petrolera requiere que se

realicen procesos de alta calidad y que cumplan los estándares para que se desarrollen de manera eficiente y adaptándose a los cambios.

En diferentes momentos el subprograma de ingeniería de petróleo de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” en el intento por dar respuesta a la necesidad de los estudiantes en el uso y desarrollo de destrezas informáticas orientadas a la industria petrolera, ha presentado diferentes aplicaciones informáticas que plantean soluciones para distintos tipos de problemáticas de la industria que van desde hojas de cálculo para la determinación de métodos de recuperación mejorada hasta el diseño de simuladores para el cálculo de las propiedades de producción de pozos petroleros.

Todas estas potencialidades que pudieran representar una fortaleza para el proceso enseñanza –aprendizaje no son conocidas ni utilizadas por los estudiantes y docentes del subprograma dado a que no se encuentran disponibles ni se tiene un mecanismo confiable para

su utilización. Por lo antes expuesto, tiene por objetivo: desarrollar un repositorio online de las aplicaciones informáticas desarrolladas en el Subprograma de Ingeniería de Petróleo del Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social (VPDS - Barinas) para el uso de la comunidad universitaria, para lograrlo se pretende identificar y categorizar las herramientas ofimáticas para luego diseñar un repositorio online que permita el uso de las mismas por la comunidad universitaria

#### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICAS**

Un “Smartphone” (teléfono inteligente en español) es un dispositivo electrónico que funciona como un teléfono móvil con características similares a las de un ordenador personal. Una característica importante de casi todos los teléfonos inteligentes es que permiten la instalación de programas para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad (Baz, Ferreira, Álvarez y García, s/f).

Los sistemas operativos son la capa compleja entre el hardware y el usuario, concebible también como una máquina virtual, que facilita al usuario o al

programador las herramientas e interfaces adecuadas para realizar sus tareas informáticas, abstrayéndose de los complicados procesos necesarios para llevarlas a cabo.

Las aplicaciones móviles comúnmente conocidas como “apps” en el lenguaje anglosajón, se utilizan cada vez más en smartphones y tablets. Las aplicaciones de software para los dispositivos móviles han estado disponibles desde hace algunos años. Las apps son los nuevos sustitutos de los softwares para computadoras con fines de mejorar los procesos informáticos. (Lázaro, 2017).

### **MATERIALES Y METODOS**

La metodología de esta investigación es de tipo proyectiva, Hurtado (2010) expresa que son investigaciones proyectivas, aquellas que conducen a la creación de inventos, programas y diseños, que buscan cubrir una necesidad en específico. De este modo, se pueden ubicar como investigaciones proyectivas de tipo tecnológico, las investigaciones que conducen a inventos, programas, diseños y creaciones dirigidas a cubrir una

determinada necesidad. A partir de lo antes mencionado, puede tenerse claro la razón por la cual se utilizó esta metodología de investigación; el presente proyecto consiste en la creación repositorio online de aplicaciones informáticas diseñado para suplir una necesidad en el subprograma de ingeniería de petróleo.

Como técnica de recolección de datos se empleó la revisión documental que es definida por Arias (2016), como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales, impresas, audiovisuales o electrónicas.

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En primer se presenta Diagramwell que consiste en un paquete de aplicación para dispositivos móviles, en este caso, el paquete fue generado para Android por los Ings. Milexi Prisco y Daniel Tovar, instalable en versiones superior de Android 4.5 hasta Android 9, el mismo tiene por objeto la diagramación de esquemas de pozos petroleros.

Además de la clasificación por área (producción, completación y perforación) también se diferenciaron el tipo de pozo: Tipo J y Vertical ya que los pozos tipo J requieren un ángulo de inclinación a cierta profundidad. Una vez seleccionadas las opciones del diagrama que se requiera diseñar, el usuario puede utilizar las piezas que amerite, obteniendo el diagrama correspondiente en tanto seleccione y asigne los parámetros correctos. Al momento de estar conforme con el diagrama diseñado, el usuario está en la capacidad de poder guardar el diagrama como una imagen en la galería del dispositivo.

Se continúa con Geo Well, el cual se trata de una aplicación móvil desarrollada en 2018 por el Ing. Randy Gutiérrez, cuya principal función es facilitar la ubicación geográfica, dado a que a través de ella se puede navegar en un mapa, con imágenes satelitales obtenidas a partir de Landsat 8 donde se reflejó la zona del campo Guafita, a fin de facilitar la ubicación de los pozos del mismo. Por otro lado, la aplicación permite revisar las fichas técnicas de los

pozos que integran el campo, todo esto sin necesidad de poseer conexión a internet. (Gutiérrez, 2018).

El simulador BlackOil 2.0 automatiza los procesos de cálculo requeridos para el conocimiento de la capacidad de producción (tasa de flujo) de un pozo de petróleo, mediante la técnica de análisis nodal y el uso de las ecuaciones fundamentales del yacimiento-pozo-superficie. Se desarrolló en el lenguaje de programación Python y su diseño fue estructurado en varias fases (2018). La interfaz gráfica se separó en diferentes marcos (Frame widget) de acuerdo a la relación entre los datos requeridos. Comprende marco de inicio, marco de datos de yacimiento, marco datos de pozos, marco opciones de cálculo, luego de haber diseñado la interfaz gráfica principal, y la introducción de los algoritmos de cálculo al simulador. Es importante mencionar que la herramienta solo analiza yacimiento de crudo negro (saturados y subsaturados), en flujo natural con completaciones verticales y solo dispone de una correlación de flujo multifásico (ortografía). Finalizada la

programación, se realizó la comprobación del funcionamiento del simulador, mediante la utilización de datos reales y ficticios, comparando los resultados obtenidos con la finalidad de encontrar algún posible error en la formulación de las correlaciones o inexactitud en el código fuente. (Rivas, 2019).

Así mismo se generó un archivo ejecutable, con el que se logró la instalación del simulador en diferentes computadores; y se comprobó su funcionamiento en ordenadores que no poseían el interpretador de Python instalado.

La Matriz de Factibilidad MRM fue desarrollada en conjunto con el Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería en el 2017, y se diseñó con el objetivo de poder contar con una matriz de decisión para evaluar la factibilidad en la aplicación de técnicas químicas de recobro adicional en yacimientos ubicados dentro de la Faja del Orinoco Hugo Chávez. Es así como su importancia se materializa en la toma de decisiones previa a la aprobación de proyectos pilotos en recuperación

mejorada de hidrocarburos (RMH) en dicha área.

Los módulos para diferentes modalidades de Levantamiento Artificial (LA) responden a que en Venezuela según estimaciones de PDVSA, solo el 2% de los pozos produce por flujo natural, por tal razón el conocimiento de los principios básicos de métodos de producción es fundamental para un ingeniero de petróleo. Dada la complejidad de las ecuaciones y procesos de los métodos de LA y el alto costo de las herramientas comerciales, a partir del 2016, el subproyecto de Producción de hidrocarburos comenzó desarrollando pseudo códigos y programas. Es así como habiendo contado con la herramienta Blackoil2 se planteó elaborar el diseño de módulos básicos para cuatro métodos de producción utilizados en Venezuela: Bombeo de Cavidad progresiva (BCP), Bombeo electrosumergible (BES), Bombeo hidráulico Tipo jet (BHJ), Levantamiento artificial por gas continuo (LAGC) y Bombeo Mecánico Convencional (BMC). (Rivas, 2019).

Para la clasificación de las herramientas se tomaron en cuenta dos realidades, en primer lugar, el enfoque informático, que se dividió en tres tipos: aplicaciones de escritorio, orientadas al uso en computadoras, aplicaciones móviles para el uso en teléfonos inteligentes o tablets y se hizo mención aparte las hojas de cálculo especializadas, que no consisten en un elemento individual en sí sino que también pueden presentar funcionalidades. Desde el punto de vista informático las herramientas se pueden categorizar en:

**Tabla 1.** Categorización Informática de las Herramientas

Herramienta	Escritorio	Móviles	Hojas de Cálculo
GeoWell		X	
Diagramwell		X	
BlackOil 2.0	X		
Factibilidad MRM			X
Evaluación de Pozos Categoría 3	X		

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Las herramientas también fueron categorizadas de acuerdo al área de conocimiento petrolera con la que tienen mayor relación, partiendo de la triada que caracteriza el perfil del ingeniero de

petróleo: producción, yacimiento y perforación; añadiendo una cuarta categoría que puede integrar dos o más de las mencionadas anteriormente.

**Tabla 2.** Identificación de las aplicaciones desarrolladas

Herramienta	Fecha	Tipo	Dispositivo	Tipo de Código	Naturaleza del Uso	Finalidad
GeoWell	2018	Aplicación	Android	Abierto	Empresarial	Ubicación y base de datos de pozos de un campo.
Diagramwell	2019	Aplicación	Android	Abierto	Académico	Diagrama de pozos de petróleo
Evaluación de Pozos Categoría 3	2017	Simulador	Computadora	Abierto	Empresarial	Evaluación de Pozos Cat 3
Sistema de Preselección de métodos de LA	2017	Hoja de cálculo	Computadora	Abierto	Académico	Selección del método de levantamiento artificial adecuado.
BlackOil 2.0	2019	Simulador	Computadora	Abierto	Académico	Determinar la capacidad de producción de un pozo
Módulo BCP	2017	Pseudocódigo	Computadora	Abierto	Académico	Diseño de levantamiento artificial por BCP
Módulo BES	2017	Pseudocódigo	Computadora	Abierto	Académico	Diseño de levantamiento artificial por BES
Módulo de LAG		Pseudocódigo	Computadora	Abierto	Académico	Diseño de levantamiento artificial por LAGC

Módulo BHI	2017	Pseudocódigo	Computadora	Abierto	Académico	Diseño de levantamiento artificial por BHI
Matriz de Factibilidad MRM	2017	Hoja de cálculo	Computadora	-	Empresarial	Identificación a métodos de recuperación mejorada

Elaboración Propia (2020)

### Discusión

Es notable que existe una variedad en la producción intelectual del subprograma ingeniería de petróleo. De acuerdo a lo investigado se identificaron diez herramientas de carácter informático que constituyen productos tangibles y útiles tanto para la academia como para la industria, las cuales en su totalidad, fueron desarrolladas a partir del año 2017. Tres de ellas se tipificaron como de uso empresarial debido a que incluyen, en su versión actual, información de carácter estratégico para la empresa en la cual fueron desarrolladas, sin embargo pueden ser reproducidas con fines académicos. Es importante notar que dos de ellas están orientadas al uso móvil, en teléfonos o tablets, lo cual refleja su flexibilidad. Por otro lado, cinco herramientas se encuentran en pseudocódigo por lo que representan oportunidades para nuevas

investigaciones tanto en el área petrolera como informática.

Para la caracterización desde el punto de vista informático, se omitieron los casos en pseudocódigo hasta que no se consoliden los mismos. Es preciso señalar que aun cuando son múltiples los usos de las hojas de cálculo en el ámbito petrolero, sus funciones están asociadas al tipo de dato que maneja, se seleccionó la Matriz de Factibilidad MRM en consideración sobre todas las demás por su dinamismo, pero también por su relevancia en el tema petrolero, como son los métodos de recuperación empleados en la Faja Petrolífera por lo que puede ser un elemento clave en los subproyectos ingeniería de yacimiento III y la electiva métodos de recuperación mejorada.

El simulador Black Oil se incluyó porque presenta múltiples potencialidades, en primer lugar en su uso académico como simulador, ya que permite tanto a estudiantes como docentes ejercitarse en el uso de herramientas para el cálculo de curvas IPR, estimación de propiedades PVT por correlaciones y cálculo de la capacidad

de producción de un pozo sin necesidad de asumir el costo de licencias de las alternativas comerciales. En segundo lugar porque facilita la labor docente y los procesos de aprendizaje del subproyecto producción de hidrocarburos ya que su contenido se encuentra íntimamente relacionado con la herramienta y finalmente sirve de antecedente e inspiración para la producción intelectual del subprograma como una herramienta completa generada a nivel de pregrado.

Otra herramienta que es importante destacar es Diagramwell, porque se relaciona y facilita el desarrollo de destrezas en diferentes áreas de conocimiento petrolero, pero particularmente en la elaboración de diagramas mecánicos, que además de enlazarse con el subproyecto completación y reacondicionamiento de pozos, es una de las principales tareas que cumple el participante de prácticas profesionales en las empresas petroleras, por lo cual su manejo e interpretación resulta imprescindible.

A partir de la identificación y categorización de herramientas, se

determinó que cinco de ellas están aptas para su uso académico por lo que se determinó la necesidad de generar un repositorio online el cual se denominó Suite Tecnológica de Ingeniería de Petróleo (STIP), la cual, se realizará por medio de aplicaciones en línea que faciliten la accesibilidad de los recursos las veinticuatro (24) horas, los siete (7) días de la semana y al mismo tiempo sean de carácter gratuito al que se puede acceder cuando se requiera y de donde se necesite. El mismo, será integrado en un sitio de Google y a su vez integrado en el portal web del Subprograma de Ingeniería en Petróleo en la página <http://unellez.edu.ve/>. Se seleccionó la plataforma Dropbox como repositorio online y canal a través del cual se puedan compartir las herramientas para el uso de la comunidad universitaria de forma segura y eficiente.

### **CONCLUSIONES**

1. Luego de la revisión de los productos intelectuales del subprograma ingeniería de petróleo se pudo identificar diez herramientas ofimáticas, cinco de ellas ya finalizadas para el usuario y

- cinco como códigos en desarrollo.
2. Las herramientas se categorizaron de acuerdo a sus características técnicas en tres tipos: aplicaciones móviles, aplicaciones de escritorio y hojas de cálculo.
  3. La categorización desde el punto de vista informático identificó que dos herramientas correspondían a aplicaciones móviles, tres a aplicaciones de escritorio y una hoja de cálculo. Los cinco códigos en desarrollo se omitieron de esta clasificación.
  4. También, las herramientas se categorizaron de acuerdo al área de conocimiento petrolera, resultando cinco herramientas en el área de producción, tres en el área de yacimiento y dos de información general de pozos.
  5. No se han desarrollado herramientas en el área de perforación de pozos.
  6. Resaltan entre las oportunidades un simulador de Análisis Nodal en producción de hidrocarburos, así como una aplicación móvil para la diagramación de pozos petroleros.
  7. Finalmente, se seleccionó la

plataforma Dropbox como servicio de alojamiento de archivos en la nube para las herramientas de la Suite Tecnológica de Ingeniería de Petróleo, a través de la cual se puedan compartir las herramientas para el uso de la comunidad universitaria de forma segura y eficiente.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Rivas E. (2019): “*Desarrollo de un simulador para el cálculo de la capacidad de producción en un pozo de petróleo en VPDS. UNELLEZ*” Subprograma de Ingeniería de Petróleo UNELLEZ Barinas - Venezuela
- Prisco, M & Tovar, D (2019) “*Diseño de Diagramas Mecánicos de Pozos Mediante el Desarrollo de una Aplicación Móvil*” Subprograma de Ingeniería de Petróleo UNELLEZ Barinas - Venezuela
- Lázaro (2017) *Las aplicaciones móviles contribuyen a mejorar los niveles de satisfacción del pasajero.*
- Arias, F (2016) *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica.* 7ª Edición Editorial Episteme Caracas, Venezuela
- Quintero, C (2013) *Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias Sociales: Un Acercamiento Desde El Aprendizaje Significativo* Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Educación Especialización en Pedagogía

Bogotá – Colombia  
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/517/TO-16311.pdf>

Hurtado, J. (2000). *Metodología de la investigación holística*. (3ed). Caracas: Fundación sypal.

Baz Alonso, Ferreira Artime, Rodríguez, García Baniello (S/F) *Dispositivos móviles* E.P.S.I.G: Ingeniería de Telecomunicación Universidad de Oviedo  
[http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía\\_movil](http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil)