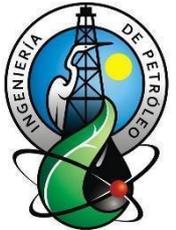




**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES EZEQUIEL ZAMORA  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEO**



**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**DISEÑO DE DIAGRAMAS MECÁNICOS DE POZOS MEDIANTE EL  
DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL**

**AUTORES:**

Prisco Milexi

**C.I.:** 25.606.692

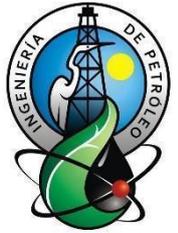
Tovar Jose

**C.I.:** 25.634.640

Barinas, Febrero de 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES EZEQUIEL ZAMORA  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEO**



**DISEÑO DE DIAGRAMAS MECÁNICOS DE POZOS MEDIANTE EL  
DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL**

Trabajo Especial de Grado presentado como requisito parcial para optar por  
el título de: Ingeniero de Petróleo.

**AUTOR (ES):**

Prisco Milexi

**C.I.:** 25.606.692

Tovar José

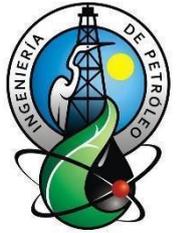
**C.I.:** 25.634.640

**Tutor Académico:** María Isabel Fonseca

Barinas, Febrero de 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES EZEQUIEL ZAMORA  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEO**



### **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi carácter de Tutor (a) del Trabajo Especial de Grado presentado por los ciudadanos: Milexi Prisco, C.I. 25.606.692 y Daniel Tovar, C.I. 25.634.640, para optar al título de Ingeniero de Petróleo, considero que este reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

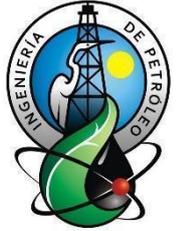
En la ciudad de Barinas a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

Tutor (a): María Isabel Fonseca  
C.I.:17.983.393



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES EZEQUIEL ZAMORA  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEO**



**DISEÑO DE DIAGRAMAS MECÁNICOS DE POZOS MEDIANTE EL  
DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL**

POR AUTOR (ES):

Prisco Milexi

**C.I.:** 25.606.692

Tovar José

**C.I.:** 25.634.640

Trabajo Especial de Grado aprobado en nombre de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” por el siguiente jurado, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
JURADO C.I.

\_\_\_\_\_  
JURADO C.I.

\_\_\_\_\_  
TUTOR C.I.

## DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso por ser mi guía en todo, por brindarme los conocimientos, y la fuerza de voluntad para cumplir esta tan anhelada meta. ¡GRACIAS PADRE!

A mi mamá Lisbety, este logro es para ti, gracias por ser mi consejera y animarme a seguir adelante, a superar todos los obstáculos, eres mi ejemplo a seguir, por ser una mujer guerrera, te amo!

A mi papá Miguel, un pilar fundamental en mi educación, ejemplo de inteligencia y perseverancia, apoyo incondicional este logro también es tuyo.

A mi hermana Miguelixa, quien ahora es mi colega, y un ejemplo a seguir por tu constancia y dedicación, gracias por tus consejos y tu compañía en todo el transcurrir de mi carrera.

A todos mis compañeros de estudio y profesores quienes formaron partes de este logro, compartir con ustedes y sus conocimientos ha sido maravilloso. Sin duda alguna ha sido una gran experiencia, les recordaré siempre.

**Milexi Prisco**

Dedicado especialmente a Dios, mi guía en todo momento y a mi abuelo en el cielo

Por sus consejos siempre estarás presente en mis pensamientos

A mis padres Linda Torrealba y José Tovar

Por ser mí apoyo fundamental a lo largo

De toda mi vida.

A mi hermana Linda Tovar

por estar pendiente en todo momento de mi formación  
profesional.

**José Tovar**

## **RECONOCIMIENTO**

A todos nuestros profesores de la carrera, por permitirnos obtener los conocimientos, y así poder plasmarlos en esta investigación.

En primer lugar a nuestra casa de estudio, la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ) por brindarme esta oportunidad de recibir la formación como ingeniero de petróleo en su recinto durante estos años.

A nuestra tutora académica María Isabel Fonseca por guiarnos en este tiempo, sus consejos y buena energía fueron fundamentales.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser mi guía y a todas aquellas personas que con sinceridad y aprecio me apoyaron en el logro de esta meta.

A mi mamá por su apoyo incondicional desde los inicios de mi vida, gracias por estar siempre mami, a mi papá por su incansable apoyo y palabras de aliento, a mi hermana por siempre estar cuando la necesite.

A mi abuela María Hernández por ser la mejor de este mundo, los mejores consejos y palabras de aliento gracias por siempre estar.

Mi compañera y amiga de este trabajo especial de grado Milexi Prisco, gracias por tomar este reto conmigo y estar pendiente de cada detalle para su realización.

A mi tutor académico Ing. María Isabel Fonseca por la asesoría en la realización de este trabajo especial de grado, gracias.

A todos los profesores que impartieron sus conocimientos esenciales en toda esta carrera, gracias.

A mis excelentes compañeros de la universidad por las experiencias y buenos momentos vividos, nunca los olvidaré. Gracias.

**José Tovar**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios primeramente, por permitirme culminar esta meta, por acompañarme y guiar mis pasos.

A mi familia pilar fundamental de este logro, su apoyo y sus consejos y buenos ejemplos de constancia, sacrificio y dedicación me han permitido llegar hasta este punto, formarme profesionalmente. ! Gracias por tanto!

A mi tutora María Isabel Fonseca, gracias por guiarnos, por sus conocimientos adquiridos. Excelente persona, y profesora intachable infinitas gracias.

A mi compañero de estudio, y ahora mi colega, José Daniel Tovar con quien realice este trabajo de grado, y compartí a lo largo de toda mi carrera, gracias por también asumir este reto conmigo, tus conocimientos, positivismo y carisma te hacen una gran persona, estoy segura que lograras cada reto que te propongas en tu vida.

A mis compañeros y amigos que formaron parte de mi vida durante el transcurrir de mi carrera, en especial Darvics, Mariuska y Jesús, gracias por su amistad incondicional, su apoyo y por los buenos y malos momentos que compartimos juntos, los llevare siempre en mi corazón.

**Milexi Prisco**

## ÍNDICE GENERAL

	<b>pp</b>
	·
LISTA DE TABLAS .....	xii
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE GRÁFICOS .....	xv
RESUMEN.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL Problema.....	3
Planteamiento del Problema.....	3
Objetivos de la Investigación.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Justificación de la Investigación.....	5
Alcances y Limitaciones.....	7
Alcances.....	7
Limitaciones.....	7
CAPÍTULO II: Marco Contextual.....	8
Área de la Investigación.....	8
Antecedentes del Estudio.....	8
Marco Teórico.....	9
Bases Legales.....	37
Sistema de Variables.....	38
Mapa de Variables.....	38
CAPÍTULO III: Marco Metodológico .....	40
Tipo de Investigación.....	40
Metodología.....	40
Población y Muestra.....	42
Metodología del desarrollo del software.....	42

Técnicas, Instrumentos Y Materiales Aplicados En La Recolección De Datos.....	46
Objetivo I.....	48
Objetivo II.....	48
Objetivo III.....	49
Objetivo IV.....	54
CAPÍTULO IV: Análisis de los Resultados.....	58
Diagnosticar las herramientas empleadas en la generación de Diagramas mecánicos de pozos petroleros.....	58
Establecer piezas típicas concernientes a los diagramas mecánicos de pozos.....	62
Programar una aplicación móvil para la representación gráfica de diagramas de pozos.....	64
Evaluar el desempeño de la aplicación móvil en el diseño de diagrama de pozos.....	71
CAPÍTULO V: Conclusión y Recomendaciones.....	79
Conclusión.....	79
Recomendaciones.....	80
Bibliografía.....	81
Anexos.....	83

## LISTA DE TABLAS

	pp
	.
<b>Tabla 1</b> Palabras clave de C#.....	15
<b>Tabla 2.</b> Especificaciones API 5-D.....	27
<b>Tabla 3</b> Especificaciones API 5-D para tubería de revestimiento.....	35
<b>Tabla 4.</b> Especificaciones API 5-D para tubería de revestimiento.....	36
<b>Tabla 5.</b> Mapa de variable.....	39
<b>Tabla 6</b> Esquema del Proceso de la Investigación.....	55
<b>Tabla 7</b> Diseño de Piezas.....	62

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pp</b>
	.
<b>Figura 1</b> Dispositivo Móvil.....	10
<b>Figura 2</b> SmartPhone.....	11
<b>Figura 3.</b> Sistema Operativo Android.....	12
<b>Figura 4</b> Sistema operativo Iphone IOS.....	12
<b>Figura 5</b> Sistema operativo WIndows.....	13
<b>Figura Xamarin</b> .....	<b>6.</b> 23
<b>Figura 7.</b> Diagrama de pozo.....	26
<b>Figura 8.</b> Tubería de revestimiento.....	27
<b>Figura 9.</b> Cañoneo de pozos petrolero.....	29
<b>Figura 10.</b> Tipos de bombas.....	de 30
<b>Figura 11.</b> Colgador de tubería de revestimiento.....	de 31
<b>Figura 12.</b> Zapata.....	32
<b>Figura 13.</b> Cuello flotador para pozo.....	33
<b>Figura 14.</b> Tapones de cemento.....	33
<b>Figura 15.</b> Retenedores.....	34
<b>Figura 16.</b> Sarta de perforación.....	34
<b>Figura 17.</b> Empacaduras de pozos petroleros.....	36
<b>Figura 18.</b> Flujo de Scrum.....	46
<b>Figura 19.</b> Diseño de las piezas del diagrama mecánico.....	49
<b>Figura 20.</b> SkiaSharp Logo.....	50
<b>Figura 21.</b> Clase modelo del Revestidor.....	51
<b>Figura 22.</b> Paleta de colores.....	52
<b>Figura 23.</b> Logo de la app.....	52
<b>Figura 24.</b> Prototipo de la interfaz de la app con Fluid UI.....	53

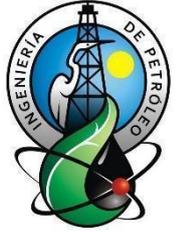
<b>Figura 25</b>	Desarrollando el código.....	53
<b>Figura 26</b>	Archivo APK.....	64
<b>Figura 27</b>	Vista principal de Diagram Well.....	64
<b>Figura 28</b>	Datos principales del diagrama.....	65
<b>Figura 29</b>	Ubicación de las secciones de la app.....	66
<b>Figura 30</b>	Selección de un revestidor en la app.....	67
<b>Figura 31</b>	Diseño de un diagrama mecánico en la app.....	68
<b>Figura 32</b>	Imagen generada del diagrama.....	70

## LISTA DE GRAFICOS

	pp
	.
<b>Gráfico 1.</b> Realiza usted diagrama mecánicos de pozos?.....	59
<b>Gráfico 2.</b> Utiliza una metodología o norma para la realización de diagramas mecánicos de pozos petroleros?.....	60
<b>Gráfico 3.</b> Que herramienta emplea para la generación de Diagramas de pozos?.....	61
<b>Gráfico 4.</b> Qué tecnologías se pueden aplicar para la realizar diagramas mecánicos de pozos?.....	62
<b>Gráfico 5.</b> Tienes grado de conocimiento acerca de las aplicaciones móviles?.....	72
<b>Gráfico 6.</b> Consideras necesario utilizar los avances tecnológicos para diseñar diagramas mecánicos de pozos?.....	73
<b>Gráfico 7</b> ¿Crees que sea factible el uso de la aplicación móvil para el diseño de diagramas mecánicos de pozos? .....	74
<b>Gráfico 8.</b> La aplicación funciona de manera eficiente?.....	75
<b>Gráfico 9.</b> Te parece fácil el manejo de la aplicación móvil?.....	75
<b>Gráfico 10.</b> Consideras que la aplicación funciona lentamente?.....	76
<b>Gráfico 11.</b> La manera en que presenta la información es clara y entendible?.....	77
<b>Gráfico 12.</b> La aplicación móvil tiene un diseño adecuado y de fácil manejo?.....	77
<b>Gráfico 13.</b> Elaboras el diagrama de pozo con mayor facilidad con la aplicación que realizarlos con otras herramientas?.....	78



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES EZEQUIEL ZAMORA  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEO**



**DISEÑO DE DIAGRAMAS MECÁNICOS DE POZOS MEDIANTE EL  
DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL**

Autor (es): Milexi Prisco, José Tovar

Tutor(a): María Isabel Fonseca

Febrero, de 2019

**Resumen**

Una aplicación móvil o aplicación, es un software diseñado para funcionar en teléfonos inteligentes y otros dispositivos móviles. En los últimos años, estas aplicaciones han sufrido un auge en ofertas a sus usuarios y diversidad, entrando en el campo de la ingeniería, tanto para profesionales como para estudiantes. El objetivo de la presente investigación consiste en diseñar diagramas mecánicos de pozos mediante el desarrollo de una aplicación móvil, siendo de gran relevancia tanto en la industria incursionando así avances tecnológicos a los ingenieros para la realización de los diagramas con fácil manejo, y académicamente es necesario actualizar a los futuros ingenieros en el uso de la tecnología, la metodología es concebida como cuantitativa y proyectiva tecnológica, ordenadas en función del cumplimiento de cada uno de los objetivos de la investigación. En cuanto a los resultados obtenidos se pudo apreciar la utilidad de la aplicación como una alternativa oportuna e innovadora que facilita el diseño de diagramas de pozos.

Palabras clave: diagrama de pozos, aplicación móvil.

E-mail del autor (es): [milexiprisco@gmail.com](mailto:milexiprisco@gmail.com), [danieldaniyyelda@gmail.com](mailto:danieldaniyyelda@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Una aplicación móvil, es un software o programa informático, que está diseñado para funcionar en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. Originalmente éstas fueron concebidas como herramientas de trabajo y ofertaban información general, como el correo electrónico o el calendario, ha habido un incremento rápido de su desarrollo y su variabilidad Martín I(2013), debido al desarrollo de nuevas tecnologías y, en parte, a que cada vez más porcentaje de la población tiene dispositivos capaces de soportar estas aplicaciones.

Además, como herramientas de trabajo, también han entrado en el campo de la ingeniería. Debido al aumento de dispositivos móviles, hay una mayor posibilidad de usar nuevas tecnologías y apps en la industria. En una revisión reciente de artículos que trataban sobre el desarrollo y la evaluación de aplicaciones, se pudo constatar que el uso para profesionales resulta ser beneficiosa, dado que permite tomar decisiones de manera más rápida, con una menor tasa de error y un aumento en la calidad de la gestión y la accesibilidad a los datos.

En este sentido, el estudio relacionado con el diseño de diagramas mecánicos de pozos ha venido siendo una tarea de suma importancia en las áreas de completación, producción y perforación de pozos en la industria petrolera, de esta manera se pretende subsanar a través de la tecnología móvil el diseño de estos diagramas, para que los profesionales se mantengan a la vanguardia con estas herramientas, como también los pasantes, estudiantes, entre otros que mantengan relación con la industria petrolera.

Este trabajo especial de grado se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Se describe el contexto y se plantea el problema existente, en el cual se detallan las causas del mismo, señalando la posible solución al problema planteado, se trazan los objetivos (generales y específicos), así como también la justificación de la investigación y sus alcances.

Capítulo II: En este capítulo se estructura el marco teórico, donde se encuentran los antecedentes y las bases teóricas del desarrollo de una aplicación móvil así como también el sustento teórico referentes a los diagramas mecánicos de pozos. Además se constituyen las bases legales que soportan a la investigación, el sistema de variables y el mapa de variables.

Capítulo III: Contiene tipo de investigación, población y muestra, las técnicas utilizadas en la recolección de datos y la metodología del desarrollo del software utilizada: SCRUM, además de las fases de la investigación ordenadas en función del cumplimiento de cada uno de los objetivos.

Capítulo IV: contiene el análisis de los resultados en base a los instrumentos aplicados y de la investigación.

Capítulo V: Se encontraran las conclusiones obtenidas como resultados del análisis al desarrollar este trabajo de grado y las recomendaciones que se le harán al producto final.

Al finalizar se hace referencia a la bibliografía como soporte del contenido.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dada la relevancia del petróleo como fuente de energía, a nivel mundial, la industria petrolera está constantemente implementando tecnología que le permita mejorar los procesos de su cadena de valor (Abilahoud 2006).

El aprovechamiento de la tecnología dentro de la industria petrolera representa 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 lo tanto, de esta manera se aumenta el grado de eficiencia de todo el proceso de industrialización petrolera y se agiliza aún más, ya que con la aplicación de la tecnología dentro de una industria permite lograr la ejecución de sus actividades y cumplimiento de metas, es decir, lograr los objetivos planteados bajo condiciones de eficiencia.

Por otra parte, teniendo en cuenta que para cualquier operación de intervención, debe existir un diagrama de pozo actualizado disponible para permitir que los ingenieros y los operadores de equipos seleccionen el equipamiento más apropiado y preparen los procedimientos operativos que sean compatibles con cualquier restricción de fondo de pozo (Da silva, 2010). Es por ello que se plantea el diseño de diagramas mecánicos de pozos mediante la ejecución de una aplicación móvil, sabiendo que estos cumplen un factor determinante dentro de los procesos que se llevan a cabo en la industria y su representación gráfica juega un papel fundamental para la construcción y terminación de pozos.

La importancia y uso de los diagramas mecánicos de pozos petroleros, se debe a la información incluida en el esquema del pozo, con esto se refiere a las principales dimensiones de los componentes y la profundidad a la que los componentes se encuentran (Da Silva, 2010). De esta manera se puede obtener información directa a la hora de tomar decisiones y resolver cualquier problema que se pueda presentar durante los procesos operacionales.

Dentro de ese orden de ideas, es menester que los estudiantes mantengan el compromiso de aprender, el docente ayuda a desarrollar su potencialidad intelectual y creativa, a través del empleo de estrategias innovadoras, de acuerdo con las necesidades e intereses de los estudiantes para promover el aprendizaje significativo, es decir, el aprendizaje comprensivo aplicado a situaciones académicas (Quintero, 2011), 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.

Igualmente, es necesario que estos estén sujetos a innovaciones tecnológicas de vanguardia para que el manejo de la información sea lo más accesible posible, permitiendo a los estudiantes la aplicación de sus conocimientos teórico prácticos adquiridos en la universidad, ponerlos en práctica a través de nuevas herramientas, como lo son las aplicaciones móviles instaladas en dispositivos android, cuyo transporte es mucho más cómodo y práctico, permitiendo un fácil acceso sin conexión a internet una vez la aplicación se encuentre instalada correctamente, siendo también muy útil y con un fácil manejo por parte de los estudiantes y trabajadores. Además, la computación móvil se está convirtiendo en una herramienta integral en la industria de la tecnología de la información, lo que influye en el diseño de las aplicaciones de software requeridas por las organizaciones de petróleo y gas. (Al-Naim, & Otros. 2012).

Por lo anteriormente expuesto es necesario dar respuestas a las siguientes interrogantes:

¿Qué representación gráfica puede estar acorde a las necesidades de la industria?

¿Es posible contar con una aplicación que represente diagramas mecánicos?  
¿Responde la App propuesta, a las necesidades académicas del sector petrolero?

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar diagramas mecánicos de pozos mediante el desarrollo de una aplicación móvil.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- 1) Diagnosticar las herramientas empleadas en la generación de diagramas mecánicos petroleros.
- 2) Establecer piezas típicas concernientes a los diagramas mecánicos de pozos.
- 3) Programar una aplicación móvil para la representación gráfica de diagramas de pozos.
- 4) Evaluar el desempeño de la aplicación móvil en el diseño de diagrama de pozos.

## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El uso de los dispositivos móviles ha venido aumentando considerablemente desde el 2010, esto a consecuencia de que la tecnología se orientó a conectar de manera móvil, dejando a un lado las máquinas de escritorio y ofreciendo lo que hoy día se conoce como dispositivos Android, iOS o Windows Phone. Uno de los informes que realiza la firma (Kleiner Perkins, 2017) lo reseña.

En este sentido, el cambio es inminente, la tecnología cambia y de esto no escapa ninguna industria, ni área específica. La tecnología móvil nos permite ser más productivos adoptando aplicaciones útiles en diferentes áreas específicas, normalmente las empresas o la ciencia se orientan hacia este camino innovador en busca del perfeccionamiento de sus procesos.

Aunado a eso, la relación existente entre la tecnología y la industria petrolera, es la necesidad de automatizar y adaptar sus procesos a los cambios. De esta manera surge la necesidad de hacer uso de los dispositivos móviles con la finalidad de diseñar diagramas mecánicos de pozos, lo cual se adapta cabalmente con el avance y manejo de los teléfonos inteligentes, tabletas y el masivo uso que se hace de ellos en cualquier área. Estas tecnologías han sido vistas, además, como una excelente manera de optimizar al máximo el potencial de los estudiantes, esto se debe a que dichos sistemas permiten digitalizar el diagrama mecánico de un pozo con la selección de sus componentes.

Por otra parte, teniendo en cuenta la importancia que, durante los últimos años, han adquirido las distintas innovaciones tecnológicas las cuales han permitido alcanzar una eficiencia cada vez mayor en lo que respecta a los tiempos de operación, ya que apuntan al desarrollo sustentable y de reducción de costos, esto último constituye uno de los factores fundamentales de la implementación tecnológica en el Campo Petrolero. Al reducir costos y tiempo de producción, estas innovaciones tecnológicas han brindado un mejor rendimiento a las distintas industrias que componen el campo del petróleo y del gas. Así mismo, es importante resaltar que este tipo de tecnologías de operación digital están en concordancia con el artículo 108 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV), el cual reza que los centros educativos deben incorporar el conocimiento y aplicación de las nuevas tecnologías y de sus innovaciones. También el artículo 110 de la constitución establece que El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país.

En este sentido, el estado debe garantizar los recursos utilizados para desarrollar una aplicación móvil para la representación gráfica de diagramas mecánicos de pozos, que aseguren su funcionamiento adecuado en los campos científico, humanístico y tecnológico. Ya que la utilización de una aplicación móvil para la representación gráfica de diagramas mecánicos de pozos corresponde a la productividad asociada a las tareas de campo en el área profesional, contribuyendo al desarrollo de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación.

## **ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

Su desarrollo contribuye a la representación de diagramas mecánicos de pozos, tarea fundamental en la perforación, completación y/o producción de pozos petroleros. Inicialmente está destinada para su uso en la UNELLEZ, dirigida a nivel académico para estudiantes de noveno (9) y décimo (10) semestre que ya hayan cursado o estén cursando el subproyecto completación y reacondicionamiento de pozos. Con una línea temporal prospectiva de desarrollo de veinticuatro (24) semanas, desde Diciembre 2018- Mayo 2019, en la Universidad Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora.

## **LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

La aplicación se limitó de manera que permita utilizar las herramientas por área específica, estas son: completación y perforación, debido a que tiene mayor utilidad en éstas áreas, en el caso de producción donde se prevee el uso de bombas se considera un factor determinante para los diagramas, la cual, posteriormente de acuerdo a las actualizaciones se ira añadiendo esta area, pero en esta versión, se limita sólo a diseño de diagramas de completación y perforación. Los parámetros se ingresan como variables sensibles en el sistema inglés, es decir, las unidades de profundidad y diámetros estan representados en dicho sistema. En otro orden de ideas, se puede presentar que al ser necesario usar la aplicación, el dispositivo móvil se encuentre con la batería descargada, retrasando el trabajo por ser oportuno conectarlo a una fuente de energía.

Para efectos prácticos, la aplicación sólo podrá ser compilada y archivada para dispositivos Android, sin embargo, de ésta no se hará publicación en tiendas sino que se obtendrá el instalador directamente. Tal es el caso, pues, que es necesario adquirir una suscripción para generar la aplicación para iOS o Windows Phone, y de la misma manera también lo es para publicarla en tiendas, bien sea Play Store, App Store, o Microsoft Store.

### MARCO CONTEXTUAL

#### ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevará a cabo en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), dentro del Programa Ingeniería, Arquitectura y Tecnología, específicamente en el sub programa de Ingeniería de Petróleo, la cual tendrá una duración de veinticuatro (24) semanas.

#### ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Rivas E. (2019). Título: **“Desarrollo de un simulador para el cálculo de la capacidad de producción en un pozo de petróleo en VPDS. UNELLEZ”** Esta investigación tiene como objetivo principal, el desarrollo de un simulador que permita el cálculo de las propiedades PVT de los fluidos del yacimiento (petróleo, gas y agua), y mediante estos datos, la capacidad de producción del pozo (Curva de oferta y demanda). La herramienta de software desarrollada integra de manera práctica una variedad de correlaciones y modelos matemáticos para la estimación de la capacidad de producción de un pozo de petróleo, es de suma importancia, debido al avance tecnológico que representa y aporta a la presente investigación.

Gutiérrez R. (2018). Título: **“Elaboración de fichas técnicas por pozos campo Guafita norte”**. La presente investigación de naturaleza descriptiva, tuvo como objetivo proponer la implementación de una aplicación móvil, que facilite la información de los pozos completados en el campo Guafita área Norte. Se trata de un estudio de campo, e investigación proyectiva. Su alcance se direccionó con una muestra intencional de 37 pozos del campo Guafita área Norte del Distrito Apure. Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron los informes y medios de información digitales. Los resultados obtenidos, permiten afirmar que si cumple con las expectativas para el mejoramiento del mapa y también la información que facilita en los pozos del norte, por otra parte se puede decir que es muy sencilla de

manejar, lo cual es muy importante para el usuario, además, se puede notar la facilidad con la cual se puede leer el mapa del campo Guafita y de esta forma poder ubicarse con mayor rapidez al circuito, cluster o pozo que sea de interés para el usuario.

López F y Reyes M. (2010). Título: "**Desarrollo de software de código abierto de ingeniería petrolera**". Esta investigación fue realizada en la Universidad Nacional Autónoma de México, se basa en un trabajo especial de grado para optar por el título de Ingeniero de Petróleo, el cual lleva por objetivo sentar las bases y la primera versión de una colección de software de Ingeniería Petrolera de código abierto (Apantli), que ofrezca una alternativa para estimular el interés y las habilidades de los alumnos de la Carrera de Ingeniería Petrolera, por aplicar sus conocimientos de Ingeniería y programación, a la solución de problemas de la industria, mediante la utilización y desarrollo de nuevos módulos adaptados a la plataforma. En donde se logró obtener un compendio de información, relacionados a la programación.

## **MARCO TEÓRICO**

Para Sabino (2002), las bases teóricas son "Situación el problema de un conjunto de conocimientos con más solidez posible que permitan y ofrezcan una adecuada orientación a nuestra búsqueda de los términos que utilizamos". Es evidente entonces que, las bases teóricas nos aportan contenidos literarios que permiten guiar y sustentar los términos básicos descritos en el problema a tratar. De esta manera, se hará mención a las teorías que sirven como soporte para respaldar y construir el marco referencial del trabajo de investigación tomando en cuenta una aplicación móvil para el diseño de diagramas mecánicos de pozos.

### **1. Dispositivo Móvil**

El teléfono móvil es un dispositivo inalámbrico electrónico basado en la tecnología de ondas de radio, que tiene la misma funcionalidad que cualquier teléfono de línea fija. Su principal característica es su portabilidad, ya que la realización de llamadas no es dependiente de ningún terminal fijo y no requiere

ningún tipo de cableado para llevar a cabo la conexión a la red telefónica. Aunque su principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional, su rápido desarrollo ha incorporado funciones adicionales como mensajería instantánea (sms), agenda, juegos, cámara fotográfica, agenda, acceso a Internet, reproducción de video e incluso GPS y reproductor mp3.

Inicialmente los teléfonos móviles sólo permitían realizar llamadas de voz y enviar mensajes de texto. Conforme la tecnología fue avanzando se incluyeron nuevas aplicaciones como juegos, alarma, calculadora y acceso WAP (acceso a Internet mediante páginas web especialmente diseñadas para móviles).

**Figura 1.** Dispositivo móvil.



**Fuente:** Qualitynet (2006).

## **2. “Smartphone” o teléfono inteligente**

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. Es un elemento a medio camino entre un teléfono móvil clásico y una PDA ya que permite hacer llamadas y enviar mensajes de texto como un móvil convencional pero además incluye características cercanas 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, Alvarez y Garcia ).

Estas aplicaciones pueden ser desarrolladas por el fabricante del dispositivo, por el operador o por un tercero. Los teléfonos inteligentes se distinguen por muchas características, entre las que destacan las pantallas táctiles, un sistema operativo así como la conectividad a Internet y el acceso al correo electrónico. Otras aplicaciones que suelen estar presentes son las cámaras integradas, la administración de contactos, el software multimedia para reproducción de música y visualización de fotos y video-clips y algunos programas de navegación así como, ocasionalmente, la habilidad de leer documentos de negocios en variedad de formatos como PDF y Microsoft Office. Casi todos los teléfonos inteligentes también permiten al usuario instalar programas adicionales.

**Figura 2.** Smartphone, o teléfono inteligente



**Fuente:** Qualitynet (2006)

### **3. Sistemas operativos para dispositivos móviles**

Partiendo de la definición de sistema operativo: 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.

Podemos deducir que el uso de uno u otro S.O determinarán las capacidades multimedia de los dispositivos, y la forma de éstas de interactuar con el usuario. Existen multitud de opciones, si bien las más extendidas son Symbian, BlackBerry

OS, Windows Mobile, iPhone OS, Android. Las características básicas de cada uno son las siguientes:

### 3.1. Android

Android es un sistema operativo móvil basado en Linux y Java que ha sido liberado bajo la licencia Apache versión 2. El sistema busca, nuevamente, un modelo estandarizado de programación que simplifique las labores de creación de aplicaciones móviles y normalice las herramientas en el campo de la telefonía móvil. Lo que se busca es que los programadores sólo tengan que desarrollar sus creaciones una única vez y así ésta sea compatible con diferentes terminales.

**Figura 3.** Sistema operativo Android



**Fuente:** Google Inc (2017).

### 3.2 iPhone OS

Es una versión reducida de Mac OS X optimizada para los procesadores ARM. Aunque oficialmente no se puede instalar ninguna aplicación que no esté firmada por Apple ya existen formas de hacerlo, la vía oficial forma parte del iPhone Developer Program (de pago) y hay que descargar el SDK que es gratuito. iPhone dispone de un interfaz de usuario realmente interesante, el único impedimento es la cantidad de restricciones que tiene.

**Figura 4.** Sistema operativo iPhone-iOS



**Fuente:** Apple Inc (2017).

### **3.3 Windows Mobile**

Microsoft lanzó su propio Windows para móviles, antes conocido como Windows CE o Pocket PC, tiene una larga historia como segundón en el campo de los PDA u ordenadores de bolsillo, sin embargo hace pocos meses superó por primera vez al hasta entonces líder, Palm OS. Windows Mobile es un sistema operativo escrito desde 0 y que hace uso de algunas convenciones de la interfaz de usuario del Windows de siempre. Una de las ventajas de Windows Mobile sobre sus competidores es que los programadores pueden desarrollar aplicaciones para móviles utilizando los mismos lenguajes y entornos que emplean con Windows para PC. En comparación, las aplicaciones para Symbian necesitan más esfuerzo de desarrollo, aunque también están optimizadas para cada modelo de teléfono. (Baz et al).

**Figura 5.** Sistema operativo windows mobile.



**Fuente:** Microsoft Inc (2018).

## **4. Lenguajes de programación**

Un lenguaje de programación es un lenguaje formal, que comprende un conjunto de instrucciones utilizadas para realizar tareas; a través de los mismos, se crean programas de software mediante la implementación de algoritmos específicos. De esta manera, puede decirse que la programación le indica al programa informático qué acción tiene que llevar a cabo y cuál es el modo de concretarla. Con estas nociones en claro, podemos afirmar que un lenguaje de programación es aquella estructura que, con una cierta base sintáctica y semántica, imparte distintas instrucciones a un programa de computadora. ( Pérez, Merino 2009).

#### **4.1 Lenguaje de programación: C#**

C # es una moderna programación orientada a objetos, de propósito general. Es un lenguaje, creado y desarrollado por Microsoft junto con la plataforma .NET. Existe un software muy diverso desarrollado con C # y en .NET.

Plataforma: aplicaciones de oficina, aplicaciones web, sitios web, aplicaciones de escritorio, Aplicaciones móviles, juegos y muchos otros. C # es un lenguaje de alto nivel que es similar a Java y C ++ y, para algunos en gran medida, lenguajes como Delphi, VB.NET y C. Todos los programas de C # están orientados a objetos. Consisten en un conjunto de definiciones en clases que contienen métodos, y los métodos contienen la lógica del programa, las instrucciones que la computadora ejecuta.

Hoy en día C # es uno de los lenguajes de programación más populares. Es utilizado por millones de desarrolladores en todo el mundo. Porque C # es desarrollado por Microsoft como parte de su plataforma moderna para el desarrollo y ejecución de aplicaciones, en .NET Framework, el lenguaje está ampliamente difundido entre empresas orientadas a Microsoft, organizaciones y desarrolladores individuales. Por Mejor o peor, a partir de la escritura de este libro, el lenguaje C # y .NET

La plataforma es mantenida y administrada completamente por Microsoft y no es abierto a terceros. Debido a esto, todas las otras grandes corporaciones de software como IBM, Oracle y SAP basan sus soluciones en la plataforma Java y utiliza Java como su idioma principal para desarrollar sus propios productos de software.

El lenguaje C # se distribuye junto con un entorno especial en el que

se ejecuta, llamado Common Language Runtime (CLR). Este entorno es parte de la plataforma .NET Framework, que incluye CLR, un paquete de bibliotecas estándar que proporcionan una funcionalidad básica, compiladores, depuradores y otras herramientas de desarrollo. Gracias al marco CLR los programas son portátiles y, una vez escritos, pueden funcionar con poco o ningún cambio en varias plataformas hardware y sistemas operativos. Los Programas de C # normalmente se ejecutan en MS Windows, pero .NET Framework y CLR También soporta teléfonos móviles y otros dispositivos portátiles basados en Windows. Mobile, Windows Phone y Windows 8. Los programas C # todavía se pueden ejecutar en Linux, FreeBSD, iOS, Android, MacOS X y otros sistemas operativos a través de la implementación gratuita de .NET Framework Mono, que, sin embargo, no es oficialmente soportado por Microsoft.

#### **4.1.1 Palabras clave:**

C # usa las siguientes palabras clave para construir sus construcciones de programación:

**Tabla N 1.** Palabras clave de C#

<b>abstract</b>	<b>as</b>	<b>base</b>	<b>bool</b>	<b>break</b>	<b>byte</b>
<b>case</b>	<b>catch</b>	<b>char</b>	<b>checked</b>	<b>class</b>	<b>const</b>
<b>continue</b>	<b>decimal</b>	<b>default</b>	<b>delegate</b>	<b>do</b>	<b>double</b>
<b>else</b>	<b>enum</b>	<b>event</b>	<b>explicit</b>	<b>extern</b>	<b>false</b>
<b>finally</b>	<b>fixed</b>	<b>float</b>	<b>for</b>	<b>foreach</b>	<b>goto</b>
<b>if</b>	<b>implicit</b>	<b>in</b>	<b>int</b>	<b>interfac</b>	<b>internal</b>
<b>is</b>	<b>lock</b>	<b>long</b>	<b>namespac e</b>	<b>new</b>	<b>null</b>
<b>object</b>	<b>operator</b>	<b>out</b>	<b>override</b>	<b>params</b>	<b>private</b>
<b>protected</b>	<b>public</b>	<b>eadonly</b>	<b>ref</b>	<b>return</b>	<b>sbyte</b>
<b>sealed</b>	<b>short</b>	<b>sizeof</b>	<b>stackalloc</b>	<b>static</b>	<b>string</b>
<b>struct</b>	<b>switch</b>	<b>this</b>	<b>throw</b>	<b>true</b>	<b>try</b>
<b>typeof</b>	<b>uint</b>	<b>ulong</b>	<b>unchecked</b>	<b>unsafe</b>	<b>ushort</b>

<b>using</b>	<b>virtual</b>	<b>void</b>	<b>volatile</b>	<b>while</b>	
--------------	----------------	-------------	-----------------	--------------	--

Fuente: Wagner B (2017).

#### 4.1.2 Características de C#

Con la idea de que los programadores más experimentados puedan obtener una visión general del lenguaje, a continuación se recoge de manera resumida las principales características de C#. Algunas de las características aquí señaladas no son exactamente propias del lenguaje sino de la plataforma .NET en general. Sin embargo, también se comentan aquí también en tanto que tienen repercusión directa en el lenguaje, aunque se indicará explícitamente cuáles son este tipo de características cada vez que se toquen:

- Sencillez: C# elimina muchos elementos que otros lenguajes incluyen y que son innecesarios en .NET. Por ejemplo:
- El código escrito en C# es autocontenido, lo que significa que no necesita de ficheros adicionales al propio fuente tales como ficheros de cabecera o ficheros IDL
- El tamaño de los tipos de datos básicos es fijo e independiente del compilador, sistema operativo o máquina para quienes se compile (no como en C++), lo que facilita la portabilidad del código.
- No se incluyen elementos poco útiles de lenguajes como C++ tales como macros, herencia múltiple o la necesidad de un operador diferente del punto (.) acceder a miembros de espacios de nombres (::).
- Modernidad: C# incorpora en el propio lenguaje elementos que a lo largo de los años ha ido demostrándose son muy útiles para el desarrollo de aplicaciones y que en otros lenguajes como Java o C++ hay que simular, como un tipo básico decimal que permita realizar operaciones de alta precisión con reales de 128 bits (muy útil en el mundo financiero), la inclusión de una instrucción foreach que permita recorrer colecciones con facilidad y es ampliable a tipos definidos por el usuario, la inclusión de un tipo básico string para representar

cadenas o la distinción de un tipo bool específico para representar valores lógicos.

- Orientación a objetos: Como todo lenguaje de programación de propósito general actual, C# es un lenguaje orientado a objetos, aunque eso es más bien una característica del CTS que de C#. Una diferencia de este enfoque orientado a objetos respecto al de otros lenguajes como C++ es que el de C# es más puro en tanto que no admiten ni funciones ni variables globales sino que todo el código y datos han de definirse dentro de definiciones de tipos de datos, lo que reduce problemas por conflictos de nombres y facilita la legibilidad del código.

C# soporta todas las características propias del paradigma de programación orientada a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo. En lo referente a la encapsulación es importante señalar que aparte de los típicos modificadores public, private y protected, C# añade un cuarto modificador llamado internal, que puede combinarse con protected e indica que al elemento a cuya definición precede sólo puede accederse desde su mismo ensamblado.

Respecto a la herencia -a diferencia de C++ y al igual que Java- C# sólo admite herencia simple de clases ya que la múltiple provoca más quebraderos de cabeza que facilidades y en la mayoría de los casos su utilidad puede ser simulada con facilidad mediante herencia múltiple de interfaces. De todos modos, esto vuelve a ser más bien una característica propia del CTS que de C#.

- Orientación a componentes: La propia sintaxis de C# incluye elementos propios del diseño de componentes que otros lenguajes tienen que simular mediante construcciones más o menos complejas. Es decir, la sintaxis de C# permite definir cómodamente propiedades (similares a campos de acceso controlado), eventos (asociación controlada de funciones de respuesta a notificaciones) o atributos (información sobre un tipo o sus miembros).
- Gestión automática de memoria: Como ya se comentó, todo lenguaje de .NET tiene a su disposición el recolector de basura del CLR. Esto tiene el

efecto en el lenguaje de que no es necesario incluir instrucciones de destrucción de objetos. Sin embargo, dado que la destrucción de los objetos a través del recolector de basura es indeterminista y sólo se realiza cuando éste se active –ya sea por falta de memoria, finalización de la aplicación o solicitud explícita en el fuente-, C# también proporciona un mecanismo de liberación de recursos determinista a través de la instrucción `using`.

- Seguridad de tipos: C# incluye mecanismos que permiten asegurar que los accesos a tipos de datos siempre se realicen correctamente, lo que permite evita que se produzcan errores difíciles de detectar por acceso a memoria no perteneciente a ningún objeto y es especialmente necesario en un entorno gestionado por un recolector de basura.
- Sólo se admiten conversiones entre tipos compatibles. Esto es, entre un tipo y antecesores suyos, entre tipos para los que explícitamente se haya definido un operador de conversión, y entre un tipo y un tipo hijo suyo del que un objeto del primero almacena una referencia del segundo (downcasting) Obviamente, lo último sólo puede comprobarlo en tiempo de ejecución el CLR y no el compilador, por lo que en realidad el CLR y el compilador colaboran para asegurar la corrección de las conversiones.
- No se pueden usar variables no inicializadas. El compilador da a los campos un valor por defecto consistente en ponerlos a cero y controla mediante análisis del flujo de control del fuente que no se lea ninguna variable local sin que se le haya asignado previamente algún valor.
- Se comprueba que todo acceso a los elementos de una tabla se realice con índices que se encuentren dentro del rango de la misma.
- Se puede controlar la producción de desbordamientos en operaciones aritméticas, informándose de ello con una excepción cuando ocurra. Sin embargo, para conseguirse un mayor rendimiento en la aritmética estas comprobaciones no se hacen por defecto al operar con variables sino sólo con constantes (se pueden detectar en tiempo de compilación).
- A diferencia de Java, C# incluye delegados, que son similares a los punteros a funciones de C++ pero siguen un enfoque orientado a objetos, pueden almacenar referencias a varios métodos simultáneamente, y se comprueba que los métodos a los que apunten tengan parámetros y valor de retorno del tipo indicado al definirlos.

- Pueden definirse métodos que admitan un número indefinido de parámetros de un cierto tipo, y a diferencia lenguajes como C/C++, en C# siempre se comprueba que los valores que se les pasen en cada llamada sean de los tipos apropiados.
- Instrucciones seguras: Para evitar errores muy comunes, en C# se han impuesto una serie de restricciones en el uso de las instrucciones de control más comunes. Por ejemplo, la guarda de toda condición ha de ser una expresión condicional y no aritmética, con lo que se evitan errores por confusión del operador de igualdad (==) con el de asignación (=); y todo caso de un switch ha de terminar en un break o goto que indique cuál es la siguiente acción a realizar, lo que evita la ejecución accidental de casos y facilita su reordenación.
- Sistema de tipos unificado: A diferencia de C++, en C# todos los tipos de datos que se definan siempre derivarán, aunque sea de manera implícita, de una clase base común llamada System.Object, por lo que dispondrán de todos los miembros definidos en ésta clase (es decir, serán “objetos”). A diferencia de Java, en C# esto también es aplicable a los tipos de datos básicos. Además, para conseguir que ello no tenga una repercusión negativa en su nivel de rendimiento, se ha incluido un mecanismo transparente de boxing y unboxing con el que se consigue que sólo sean tratados como objetos cuando la situación lo requiera, y mientras tanto puede aplicarles optimizaciones específicas. El hecho de que todos los tipos del lenguaje deriven de una clase común facilita enormemente el diseño de colecciones genéricas que puedan almacenar objetos de cualquier tipo.
- Extensibilidad de tipos básicos: C# permite definir, a través de estructuras, tipos de datos para los que se apliquen las mismas optimizaciones que para los tipos de datos básicos. Es decir, que se puedan almacenar directamente en pila (luego su creación, destrucción y acceso serán más rápidos) y se asignen por valor y no por referencia. Para conseguir que lo último no tenga efectos negativos al pasar estructuras como parámetros de métodos, se da la posibilidad de pasar referencias a pila a través del modificador de parámetro ref.
- Extensibilidad de operadores: Para facilitar la legibilidad del código y conseguir que los nuevos tipos de datos básicos que se definan a través de

las estructuras estén al mismo nivel que los básicos predefinidos en el lenguaje, al igual que C++ y a diferencia de Java, C# permite redefinir el significado de la mayoría de los operadores -incluidos los de conversión, tanto para conversiones implícitas como explícitas- cuando se apliquen a diferentes tipos de objetos. Las redefiniciones de operadores se hacen de manera inteligente, de modo que a partir de una única definición de los operadores ++ y -- el compilador puede deducir automáticamente como ejecutarlos de manera prefijas y postfija; y definiendo operadores simples (como +), el compilador deduce cómo aplicar su versión de asignación compuesta (+=) Además, para asegurar la consistencia, el compilador vigila que los operadores con opuesto siempre se redefinen por parejas (por ejemplo, si se redefine ==, también hay que redefinir !=).

- Extensibilidad de modificadores: C# ofrece, a través del concepto de atributos, la posibilidad de añadir a los metadatos del módulo resultante de la compilación de cualquier fuente información adicional a la generada por el compilador que luego podrá ser consultada en tiempo ejecución a través de la librería de reflexión de .NET . Esto, que más bien es una característica propia de la plataforma .NET y no de C#, puede usarse como un mecanismo para definir nuevos modificadores.
- Versionable: C# incluye una política de versionado que permite crear nuevas versiones de tipos sin temor a que la introducción de nuevos miembros provoquen errores difíciles de detectar en tipos hijos previamente desarrollados y ya extendidos con miembros de igual nombre a los recién introducidos. Si una clase introduce un nuevo método cuyas redefiniciones deban seguir la regla de llamar a la versión de su padre en algún punto de su código, difícilmente seguirán esta regla miembros de su misma signatura definidos en clases hijas previamente a la definición del mismo en la clase padre; o si introduce un nuevo campo con el mismo nombre que algún método de una clase hija, la clase hija dejará de funcionar. Para evitar que esto ocurra, en C# se toman dos medidas:
- Se obliga a que toda redefinición deba incluir el modificador override, con lo que la versión de la clase hija nunca sería considerada como una redefinición de la versión de miembro en la clase padre ya que no incluiría override. Para evitar que por accidente un programador incluye este modificador, sólo se

permite incluirlo en miembros que tengan la misma signatura que miembros marcados como redefinibles mediante el modificador virtual. Así además se evita el error tan frecuente en Java de creerse haber redefinido un miembro, pues si el miembro con override no existe en la clase padre se producirá un error de compilación.

- Si no se considera redefinición, entonces se considera que lo que se desea es ocultar el método de la clase padre, de modo que para la clase hija sea como si nunca hubiese existido. El compilador avisará de esta decisión a través de un mensaje de aviso que puede suprimirse incluyendo el modificador `new` en la definición del miembro en la clase hija para así indicarle explícitamente la intención de ocultación.
- Eficiente: En principio, en C# todo el código incluye numerosas restricciones para asegurar su seguridad y no permite el uso de punteros. Sin embargo, y a diferencia de Java, en C# es posible saltarse dichas restricciones manipulando objetos a través de punteros. Para ello basta marcar regiones de código como inseguras (modificador `unsafe`) y podrán usarse en ellas punteros de forma similar a cómo se hace en C++, lo que puede resultar vital para situaciones donde se necesite una eficiencia y velocidad procesamiento muy grandes.
- Compatible: Para facilitar la migración de programadores, C# no sólo mantiene una sintaxis muy similar a C, C++ o Java que permite incluir directamente en código escrito en C# fragmentos de código escrito en estos lenguajes, sino que el CLR también ofrece, a través de los llamados Platform Invocation Services (PInvoke), la posibilidad de acceder a código nativo escrito como funciones sueltas no orientadas a objetos tales como las DLLs de la API Win32. Nótese que la capacidad de usar punteros en código inseguro permite que se pueda acceder con facilidad a este tipo de funciones, ya que éstas muchas veces esperan recibir o devuelven punteros.

También es posible acceder desde código escrito en C# a objetos COM. Para facilitar esto, el .NET Framework SDK incluye una herramientas llamadas `tlbimp` y `regasm` mediante las que es posible generar automáticamente clases proxy que permitan, respectivamente, usar objetos COM desde .NET como si de objetos .NET se tratase y registrar objetos .NET para su uso desde COM.

Finalmente, también se da la posibilidad de usar controles ActiveX desde código .NET y viceversa. Para lo primero se utiliza la utilidad aximp, mientras que para lo segundo se usa la ya mencionada regasm. ( José Antonio González Seco ).

## 5. Xamarin

Xamarin, es una herramienta que es muy útil y utilizada por los desarrolladores de aplicaciones móviles. Una de las novedades de esta herramienta es que los desarrolladores pueden escribir su App en lenguaje C# y que el mismo código sea traducido para su ejecución en iOS, Android y Windows Phone. Cada una de estas plataformas tiene un conjunto de características diferente y varía en su capacidad para crear aplicaciones nativas, es decir, aplicaciones que se compilan en código nativo y que interoperan con fluidez con el subsistema de Java subyacente. Por ejemplo, algunas plataformas solo permiten compilar aplicaciones en HTML y JavaScript, mientras que otras son de muy bajo nivel y solo permiten código C o C++. Algunas plataformas ni siquiera usan el kit de herramientas de control nativo.

Xamarin es único porque combina la potencia de las plataformas nativas y agrega una serie de características propias muy eficaces, incluidas las siguientes:

- **Enlaces completos para los SDK subyacentes:** Xamarin contiene enlaces para casi todos los SDK de plataforma subyacentes en iOS y Android. Además, estos enlaces están fuertemente tipados, lo que significa que la navegación y el uso son fáciles y que proporcionan una sólida comprobación de tipos en tiempo de compilación y durante el desarrollo. Como resultado, se producen menos errores en tiempo de ejecución y aplicaciones de mayor calidad.
- **Interoperabilidad con Objective-C, Java, C y C++:** Xamarin ofrece funciones para invocar directamente las bibliotecas de Objective-C, Java, C y C++, lo que le permite usar diversos tipos de código de terceros ya creado. Esto le permite aprovechar las ventajas de las bibliotecas existentes de iOS y Android escritas en Objective-C, Java, C o C++. Además, Xamarin ofrece proyectos de enlace que le

permiten enlazar fácilmente bibliotecas nativas de Objective-C y Java mediante una sintaxis declarativa.

- **Construcciones de lenguaje moderno:** las aplicaciones de Xamarin se escriben en C#, un lenguaje moderno que incluye mejoras considerables en Objective-C y Java, como características de lenguaje dinámico, construcciones funcionales como lambdas, LINQ, características de programación en paralelo, genéricos sofisticados, etc.
- **Increíble biblioteca de clases base (BCL):** las aplicaciones de Xamarin usan la BCL de .NET, una enorme colección de clases con características completas y optimizadas, como una eficaz compatibilidad con XML, bases de datos, serialización, E/S, cadenas y redes, por nombrar algunos. Además, el código C# existente puede compilarse para su uso en una aplicación, lo que proporciona acceso a miles de bibliotecas que le permitirán hacer cosas que no contempla la BCL.
- **Moderno entorno de desarrollo integrado (IDE):** Xamarin usa Visual Studio para Mac en Mac OS X y Visual Studio en Windows. Estos IDE modernos incluyen características como la finalización automática de código, un sofisticado sistema de administración de proyectos y soluciones, una biblioteca exhaustiva de plantillas de proyecto, control de código fuente integrado, etc.
- **Compatibilidad multiplataforma móvil:** Xamarin ofrece una compatibilidad multiplataforma sofisticada con las tres principales plataformas móviles: iOS, Android y Windows Phone. Es posible escribir aplicaciones de modo que compartan hasta el 90 % del código, y la biblioteca de Xamarin.Mobile ofrece una API unificada para tener acceso a recursos comunes de las tres plataformas. Esto puede reducir considerablemente los costos de desarrollo y el tiempo de salida al mercado en el caso de los desarrolladores móviles que se centran en las tres plataformas móviles más populares.

Gracias al conjunto de características eficaces y completas de Xamarin, se llena un vacío para los desarrolladores de aplicaciones que quieren usar un lenguaje y una plataforma modernos para desarrollar aplicaciones móviles multiplataforma.

**Figura 6.** Xamarin



**Fuente:** Microsoft Inc. (2011).

## **6. Aplicación móvil**

Una aplicación móvil o app, es un software o programa informático, que está diseñado para funcionar en teléfonos inteligentes (smartphones), tablets y otros dispositivos móviles. Aunque originalmente las apps fueron concebidas como herramientas de trabajo y ofertaban información general, como el correo electrónico o el calendario, ha habido un rápido incremento de su desarrollo y su variabilidad, debido al desarrollo de las nuevas tecnologías y, en parte, a que cada vez más porcentaje de la población tiene smartphones u otros dispositivos capaces de soportar estas aplicaciones. Estas apps pueden ser de pago o gratuitas.

Por lo general, se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución, operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles como Android, iOS, BlackBerry OS, Windows Phone, entre otros. Existen aplicaciones móviles gratuitas u otras de pago, donde en promedio el 20-30 % del costo de la aplicación se destina al distribuidor y el resto es para el desarrollador. El término app se volvió popular rápidamente, tanto que en 2010 fue listada como Word of the Year (Palabra del Año) por la American Dialect Society. Al ser aplicaciones residentes en los dispositivos están escritas en algún lenguaje de programación compilado, y su funcionamiento y recursos se encaminan a aportar una serie de ventajas tales como: Un acceso más rápido y sencillo a la información necesaria sin necesidad de los datos de autenticación en cada acceso. Un

almacenamiento de datos personales que, a priori, es de una manera segura. Una gran versatilidad en cuanto a su utilización o aplicación práctica.

## **7. Multiplataforma**

Es un atributo conferido a programas informáticos o métodos y conceptos de cómputo que son implementados e interoperan en múltiples plataformas informáticas. El software multiplataforma puede dividirse en dos tipos; uno requiere una compilación individual para cada plataforma que le da soporte, y el otro se puede ejecutar directamente en cualquier plataforma sin preparación especial, por ejemplo, el software escrito en un lenguaje interpretado o bytecode precompilado portable para los cuales los intérpretes o paquetes en tiempo de ejecución son componentes comunes o estándar de todas las plataformas. Por ejemplo, una aplicación multiplataforma puede ejecutarse en Microsoft Windows en la arquitectura x86, Linux en la arquitectura x86 y Mac OS X ya sea en el PowerPC o sistemas Apple Macintosh basados en x86. Una aplicación multiplataforma se puede ejecutar tanto en todas las plataformas existentes, como en tan solo dos plataformas Multiplataforma.

## **8. Herramienta de diseño: Adobe Illustrator.**

Adobe Illustrator (AI) es un editor de gráficos vectoriales en forma de taller de arte que trabaja sobre un tablero de dibujo, conocido como «mesa de trabajo» y está destinado a la creación artística de dibujo y pintura para ilustración (ilustración como rama del arte digital aplicado a la ilustración técnica o el diseño gráfico, entre otros). Es desarrollado y comercializado por Adobe Systems y constituye su primer programa oficial de su tipo en ser lanzado por ésta compañía definiendo en cierta manera el lenguaje gráfico contemporáneo mediante el dibujo vectorial. Adobe Illustrator contiene opciones creativas, un acceso más sencillo a las herramientas y una gran versatilidad para producir rápidamente gráficos flexibles cuyos usos se dan en (maquetación-publicación) impresión, vídeo, publicación en la Web y dispositivos móviles. Las impresionantes ilustraciones que se crean con este programa le han dado una fama de talla mundial a esta aplicación de manejo vectorial entre artistas gráficos digitales de todo el planeta, sin embargo, el hecho de que hubiese sido

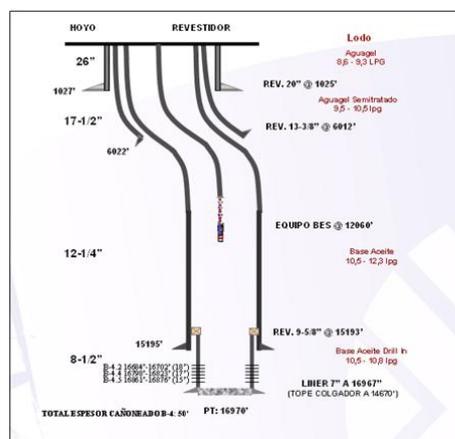
lanzado en un principio para ejecutarse sólo con el sistema operativo Macintosh y que su manejo no resultara muy intuitivo para las personas con muy poco trasfondo en manejo de herramientas tan avanzadas afectó la aceptación de este programa entre el público general de algunos países.

## 9. Diagrama de pozos

Un diagrama esquemático que identifica los componentes principales finalización, e instalado en un pozo. La información incluida en el esquema del pozo se refiere a las principales dimensiones de los componentes y la profundidad a la que los componentes se encuentran. Un diagrama del pozo actual debería estar disponibles para cualquier operación de intervención y para permitir a los ingenieros y operadores de equipo seleccionar el equipo más adecuado y preparar los procedimientos operativos que son compatibles con las restricciones de fondo de pozo. (Da Silva 2010).

Es un dibujo que muestra el cómo es el pozo ya terminado, en el hay información importante de la bomba que está utilizando, la profundidad total del pozo, los revestidores el de superficie y el de producción, los intervalos cañoneados, la arenas productoras, la zapata, colgadores y también la profundidad donde se le realizó un tapón de cemento, el diagrama nos permite saber por qué mecanismo de producción está trabajando el pozo.

**Figura 7.** Diagrama de un pozo petrolero



**Fuente:** Balzan (2012).

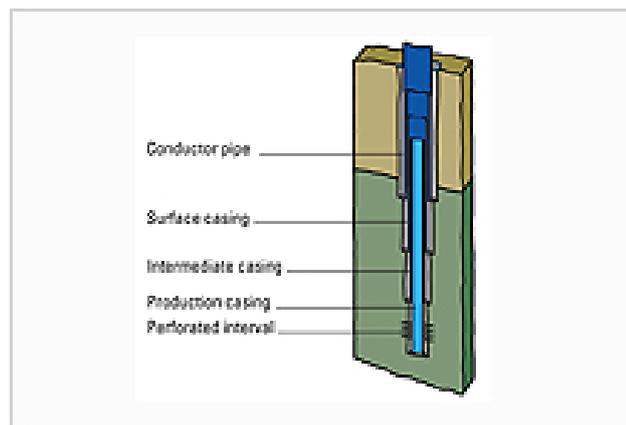
## 9.1 Piezas típicas de un diagrama de pozo

Se define como pieza, cada una de las partes que constituyen una cosa o de los elementos de que se compone un conjunto o una colección, también como un elemento que forma parte de un mecanismo, máquina o artefacto. En el diagrama mecánico de un pozo se pueden identificar ciertas piezas que conforman dicho diagrama, las cuales son: Bombas, Zapata, Cuello Flotador, Retenedor, Drill Collar, Heavy Weight y Drill Pipe, Revestidores, Tapón de cemento, Mechas y Liner.

### 9.1.1 Tubería de Revestimiento

Las tuberías de revestimiento es uno de los aspectos más importantes en la programación, planificación y operaciones de perforación de pozos. La capacidad de la sarta de revestimiento seleccionada para soportar las presiones y cargas para una serie dada de condiciones de operación, es un factor importante en la seguridad y economía del proceso de perforación y en la futura vida productiva del pozo.

**Figura 8.** Tubería de revestimiento



**Fuente:** Schlumberger (2015).

Para la selección de la tubería de revestimiento se tiene que contar ciertos criterios de acuerdo a los diámetros y la densidad según las normas API. Respecto a ello se presenta la siguiente tabla

**Tabla N 2 Especificaciones API 5-D**

CAPACIDAD DE TUBERIA DE REVESTIMIENTO							
D.E. (pulg.)	Peso (lb/pie)	D.I. (pulg.)	Capacidad (bbl/pie)	D.E. (pulg.)	Peso (lb/pie)	D.I. (pulg.)	Capacidad (bbl/pie)
4½	9,50	4,090	,0163	8⅝	24,00	8,097	,0637
4½	11,60	4,000	,0155	8⅝	28,00	8,017	,0624
4½	13,50	3,920	,0149	8⅝	32,00	7,921	,0609
4½	15,10	3,826	,0142	8⅝	36,00	7,825	,0595
				*8⅝	38,00	7,775	,0587
5	11,50	4,560	,0202	8⅝	40,00	7,725	,0580
5	13,00	4,494	,0196	*8⅝	43,00	7,651	,0569
5	15,00	4,408	,0189	8⅝	44,00	7,625	,0565
5	18,00	4,276	,0178	8⅝	49,00	7,511	,0548
*5	21,00	4,154	,0168				
				9⅝	29,30	9,063	,0798
5½	13,00	5,044	,0247	9⅝	32,30	9,001	,0787
5½	14,00	5,012	,0244	9⅝	36,00	8,921	,0773
*5½	15,00	4,974	,0240	*9⅝	38,00	8,877	,0765
5½	15,50	4,950	,0238	9⅝	40,00	8,835	,0758
5½	17,00	4,892	,0232	9⅝	43,50	8,755	,0745
5½	20,00	4,778	,0222	9⅝	47,00	8,681	,0732
5½	23,00	4,670	,0212	9⅝	53,50	8,535	,0708
				10¾	32,75	10,192	,1009
6⅝	17,00	6,135	,0366	*10¾	35,75	10,136	,0998
6⅝	20,00	6,049	,0355	10¾	40,50	10,050	,0981
*6⅝	22,00	5,989	,0348	10¾	45,50	9,950	,0962
6⅝	24,00	5,921	,0341	10¾	51,00	9,850	,0943
*6⅝	26,00	5,855	,0333	*10¾	54,00	9,784	,0930
6⅝	28,00	5,791	,0326	10¾	55,50	9,760	,0925
*6⅝	29,00	5,761	,0322	10¾	60,70	9,660	,0906
6⅝	32,00	5,675	,0313	10¾	65,70	9,560	,0888
				11¾	38,00	11,150	,1208
7	17,00	6,538	,0415	11¾	42,00	11,084	,1193
7	20,00	6,456	,0405	11¾	47,00	11,000	,1175
*7	22,00	6,398	,0398	11¾	54,00	10,880	,1150
7	23,00	6,366	,0394	11¾	60,00	10,772	,1127
*7	24,00	6,336	,0390				
7	26,00	6,276	,0383	13⅝	48,00	12,715	,1571
*7	28,00	6,214	,0375	13⅝	54,50	12,615	,1546
7	29,00	6,184	,0371	13⅝	61,00	12,515	,1521
*7	30,00	6,154	,0368	13⅝	68,00	12,415	,1497
7	32,00	6,094	,0361	13⅝	72,00	12,347	,1481
*7	34,00	6,040	,0354	*13⅝	83,00	12,175	,1440
7	35,00	6,004	,0350				
7	38,00	5,920	,0340	16	55,00	15,376	,2297
*7	40,00	5,836	,0331	16	65,00	15,250	,2259
				*16	70,00	15,198	,2244
7⅝	20,00	7,125	,0493	16	75,00	15,124	,2222
7⅝	24,00	7,025	,0479	16	84,00	15,010	,2189
7⅝	26,40	6,969	,0472				
7⅝	29,70	6,875	,0459	*18⅝	78,00	17,855	,3097
7⅝	33,70	6,765	,0445	*18⅝	87,50	17,755	,3062
7⅝	39,00	6,625	,0426	*18⅝	96,50	17,655	,3028
				*20	90,00	19,166	,3568
				20	94,00	19,124	,3553

\*No API

\*No API

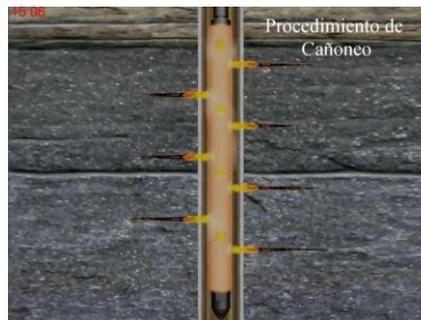
**Fuente:** Normas API (2016).

### 9.1.2 Cañoneo

Es el proceso en el cual se crean orificios en el revestidor mediante disparos que pasan a través de la capa del cemento y se extienden dentro de la formación para establecer una comunicación efectiva entre la zona productora y el pozo. El

cañoneo permite evaluar zonas productoras; mejorar la producción, recuperar e inyectar y efectuar trabajos de inyección de cemento. Estas perforaciones deben ser limpias, de tamaño y profundidad uniformes y no deben dañar el revestidor ni la adherencia del cemento.

**Figura 9.** Cañoneo de un pozo.



**Fuente:** Schlumberger (2006).

### 9.1.3 Bombas

De acuerdo con Aponte L (2018) la bomba es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, térmico, etc., y la transforma en energía que la transfiere a un fluido como energía hidráulica la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes niveles y/o a diferentes velocidades. Se pueden considerar dos grandes grupos: Dinámicas (Centrífugas, Periféricas y Especiales) y de Desplazamiento Positivo (Reciprocantes y Rotatorias).

Tipos de bombas:

BCP ( Bomba de cavidad progresiva).

Una Bomba de cavidad progresiva consiste en una bomba de desplazamiento positivo, engranada en forma espiral, cuyos componentes principales son un rotor metálico y un estator cuyo material es elastómero. El crudo es desplazado en forma continua entre los filamentos de tornillo del rotor y desplazado axialmente mientras que el tornillo rota.

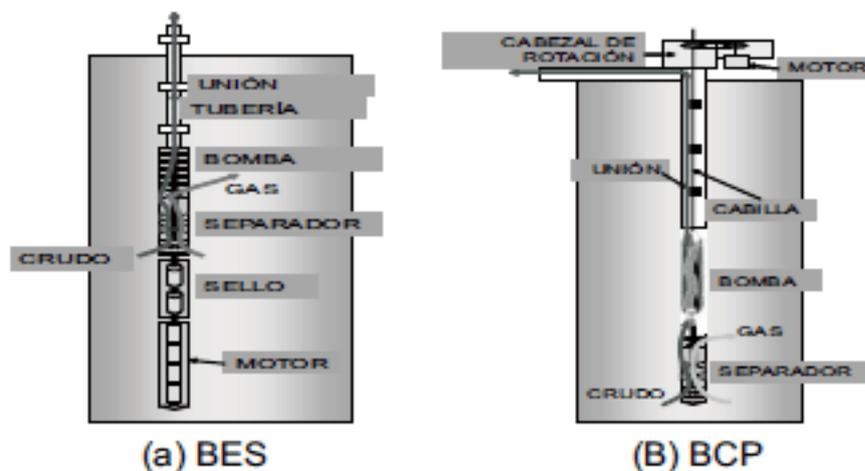
BES (bomba electrosumergible).

Tiene como principio fundamental impulsar el fluido del reservorio hacia la superficie, mediante la rotación centrífuga de la bomba. Este método puede utilizarse para producir fluidos de alta viscosidad, crudos con gas y pozos con alta temperatura.

Este método es aplicado generalmente cuando se presentan los siguientes casos:

- Alto índice de productividad
- Baja presión de fondo
- Alta relación agua – petróleo
- Baja relación gas – líquido.

**Figura 10.** Tipos de bombas



Fuente: Scielo (2013).

#### 9.1.4 Bombeo Mecánico

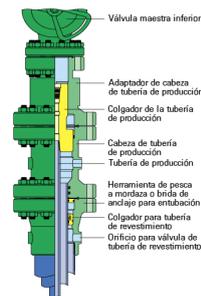
Este método es el más utilizado como levantamiento artificial. Aproximadamente el 80% de los pozos que cuentan con instalaciones artificiales usan el bombeo mecánico. Este método tiene como función extraer los fluidos por medio de la succión y transferencia de una bomba que funciona por un movimiento recíprocante de sube y baja impartido por un balancín o bimba de producción, que permite el movimiento a una sarta de varillas que otorgan la profundidad a la bomba y de ahí hasta la superficie. Están conectadas al pistón de la bomba, que al moverse, la válvula dentro de la bomba permite que el hidrocarburo entre al cilindro

y éste fluya a la superficie por medio de la tubería de producción, manteniendo el nivel de la tubería de revestimiento.

### 9.1.5 Colgador de la tubería de revestimiento

El subconjunto de un cabezal de pozo que soporta la sarta de revestimiento cuando ésta se baja en el pozo. El colgador de la tubería de revestimiento proporciona un medio para asegurar la localización correcta de la sarta y generalmente incluye un dispositivo o sistema de sellado para aislar el espacio anular existente entre la tubería de revestimiento y la tubería de producción de los componentes superiores del cabezal del pozo.

**Figura 11.** Colgador de tubería de revestimiento.



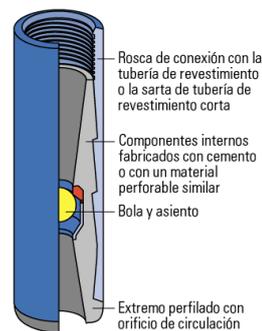
**Fuente:** Schlumberger (2015).

### 9.1.6 Zapata

Un componente ahusado, a menudo de tipo "nariz de bala," que se encuentra con frecuencia en el extremo inferior de una sarta de revestimiento. El dispositivo guía la tubería de revestimiento hacia el centro del pozo y minimiza los problemas asociados con los golpes contra los resaltos rocosos o los derrumbes del pozo durante la bajada de la tubería de revestimiento. Las porciones externas de la zapata guía son de acero, adaptándose generalmente a la tubería de revestimiento en lo que respecta a tamaño y roscas, si no a la calidad del acero. El interior (incluido el ahusamiento) está hecho generalmente de cemento o material termoplástico, ya que este material debe ser triturado si es necesario profundizar el

pozo más allá de la profundidad de entubación. Difiere de una zapata flotante porque carece de una válvula de seguridad. (Schlumberger 2019).

**Figura 12. Zapata**

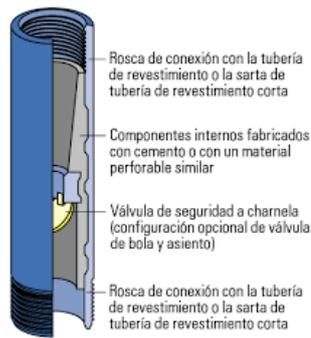


**Fuente:** Schlumberger (2015).

### 9.1.7 Cuello flotador

Tiene como función impedir el regreso del fluido del interior del revestidor por intermedio de una válvula mecánica de retención. Normalmente se coloca entre el segundo y tercer tubo desde el fondo hacia arriba. El cuello tiene un asiento que sirve para que el tapón que se coloca después de bombear la lechada de cemento (tapón superior), al llegar a ese nivel no pueda pasar y al aumentar la presión es indicativo de que todo el cemento pasó por ahí y que el desplazamiento ha finalizado.

**Figura 13. Cuello flotador para pozos**

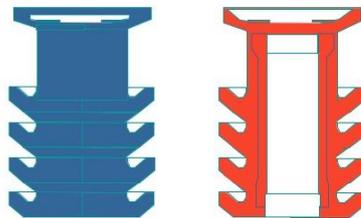


**Fuente:** Schlumberger (2015).

### 9.1.8 Tapón de Cemento

Un tapón balanceado de lechada de cemento emplazado en el pozo. Los tapones de cemento se utilizan para una diversidad de aplicaciones, entre las que se encuentran el aislamiento hidráulico, la provisión de una plataforma segura, y en las operaciones de fresado de ventanas se emplean para desviar la trayectoria del pozo hacia un pozo nuevo.

**Figura 14.** Tapones de cemento



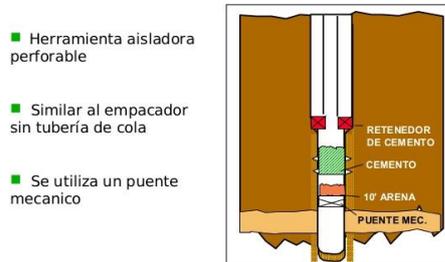
**Fuente:** Schlumberger (2015).

### 9.1.9 Retenedor

Es una herramienta de aislamiento colocada en la tubería de revestimiento o en la tubería de revestimiento corta (liner) que permite aplicar los tratamientos en un intervalo inferior, a la vez que proporcionan aislamiento respecto del espacio anular superior. Los retenedores de cemento se utilizan generalmente en operaciones de inyección forzada de cemento o en tratamientos de remediación similares. Una probeta especialmente perfilada, denominada "aguijón," se fija en el extremo inferior de la sarta de tubería de producción para insertarse en el retenedor durante la

operación. Cuando el agujón se remueve, el arreglo de válvulas aísla el pozo por debajo del retenedor de cemento. (Schlumberger 2019).

**Figura 15. Retenedores**

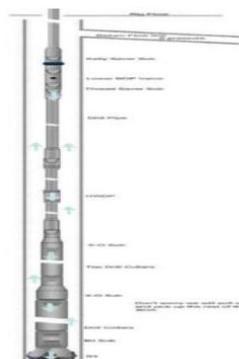


**Fuente:** Schlumberger (2015).

### 9.1.10 Sarta de perforación

La sarta de perforación constituye uno de los componentes más importantes en cualquier operación de perforación. Se puede considerar la conexión indispensable para conectar los sistemas de levantamiento, rotación y circulación. Está constituida por el ensamblaje de fondo y la tubería de perforación. Un buen diseño de la sarta es el punto de partida para lograr una perforación exitosa.

**Figura 16. Sarta de perforación.**



**Fuente:** Schlumberger (2015).

### 9.1.11 Barras de perforación

Las barras de perforación constituyen uno de los componentes principales del ensamblaje de fondo y son un conjunto de tuberías de acero o metal no magnético

de gran espesor, colocados en el fondo de la sarta de perforación, encima de la mecha, lo cual proporciona la rigidez y peso necesario para producir la carga axial requerida por la mecha para una penetración más efectiva de la formación.

### 9.1.12 Tubería de perforación pesada

La tubería de perforación pesada es un componente especial de peso intermedio para la sarta de perforación. Es un tubular de pared gruesa similar a las barras de diámetro pequeño, cuya conexión tiene las mismas dimensiones que la tubería de perforación normal, para facilitar su manejo, pero ligeramente más largas. Gracias a su forma y peso, resultan lo suficientemente rígidas para mantenerse en compresión, igual que las barras de perforación, excepto en pozos verticales de diámetro grande. Se les conoce también con los nombres de “Heavy Wall Drill Pipe”, “Hevy Wate” y “Heavy Weight Drill Pipe”.

Las tuberías de perforación al igual que las de revestimientos, se deben regir por ciertas normativas para su selección de acuerdo al diámetro de las mismas y la densidad, a continuación se presentan las tablas N° 3 y N° 4 de especificaciones según las normas API 5-D

**Tabla N 3** Especificaciones API 5-D

O.D.		I.D. (Unión)		I.D. Equivalente		Tipo de	Peso (lbm/ft)	Capacidad (bbl/ft)	Desplazamiento (bbl/ft)
(pulg)	(milim)	(pulg)	(milim)	(pulg)	(milim)	Conexión			
2,375	60,325	1,7500	44,450	1,815	46,100	IF	6,65	0,003200	0,002490
2,875	73,030	2,1250	53,975	2,151	54,610	IF	10,40	0,004495	0,003984
3,500	88,900	2,6875	68,260	2,764	70,100	IF	13,30	0,007421	0,004839
3,500	88,900	2,5625	65,080	2,600	66,040	IF	15,50	0,006576	0,005639
4,000	101,600	3,2500	82,550	3,340	80,772	IF	14,00	0,010840	0,005093
4,500	114,300	2,2500	57,150	3,540	89,900	R - API	16,60	0,012170	
4,500	114,300	3,0000	76,200	3,760	95,500	FH	16,60	0,013730	
4,500	114,300	3,2500	82,550	3,780	96,010	XH	16,60	0,013880	
4,500	114,300	3,7500	95,250	3,826	97,030	IF	16,60	0,014219	0,006390
5,000	127,000	3,7500	95,250	4,230	107,400	XH	19,50	0,018876	0,005457
5,000	127,000	3,5000	88,900	3,970	100,800	XH	25,60	0,017760	0,007090
5,500	139,700	2,7500	69,850	4,400	111,800	R	21,90		
5,500	139,700	4,8125	122,240	4,800	121,900	IF	21,90	0,022000	0,008037
6,625	168,300	5,9063	150,020	5,960	151,380	IF	25,20	0,034500	0,008070

Fuente: Normas API (2016).

**Tabla N 4** Especificaciones API 5-D

O.D.		I.D. (Unión)		I.D. Equivalente		Tipo de Conexión	Peso (lbm/ft)	Capacidad (bbl/ft)	Desplazamiento (bbl/ft)
(pulg)	(milim)	(pulg)	(milim)	(pulg)	(milim)				
3,5	88,9			2,08	52,83		26,0	0,00420	
4,0	101,6			2,58	65,50		28,0	0,00647	
4,5	114,3			2,77	70,40		42,0	0,00745	
5,0	127,0			3,02	76,70		50,0	0,00886	

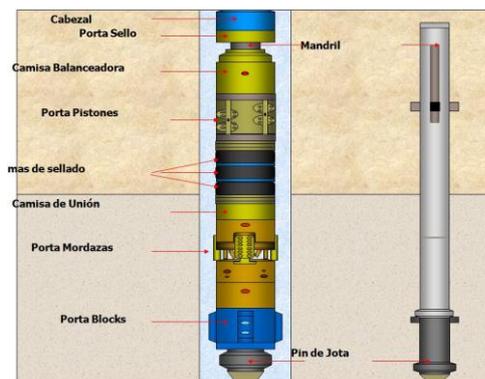
Fuente: Normas API (2016).

### 9.1.13 Empacaduras en completación de pozos

Las Empacaduras son herramientas de fondo que se usan para proporcionar un sello entre la tubería de producción y el revestidor, a fin de evitar el movimiento vertical de fluidos desde la empacadura hacia arriba por el espacio anular.

En la actualidad existe una gran variedad de empacaduras en el mercado, pero todas ellas poseen básicamente la misma estructura.

**Figura 17.** Empacadura de pozos petroleros



Fuente: Workover (2015).

## 10. Litología

La columna litológica consiste en una secuencia alternada de rocas sedimentarias. Con el estudio sísmico, y los datos geológicos obtenidos de los

pozos vecinos perforados, se correlaciona y obtiene la columna geológica que se espera atravesar en la intervención del pozo a perforar.

El conocimiento de estas formaciones geológicas permite determinar la existencia de formaciones con presiones anormales (presiones del fluido anormalmente altas o bajas) que complican severamente las operaciones cuando son atravesadas durante la perforación. Los problemas asociados con sobrepresiones afectan todas las fases de la operación. El conocimiento de las presiones en un área determinada ayuda a prevenir problemas. (Rodríguez 2012).

## **BASES LEGALES**

### **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**

La constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), contemplan los artículos que guardan relación con la investigación; **Artículo 108** “Los medios de comunicación social, públicos y privados, deben contribuir a la formación ciudadana. El Estado garantizará servicios públicos de radio, televisión y redes de bibliotecas y de informática, con el fin de permitir el acceso universal a la información. Los centros educativos deben incorporar el conocimiento y aplicación de las nuevas tecnologías, de sus innovaciones, según los requisitos que establezca la ley”. Apoyándose en la constitución y en concordancia para su cumplimiento es de suma importancia la incorporación de nuevas tecnologías y sus innovaciones, dentro de los centros educativos ya que esta se ha convertido en uno de los factores más importantes en la sociedad, debido a los beneficios que se adquieren y a la facilidad que esta ofrece para diseñar, crear bienes y servicios que se adapten a las necesidades del usuario.

A su vez el **Artículo 302**: señala “El estado se reserva, mediante la ley orgánica respectiva, y por razones de conveniencia nacional, la actividad petrolera y otras industrias, explotaciones, servicios y bienes de interés público y carácter estratégicos. El Estado promoverá la manufactura nacional de materias primas provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables, con el fin de asimilar, crear e innovar tecnologías, generar empleo y crecimiento económico, y crear riquezas y bienestar para el pueblo.”

Por otra parte la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela; de la propiedad intelectual el Artículo 23 señala “ El Ministerio de Ciencia y Tecnología promoverá, con los organismos competentes y miembros del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, las políticas y programas orientados a definir la titularidad y la protección de las creaciones intelectuales producto de la actividad científica y tecnológica, todo de conformidad con la normativa que rige la materia”.

### **SISTEMA DE VARIABLES**

Las variables representan las diferentes condiciones o características que incurren los objetos de estudio desde el inicio de la investigación. Según, Sabino (2002), indica que por variable se entiende “cualquier característica o cualidad de la realidad que es susceptible de asumir diferentes valores”. Además, se definen las variables:

- Variable independiente: aplicación móvil
- Variable dependiente: diagramas mecánicos

- **MAPA DE VARIABLES**

- **Tabla 5.** Mapa de Variables

- **Objetivo General:** Diseñar diagramas mecánicos de pozos mediante el desarrollo de una aplicación móvil..

Objetivos Específicos	Variable	Definición Operacional	Indicadores
Diagnosticar las herramientas empleadas en la generación de diagramas mecánicos	Diagramas de pozos	Un diagrama esquemático que identifica los componentes principales en un pozo. La información incluida se refiere a las dimensiones de los componentes y a la profundidad en la que éstos se localizan.	*Tipos. *Procedimientos *Recursos empleados *Debilidades
Establecer piezas típicas concernientes a los diagramas mecánicos de pozos.	Piezas Concernientes	Fragmento, porción o el componente de algo (Pérez, Gardey 2013).	*Bombas *Zapata *Cuello Flotador *Retenedor
Programar una aplicación móvil para la representación gráfica de diagramas de pozos	Aplicación Móvil	Las aplicaciones están diseñadas para ser ejecutadas en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles, que permiten al usuario ejecutar un conjunto de tareas de cualquier tipo facilitando las gestiones o actividades a desarrollar y son operadas por las compañías propietarias.	*Software *Programación *Ordenador
Evaluar el desempeño de la aplicación móvil en el diseño de diagrama de pozos.	Desempeño	Indica que una acción se lleva a término o cumple una función concreta. (Javier Navarro 2012).	*Factibilidad *Funcionamiento *Fácil manejo

- **Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

### MARCO METODOLÓGICO

#### TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según los objetivos que se desean cumplir y las variables que se requieren medir aunado al diseño de diagramas mecánicos de pozos mediante el desarrollo de una aplicación móvil, se define el enfoque de esta investigación como cuantitativo.

Al respecto, Hurtado y Toro (2007), refieren a González y Rodríguez (1991), para quienes la investigación cuantitativa es aquella que requiere el uso de modelos matemáticos y tratamientos estadísticos para analizar datos previamente recolectados a través de instrumentos de medición. Para Palella y Martins (2004), citado por Pelekais y colaboradores (2007), el paradigma cuantitativo asume la objetividad como única vía para alcanzar el conocimiento y su finalidad es explicar, predecir, controlar los fenómenos y verificar teorías, donde el investigador asume su punto de vista externo. Para los citados autores, en este tipo de investigación los criterios de calidad son la validez, confiabilidad, objetividad, entre otros.

#### METODOLOGÍA

Así mismo se define como proyecto factible debido a que propone una solución a un problema práctico como lo es el diseño de diagramas mecánicos de pozos. El proyecto factible según Arias (2006), señala: “Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización”.

La investigación proyectiva que se ocupa de cómo deberían ser las cosas, para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente, al igual que involucra

creación, diseño, elaboración de planes, o de proyectos; sin embargo, no todo proyecto es investigación proyectiva. Para que un proyecto se considere investigación proyectiva, la propuesta debe estar fundamentada en un proceso sistemático de búsqueda e indagación que requiere la descripción, el análisis, la comparación, la explicación y la predicción.

De acuerdo a Rietveld, Álamo y Natera (2006), es el que abarca el campo de la tecnología, pues ésta aborda problemas prácticos, se centra en aplicaciones concretas, en dar respuesta al cómo hacer las cosas, inspirada en los procesos de investigación. De la misma manera, (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. Entre los tipos de proyectos enmarcados en este tipo de investigación se encuentran:

- a) Tecnológicos, como el diseño de software, maquinarias, artefactos, productos, sustancias químicas, edificaciones, materiales, alimentos (biotecnología).
- b) Artísticos, en donde se encuentran los proyectos pictóricos, literarios, dramáticos, audiovisuales, publicitarios, entre otros.
- c) Organizacionales, donde se ubican el diseño de empresas o departamentos de alguna empresa, Instituciones y organismos que agrupan personas con diversos fines, el diseño de políticas, especificaciones de cargos, relaciones organizativas, siempre a partir de la investigación.
- d) Sociales, siendo éstos aquellos realizados con la finalidad de dar respuestas a situaciones, aspiraciones o problemáticas de tipo social.

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; las investigaciones proyectivas se ocupan de la invención. 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 de un programa de software (aplicación móvil) diseñado para suplir una necesidad encontrada al momento de diseñar

diagramas mecánicos de pozos petroleros, mediante la programación e investigaciones previas al tema.

La metodología utilizada para este trabajo especial de grado es de tipo cuantitativo y proyectivo tecnológico, ordenadas en función del cumplimiento de cada uno de los objetivos de la investigación.

## **POBLACIÓN Y MUESTRA**

Según Tamayo y Tamayo (1997), “la población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. Por lo tanto se toma como población de la investigación a los estudiantes y profesores de la carrera Ingeniería de Petróleo, que según información recolectada en el subprograma de ingeniería de petróleo consiste en 35 profesores y aproximadamente 350 estudiantes.

La muestra es la que puede determinar la problemática ya que es capaz de generar los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso. Además, la muestra es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico (Tamayo y Tamayo, 1997).

Partiendo de los supuestos anteriores y debido a que la población será constituida por los estudiantes y profesores de la carrera, la muestra será no aleatoria, que según (Sampieri 2006) es cuando “ la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características del investigador o del que hace la muestra”, realizando de esta manera una selección de los estudiantes del noveno (9) y décimo (10) semestre que hayan o estén cursando el subproyecto Completación y reacondicionamiento de pozos así como también a los profesores del ciclo profesional.

## **METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL SOFTWARE: SCRUM**

Scrum es un marco de trabajo de procesos que ha sido usado para gestionar el desarrollo de productos complejos desde principios de los años 90. Scrum no es un proceso o una técnica para construir productos; en lugar de eso, es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varias técnicas y procesos. Scrum muestra la eficacia relativa de las prácticas de gestión de producto y las prácticas de desarrollo, de modo que podamos mejorar.

Scrum se basa en la teoría de control de procesos empírica o empirismo. El empirismo asegura que el conocimiento procede de la experiencia y de tomar decisiones basándose en lo que se conoce. Scrum emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo.

Tres pilares soportan toda la implementación del control de procesos empírico: transparencia, inspección y adaptación.

- a) Transparencia:** Los aspectos significativos del proceso deben ser visibles para aquellos que son responsables del resultado. La transparencia requiere que dichos aspectos sean definidos por un estándar común, de tal modo que los observadores compartan un entendimiento común de lo que se está viendo.
- b) Inspección:** Los usuarios de Scrum deben inspeccionar frecuentemente los artefactos de Scrum y el progreso hacia un objetivo, para detectar variaciones. Su inspección no debe ser tan frecuente como para que interfiera en el trabajo. Las inspecciones son más beneficiosas cuando se realizan de forma diligente por inspectores expertos, en el mismo lugar de trabajo.
- c) Adaptación:** Si un inspector determina que uno o más aspectos de un proceso se desvían de límites aceptables, y que el producto resultante no será aceptable, el proceso o el material que está siendo procesado deben ser ajustados. Dicho ajuste debe realizarse cuanto antes para minimizar desviaciones mayores.

## El Sprint

El corazón de Scrum es el Sprint, es un bloque de tiempo (time-box) de un mes o menos durante el cual se crea un incremento de producto “Terminado”, utilizable y potencialmente desplegable. Es más conveniente si la duración de los Sprints es consistente a lo largo del esfuerzo de desarrollo. Cada nuevo Sprint comienza inmediatamente después de la finalización del Sprint previo.

## **Artefactos de Scrum**

Los artefactos de Scrum representan trabajo o valor en diversas formas que son útiles para proporcionar transparencia y oportunidades para la inspección y adaptación. Los artefactos definidos por Scrum están diseñados específicamente para maximizar la transparencia de la información clave, que es necesaria para asegurar que todos tengan el mismo entendimiento del artefacto.

**a) Lista de Producto (Product Backlog):** La Lista de Producto es una lista ordenada de todo lo que podría ser necesario en el producto, y es la única fuente de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto.

Una Lista de Producto nunca está completa. El desarrollo más temprano de la misma solo refleja los requisitos conocidos y mejor entendidos al principio. La Lista de Producto evoluciona a medida de que el producto y el entorno en el que se usará también lo hacen. La Lista de Producto es dinámica; cambia constantemente para identificar lo que el producto necesita para ser adecuado, competitivo y útil. Mientras el producto exista, su Lista de Producto también existe.

La Lista de Producto enumera todas las características, funcionalidades, requisitos, mejoras y correcciones que constituyen cambios a ser hechos sobre el producto para entregas futuras. Los elementos de la Lista de Producto tienen como atributos la descripción, la ordenación, la estimación y el valor.

A medida que un producto es utilizado y se incrementa su valor, y el mercado proporciona retroalimentación, la Lista de Producto se convierte en una lista más larga y exhaustiva. Los requisitos nunca dejan de cambiar, así que la Lista de Producto es un artefacto vivo. Los cambios en los requisitos

de negocio, las condiciones del mercado o la tecnología podrían causar cambios en la Lista de Producto.

**b) Lista de pendientes del Sprint (Sprint Backlog):** La Lista de Pendientes del Sprint es el conjunto de elementos de la Lista de Producto seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el Incremento de producto y conseguir el Objetivo del Sprint. La Lista de Pendientes del Sprint es una predicción hecha por el Equipo de Desarrollo acerca de qué funcionalidad formará parte del próximo Incremento y del trabajo necesario para entregar esa funcionalidad en un Incremento “Terminado”.

La Lista de Pendientes del Sprint hace visible todo el trabajo que el Equipo de Desarrollo identifica como necesario para alcanzar el Objetivo del Sprint.

**c) Incremento:** El Incremento es la suma de todos los elementos de la Lista de Producto completados durante un Sprint y el valor de los incrementos de todos los Sprints anteriores. Al final de un Sprint, el nuevo Incremento debe estar “Terminado”, lo cual significa que está en condiciones de ser utilizado y que cumple la Definición de “Terminado” del Equipo Scrum. El incremento debe estar en condiciones de utilizarse sin importar si el Dueño de Producto decide liberarlo o no.

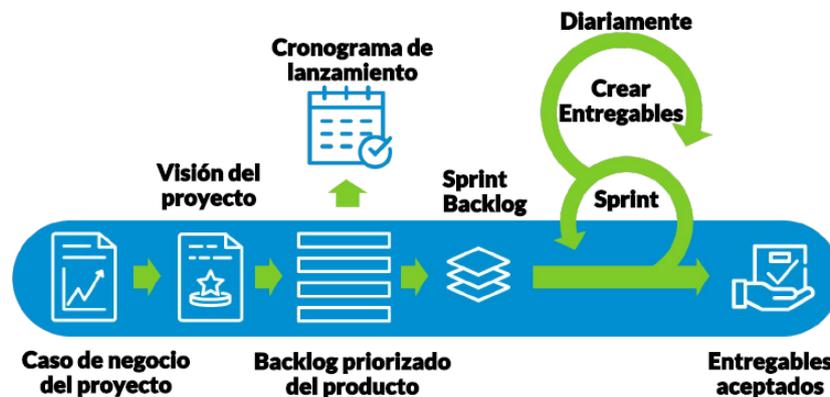
## **Definición de Terminado**

Cuando un elemento de la Lista de Producto o un Incremento se describe como “Terminado”, todo el mundo debe entender lo que significa “Terminado”. Aunque esto varía significativamente para cada Equipo Scrum, los miembros del Equipo deben tener un entendimiento compartido de lo que significa que el trabajo esté completado, para asegurar la transparencia. Esta es la definición de “Terminado” para el Equipo Scrum y se utiliza para evaluar cuándo se ha completado el trabajo sobre el Incremento de producto.

Esta misma definición guía al Equipo de Desarrollo en saber cuántos elementos de la Lista de Producto puede seleccionar durante una reunión de Planificación de Sprint. El propósito de cada Sprint es entregar Incrementos de

funcionalidad que potencialmente se puedan poner en producción, y que se ajustan a la Definición de “Terminado” actual del Equipo Scrum.

**Figura 18.** Flujo de Scrum



**Fuente:** Fernández E (2018).

## **TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES APLICADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

En la presente investigación se utilizó como técnica la revisión bibliográfica, de revistas, documentos, otros de las técnicas utilizadas en la investigación es la encuesta, que según (Arias 2006) la define como una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones que sirven de base a la investigación. Se utilizó como instrumentos una revisión sistemática de documentos referentes a la perforación, producción, completación de pozos petroleros.

La encuesta es un procedimiento que permite explorar cuestiones que hacen a la subjetividad y al mismo tiempo obtener esa información de un número considerable de personas, así por ejemplo: Permite explorar la opinión pública y los valores vigentes de una sociedad, temas de significación científica y de importancia en las sociedades democráticas (Grasso, 2006).

Al respecto, Mayntz et al., (1976) citados por Díaz de Rada (2001), describen a la encuesta como la búsqueda sistemática de información en la que el investigador pregunta a los investigados sobre los datos que desea obtener, y

posteriormente reúne estos datos individuales, para obtener durante la evaluación, datos agregados.

Para ello, el cuestionario de la encuesta debe contener una serie de preguntas o ítems respecto a una o más variables a medir. (Gómez, 2006) refiere que básicamente se consideran dos tipos de preguntas: cerradas y abiertas.

Las preguntas cerradas contienen categorías fijas de respuesta que han sido delimitadas, las respuestas incluyen dos posibilidades (dicotómicas) o incluir varias alternativas. Este tipo de preguntas permite facilitar previamente la codificación (valores numéricos) de las respuestas de los sujetos. Las preguntas abiertas no delimitan de antemano las alternativas de respuesta, se utiliza cuando no se tiene información sobre las posibles respuestas. Estas preguntas nos permiten pre-codificar las respuestas, la codificación se efectúa después que se tienen las respuestas.

La programación se define como el proceso de desarrollar e implementar varios conjuntos de instrucciones para permitir que una computadora realice una determinada tarea. Estas instrucciones se consideran programas de computadora y ayudan a la computadora a funcionar sin problemas.

La técnica de la encuesta se utiliza en este trabajo de investigación aplicando el enfoque cuantitativo a los resultados obtenidos. Con esto se pretende medir mediante la encuesta las actitudes de las personas entrevistadas; en este caso concreto: De estudiar la factibilidad de la aplicación móvil para el diseño de diagramas mecánicos de pozos, el funcionamiento y fácil manejo de la misma, esto a través de una serie de preguntas cerradas que se le facilitarán a un grupo de alumnos y/o pasantes y profesores como muestras de la investigación.

Según Hurtado (2000) un cuestionario “es un instrumento que agrupa una serie de preguntas relativas a un evento, situación o temática particular, sobre el cual el investigador desea obtener información”. Dicho instrumento debe ser: fácil de

ser leído, corregido cuantificable, diferenciador, y que permita obtener informaciones de alto nivel de credibilidad que sirvan de base a la investigación.

Dicho instrumento se desarrolló con una redacción clara, a fin de que sea de fácil comprensión del grupo a ser investigado.

Por otra parte, el instrumento utilizado para la programación de la aplicación móvil, fue el lenguaje de programación, en este caso se utilizó C#, siendo éste un lenguaje que está estrechamente relacionado con una completa infraestructura de programación llamada .NET, que proporciona compatibilidad para matemáticas, depuración, reflexión, colecciones, globalización, E/S de archivos, redes, seguridad, subprocesos, servicios web, entre otros.

En este caso C# es utilizado para programar aplicaciones mediante el framework Xamarin, que forma parte de la familia de Microsoft y es basado en .NET Standard, debe señalarse que para realizar la aplicación móvil para el diseño de diagramas mecánicos de pozos utilizando C# se empleó el uso de herramientas que proveen el entorno de programación como Visual Studio.

### **Objetivo I: Diagnosticar las herramientas empleadas para la generación de diagramas mecánicos de pozos.**

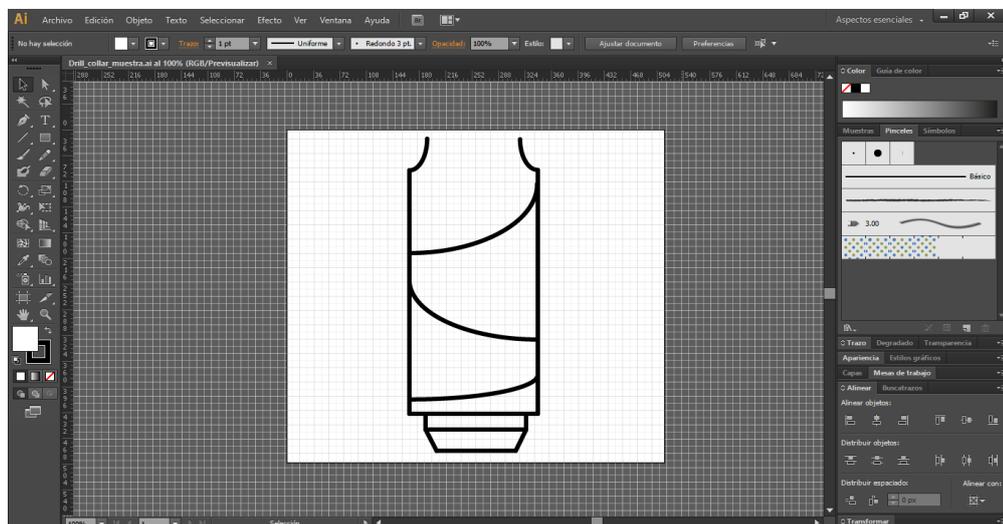
Con la finalidad de lograr diseñar diagramas mecánicos de pozos a través del desarrollo de una aplicación móvil, se hizo necesario obtener información sobre los tipos de herramientas que son de utilidad para la generación de dichos diagramas, así pues que el primer paso para cumplir con dicho objetivo es el estudio a través de encuestas, estructuradas, obteniendo así la información por parte de los estudiantes y profesores de la carrera Ingeniería de Petróleo.

### **Objetivo II: Establecer las piezas típicas concernientes a un diagrama de pozo petrolero.**

En este segundo objetivo de la investigación consistió en la exploración y recolección de información de fuentes documentales confiables, para selección de

cada una de las herramientas requeridas para la generación de los diagramas de pozos. El principal origen fue la documentación bibliográfica, referentes al tema de investigación. Así como también el uso del software Adobe Illustrator en donde se diseñaron las piezas concernientes a un diagrama mecánico de pozo petrolero, las cuales son: revestidor, mecha, perforaciones, drill collar, drill pipe, heavy weight, y liner integrándose de esta manera a la aplicación, cabe destacar que el uso de Adobe Illustrator para dar cumplimiento a este objetivo es de gran importancia ya que se pueden lograr diseños de calidad, el uso de la herramienta para lo que se desea lograr requiere un nivel intermedio de conocimientos del software.

**Figura 19.** Diseño de las piezas del diagrama mecánico.



**Fuente:** Tovar, Prisco (2019).

### **Objetivo III: Programar la aplicación móvil para el diseño de diagrama mecánicos de pozos.**

En consideración a este objetivo, consiste en programar la aplicación, con el uso del lenguaje de programación C#, se crea el proyecto mediante el entorno de programación de Visual Studio Community 2017 y el framework de desarrollo Xamarin, cabe destacar que el código fuente fue gestionado a través de la herramienta de control de versiones llamada Git, también se creó un repositorio privado en BitBucket para alojar el código en la nube. Luego se inspeccionó cual herramienta sería la más adecuada para realizar el diseño de diagramas mecánicos de pozos, lo cual se llegó a la conclusión que SkiaSharp es la más adecuada, este

es un sistema de gráficos 2D para .NET y C# que utiliza el motor de gráficos de código abierto Skia usado en los productos de Google.

**Figura 20.** SkiaSharp Logo



**Fuente:** SkiaSharp

La programación de la app, estuvo acorde al patrón de diseño MVVM (Model-View-ViewModel), de esta manera se separa la lógica de programación con el diseño de las interfaces y los modelos. Dichos modelos fueron desarrollados usando el paradigma de programación orientado a objetos, aplicando conceptos como la herencia, atributos y métodos de las instancias para los diagramas de pozos, donde cada pieza representa un objeto para ser diseñada en la interfaz gráfica con SkiaSharp.

**Figura 21.** Clase modelo del Revestidor

```

1 namespace DiagramWell.Code.Models.DiagramParts
2 {
3     using DiagramWell.Code.Models.PipesConversions;
4     public class Revestidor : Casing
5     {
6         public const double MAJOR = 21;
7         public string Name { get; set; }
8         public float Deep { get; set; }
9         public float Settlement { get; set; } = 30;
10        public float Espesor
11        {
12            get
13            {
14                return GetEspesor();
15            }
16        }
17        public float GetRadioInterno()
18        {
19            return (float)((ID * (Width - 40)) / MAJOR)/2);
20        }
21        public float GetEspesor()
22        {
23            return (float)
24                (((OD * (Width - 40)) / MAJOR) -
25                 ((ID * (Width - 40)) / MAJOR));
26        }
27
28        internal float GetDiametro()
29        {
30            return (float)((OD * (Width - 40)) / MAJOR);
31        }
32    }
33 }

```

**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

El nombre seleccionado para la aplicación: **Diagram Well** viene del inglés diagrama de pozo, ya que el contexto y función principal de la app, es diseñar diagramas. La selección de los colores consiste en realizar una paleta con cinco (5) colores de preferencia y el logo lo realizamos abstrayendo la finalidad de la aplicación, se debe a dos revestidores con una tubería y la mecha, el logo en forma circular, haciendo uso del color primario de la paleta de colores y blanco.

**Figura 22.** Paleta de colores.



**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

**Figura 23.** Logo de la app



**Fuente:** Tovar, Prisco (2019).

El desarrollo de la interfaz gráfica se realizó con la ayuda de un creador de esquemas y prototipos llamado Fluid UI, en el cual decidimos cuál sería la estructura de la app y su diseño para luego posteriormente incorporar estos diseños al código fuente del proyecto Diagram Well haciendo uso del lenguaje de marcado *Xaml*.

**Figura 24.** Prototipo de la interfaz de la app con Fluid UI



**Fuente:** Prisco, Tovar (2019) .

Una vez diseñada e implementada la interfaz en el código, se continuó programando cada pieza con un método por separado, es decir, el código del diseño con la librería SkiaSharp.

**Figura 25.** Desarrollando el código

```
37     int DeepCurrentWell;
38     Entity.Well.Well CurrentWell;
39     List<CanvasPiece> othersCanvas = new List<CanvasPiece>();
40     DialogService dialog;
41 #endregion
42 #region Constructor
43 public BuildDiagram()
44 {
45     InitializeComponent();
46     dialog = App.Container.Resolve<DialogService>();
47     SetWell();
48 }
49 #endregion
50 #region Page Events
51 protected override void OnAppearing()
52 {
53     base.OnAppearing();
54     NavigationPage.SetHasNavigationBar(this, false);
55     canvasView.HeightRequest = Application.Current.MainPage.Height;
56 }
57
58 private void CanvasView_Touch(object sender, SKTouchEventArgs e)
59 {
60     switch (e.ActionType)
61     {
62         case SKTouchAction.Pressed:
63             // start of a stroke
64             float x = e.Location.X;
65             float y = e.Location.Y;
66             foreach (var item in othersCanvas)
67             {
68                 if (item.Path != null)
69                 {
70                     if (item.Path.Contains(x, y))
71                     {
72                         UserDialogs.Instance.Toast(new ToastConfig(item.Piece_Name)
73
```

**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

Al momento de terminar el código de la aplicación, se procede archivar y generar un paquete de aplicación instalable en dispositivos Android, para poder distribuir la aplicación a los usuarios.

**Objetivo IV: Evaluar el desempeño de la aplicación en el diseño de diagramas mecánicos de pozos.**

Por último se evalúa el desempeño de la aplicación a través de encuestas estructuradas, donde responden de manera afirmativa o negativamente cada ítems estructurado, evaluando la aplicación en cuanto a factibilidad, funcionalidad y fácil manejo de misma, por lo que se diseñó un ejercicio modelo para realizarlo en la aplicación, obteniendo así una validación adecuada del instrumento a utilizar, que es la encuesta. De esta manera la población a estudiar evalúa la herramienta, una vez la haya utilizado, es decir, diseñado el ejercicio.

**Tabla N 6.** Esquema del Proceso de la Investigación

Objetivos	Variable	Indicadores	Técnica	Instrumento
<p>Diagnosticar las herramientas empleadas en la generación de diagramas mecánicos petroleros.</p>	<p>Diagramas de pozos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tipos</li> <li>● Procedimientos</li> <li>● Recursos empleados</li> <li>● Debilidades</li> </ul>	<p>Encuesta: Al respecto, Mayntz et al., (1976) citados por Díaz de Rada (2001), describen a la encuesta como la búsqueda sistemática de información en la que el investigador pregunta a los investigados sobre los datos que desea obtener, y posteriormente reúne estos datos individuales, para obtener durante la evaluación, datos agregados.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Realiza usted Diagramas mecánicos de pozos? ¿en qué ámbito?</li> <li>2) Utiliza una metodología o norma para la realización de diagrama.?</li> <li>3) Qué herramienta emplea para la generación de diagramas de pozo?</li> <li>4) Qué tecnologías se pueden aplicar para realizar diagramas mecánicos de pozos?</li> </ol>
<p>Establecer piezas típicas concernientes a los diagramas mecánicos de pozos.</p>	<p>Piezas típicas de los diagramas de pozos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bombas</li> <li>● Zapata</li> <li>● Cuello Flotador</li> <li>● Retenedor</li> </ul>	<p>Revisión bibliográfica: según (Arias 2006) consiste en la recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven en base a la investigación.</p>	<p>Adobe Illustrator (AI) es un editor de gráficos vectoriales en forma de taller de arte que trabaja sobre un tablero de dibujo, conocido como «mesa de trabajo» y está destinado a la creación artística de dibujo y pintura para ilustración (ilustración como rama del arte digital aplicado a la ilustración técnica o el diseño gráfico, entre otros).</p>

<p>Programar una aplicación móvil para la representación gráfica de diagramas de pozos.</p>	<p>Programación de la app móvil</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software</li> <li>• Programación</li> <li>• Ordenador</li> </ul>	<p>Programación: Es el proceso de desarrollar e implementar varios conjuntos de instrucciones para permitir que una computadora realice una determinada tarea. Estas instrucciones se consideran programas de computadora y ayudan a la computadora a funcionar sin problemas.</p>	<p>C # es una moderna programación orientada a objetos, de propósito general. Es un lenguaje, creado y desarrollado por Microsoft junto con la plataforma .NET. Existe un software muy diverso desarrollado con C # y en .NET.</p>
<p>Evaluar el desempeño de la aplicación móvil en el diseño de diagrama de pozos.</p>	<p>Evaluar la aplicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factibilidad</li> <li>• Funcionamiento</li> <li>• Fácil manejo</li> </ul>	<p>Cuestionario: Según Hurtado (2000) un cuestionario “es un instrumento que agrupa una serie de preguntas relativas a un evento, situación o temática particular, sobre el cual el investigador desea obtener información”. Dicho instrumento debe ser: fácil de ser leído, corregido cuantificable, diferenciador, y que permita obtener informaciones de alto nivel de credibilidad que sirvan de base a la investigación. de allí se desarrollo la presente encuesta</p>	<p>Cuestionario 2:</p> <p>N ◦</p> <p>Ítems</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 ¿Tienes grado de conocimiento acerca de las aplicaciones móviles?</li> <li>2 ¿Consideras necesario los avances tecnológicos?</li> <li>3 ¿Crees que sea factible el uso de la aplicación móvil para el diseño de diagramas mecánicos de pozos</li> <li>4 ¿La aplicación funciona de manera eficiente?</li> </ol>

				<p>5 ¿Te parece fácil el uso de los dispositivos móviles?</p> <p>6 ¿Consideras que la aplicación funciona lentamente?</p> <p>7 ¿La manera en que presenta la información es clara y entendible?</p> <p>8 ¿La aplicación móvil tiene un diseño adecuado y de fácil manejo?</p> <p>9 ¿Elaboras el diagrama de pozo con mayor facilidad con la aplicación que realizarlos con otras herramientas?</p> <p>10 ¿Qué otra funcionalidad te gustaría que tuviera nuestra aplicación?</p>
--	--	--	--	--

**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo corresponde a la discusión y análisis de los resultados obtenidos a partir del diseño de diagramas mecánicos de pozo mediante el desarrollo de una aplicación móvil.

#### **Obj 1). Diagnosticar las herramientas empleadas en la generación de Diagramas mecánicos de pozos petroleros.**

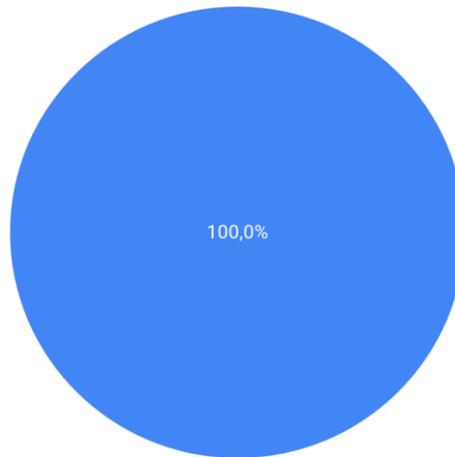
Para dar cumplimiento a este objetivo se utilizó como técnica una encuesta dirigida a los estudiantes y profesores de la universidad, la cual estuvo estructurada por 4 ítems de preguntas cerradas, que se realizaron a los alumnos y profesores para obtener la información requerida, sobre las herramientas que emplean para generar diagramas mecánicos de pozos petroleros. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

#### **¿Realiza usted diagramas mecánicos de pozos?**

Como primera interrogante que se realizó, los encuestados respondieron de manera afirmativa. La realización de diagramas mecánicos de pozos es una tarea fundamental dentro de nuestro pensum de estudio, tanto en los subproyectos de perforación I, perforación II, completación y reacondicionamiento de pozos, y producción de los hidrocarburos. En donde por parte de los profesores, se enseña la elaboración o diseños de los mismos, para realizar el ejercicio que se plantee en cualquiera de estos subproyectos, cabe resaltar que la importancia de estos radica en la información que se tiene del pozo, entre ello los diámetros, y las profundidades a las que se encuentren dichas piezas que forman parte de mismo.

#### **Gráfico N 1. Distribución de estudiantes y profesores según la realización de Diagramas de Pozos.**

• SI



**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

Los resultados arrojados en esta pregunta fue que el 100% de los estudiantes encuestados del noveno (9) y décimo (10) semestre, y profesores del ciclo profesional de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ) afirman realizar diagramas mecánicos de pozos petroleros.

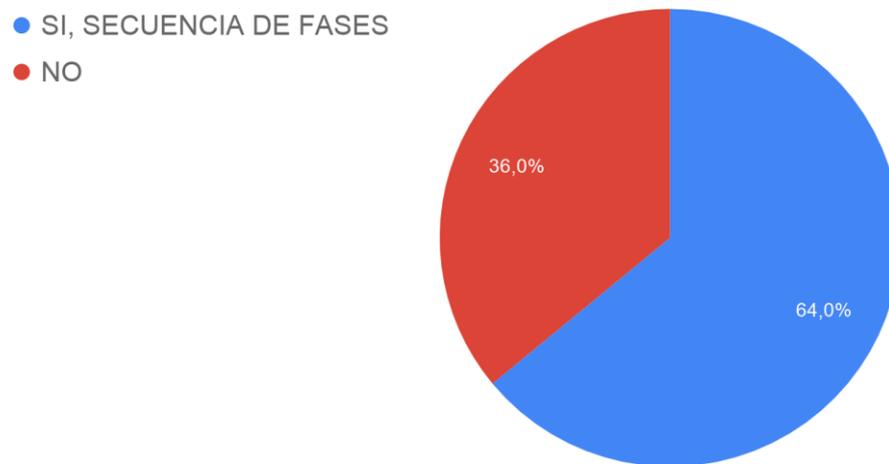
### **¿Posee alguna metodología para el diseño de los diagramas mecánicos de pozos?**

En su mayoría los estudiantes encuestados respondieron si tener una metodología para la realización de diagramas mecánicos de pozos, a lo que se le preguntó de manera abierta cuál sería esa metodología, y sus respuestas personales fueron: llevar una secuencia de fases, o pasos desde la parte superficial del pozo, hasta la fase final. Mientras que los profesores respondieron no tener una metodología para la realización de los diagramas de pozos, la experiencia de lo aprendido en la industria.

Cabe destacar, que a través de la encuesta, y una serie de revisión bibliográfica que se llevó a cabo para el cumplimiento del objetivo número uno, se pudo constatar que tanto la estatal de PDVSA, como la universidad u otra institución no ha normado la elaboración de los diagramas mecánicos de pozos, es decir no existe una normativa en donde se deba regir para el diseño de estos.

A continuación se representa gráficamente los resultados obtenidos para el segundo ítem de la encuesta realizada.

**Gráfico N 2.** Distribución sobre el uso de metodologías para los diseños de diagramas mecánicos.



**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

Para el diagnóstico de las herramientas empleadas para el diseño de diagrama, se preguntó como tercer ítem:

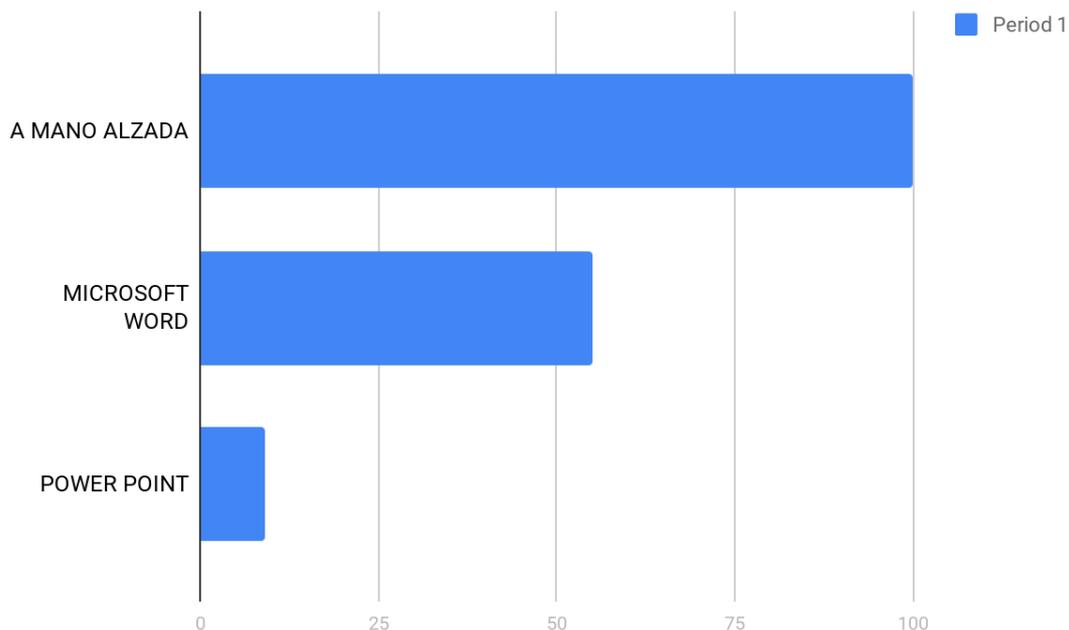
**¿Qué tipo de herramienta emplea para el diseño de diagramas mecánicos?**

Mediante esta interrogante se pudo constatar las herramientas usadas por parte de los estudiantes y profesores de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), los cuales realizan los diagramas mecánicos a mano alzada (en el aula de clases), y en algunas ocasiones en Microsoft Word, mientras que otros en su ámbito como pasante en las empresas, respondieron haber realizado diagramas de pozos en el programa Microsoft PowerPoint, expresando ser un poco más tedioso realizar diagramas a través de este programa, ya que se tiene que realizar pieza por pieza, teniendo cuidado con el

tamaño y el lugar de cada pieza, ya que algunas de ellas se encuentran agrupadas y otras no, y que se les llevaba en algunas ocasiones días para diseñar un diagrama de pozo, o actualizarlo, esto se realiza para observar los cambios que ha tenido el pozo, es decir su historial donde se refleja los cambios de métodos, profundidad de cada revestidor, rehabilitaciones, aplicación de gel entre otras, lo cual es uno de sus trabajos como pasantes dentro de la empresa.

Esta misma interrogante se les hizo a los profesores que a su vez tienen años de experiencia como profesores universitarios como también años de experiencia dentro de la empresa. Y han utilizado las mismas herramientas.

**Gráfico N 3.** Utilidad de herramientas para la generación de Diagramas de pozos..



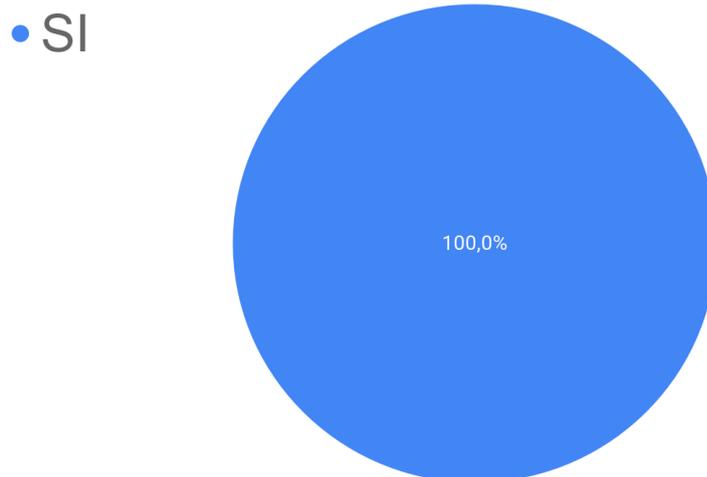
**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

Por último, una vez recopilada información sobre las herramientas empleadas, las cuales fueron: Microsoft Word, PowerPoint y a mano alzada, se les preguntó de manera abierta:

**¿Será práctico realizar el diseño de diagramas mecánicos de pozos a través de una aplicación móvil?**

Las aplicaciones móviles, suelen ser prácticas de manejar por lo que el uso de estas tecnologías se puede aplicar para la realización de diagramas mecánicos de pozos para brindar la oportunidad de formar a las futuras generaciones en los temas de actualidad en cuanto a estas tecnologías y con variada información, y así poder elevar la calidad de la enseñanza que se imparte. La población encuestada respondió positivamente que sería muy útil y práctica el uso una aplicación para el diseño de diagramas, es una herramienta innovadora, ya que en otra empresa o institución académica no se cuenta con una aplicación que facilite el diseño de los mismos. Y que por su parte se pudiera ahorrar tiempo y sería más productivo el personal.

**Gráfico N 4.** Herramienta utilizada para el diseño de diagramas mecánicos

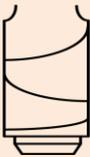


**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

**Obj 2). Establecer piezas típicas concernientes a los diagramas mecánicos de pozos.**

Una vez realizada la revisión bibliográfica, para establecer las piezas típicas concernientes a un diagrama mecánico de pozos petrolero, se procedió al diseño preliminar de las mismas, a través de un editor de gráficos vectoriales conocido como Adobe Illustrator, a continuación presentamos los diseños realizados.

**Tabla N 7.** Diseño de piezas

PIEZA	DISEÑO
Revestidor	
Tubería	
Drill collar	
Mecha	
Liner	
Perforaciones	
Tapón	

**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

Estos diseños fueron realizados en base a las piezas típicas de diagramas mecánicos de pozos, en donde cada una cumplirá su función dentro de la aplicación, estas mismas tendrán la opción de agregar como dato la profundidad a la cual será requerirá dicha pieza, así como también la selección de su diámetro, estos de acuerdo a las especificaciones API de las tuberías. Cabe resaltar que la aplicación tendrá también como opción la eliminación de cada pieza, seleccionando la misma y dando a la opción eliminar. De esta manera se dispondrá en caso que el usuario seleccione una pieza, longitud o diámetro equivocado, permitiendo seguir con el diseño del diagrama sin la necesidad de empezar desde el inicio. También se prevé la opción de eliminar o borrar la última pieza añadida. Todo esto con miras a considerar un fácil manejo de la aplicación.

### **Obj 3). Programar una aplicación móvil para la representación gráfica de diagramas mecánicos de pozos.**

El producto final de este objetivo consiste en generar un paquete de aplicación para dispositivos móviles y tablets, en este caso, el paquete generado para Android, instalable en versiones de Android 4.5 hasta Android 9.

**Figura 26.** Archivo APK



Fecha de creación: **junio 4, 2019 8:00 p. m.**

Versión: **1.0.1**

Código de versión: **10001**

Identificador: **com.oilapps.DiagramWell**

Tamaño estimado para App Store: **31,89 MB**

**Fuente:** Prisco, Tovar (2019)

Por motivos prácticos, se clasificó el proceso de diseñar diagramas mecánicos en la aplicación de manera que permita utilizar las herramientas por área específica, estas son: completación y perforación. En el caso de completación se omite el uso de mechas y drill collars, mientras que en perforación si es indispensable realizar el diagrama haciendo uso de las mechas de perforación, drill collars, sin embargo, en dicha área no se permite diseñar perforaciones (cañoneo).

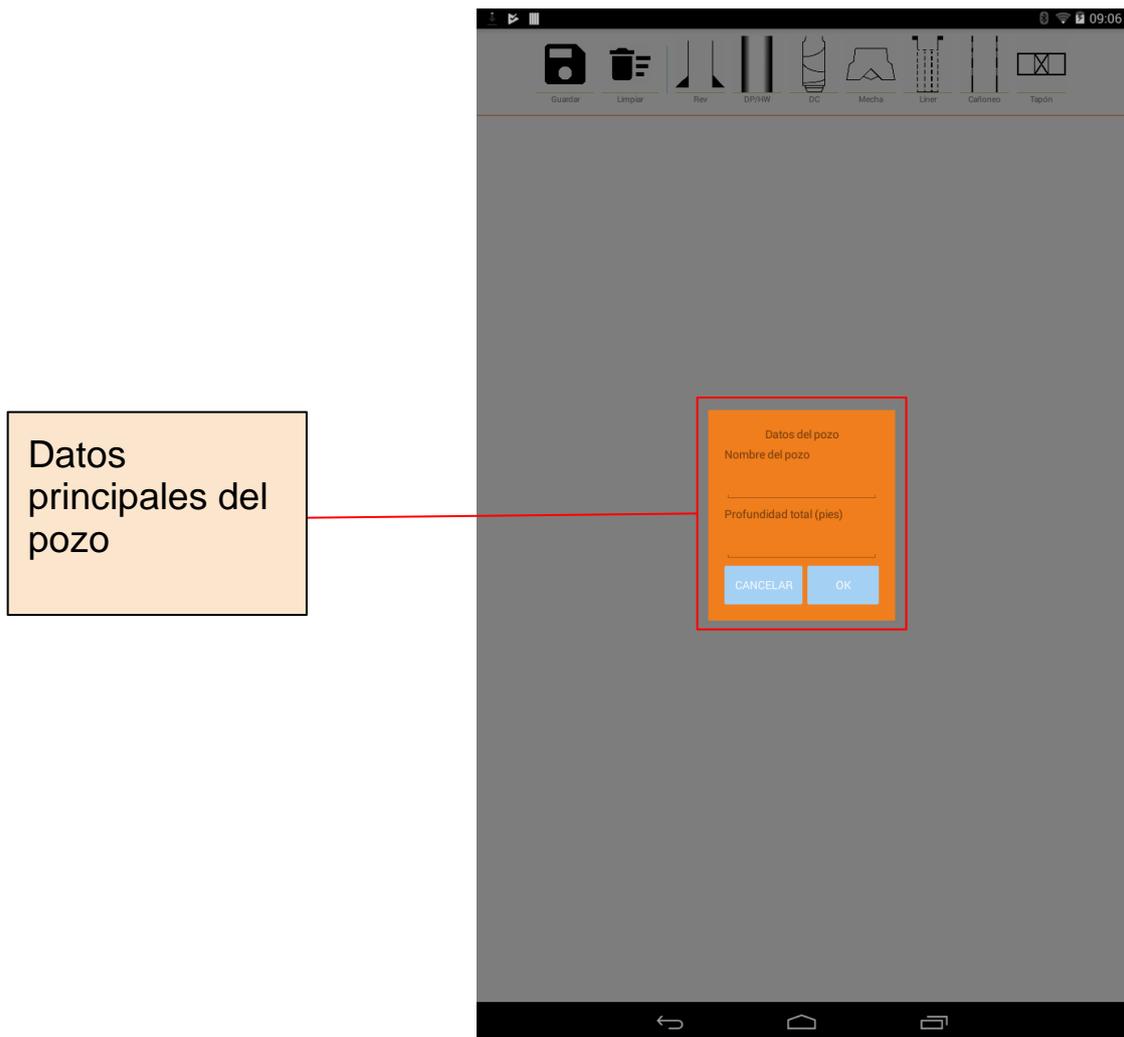
**Figura 27.** Vista principal de Diagram Well



**Fuente:** Prisco, Tovar (2019)

Una vez seleccionada el área específica de la industria para diseñar el diagrama se presenta una vista para ingresar los datos principales del pozo: nombre y profundidad total (TVD/MD), con el fin de que la aplicación esté al tanto de la profundidad del pozo al cual se va a realizar el diagrama para escalar la pantalla del dispositivo con la profundidad total. Matemáticamente se representa como una regla de tres, calculando el alto de la pantalla por la profundidad de la herramienta entre la profundidad total del pozo.

**Figura 28.** Datos principales del diagrama

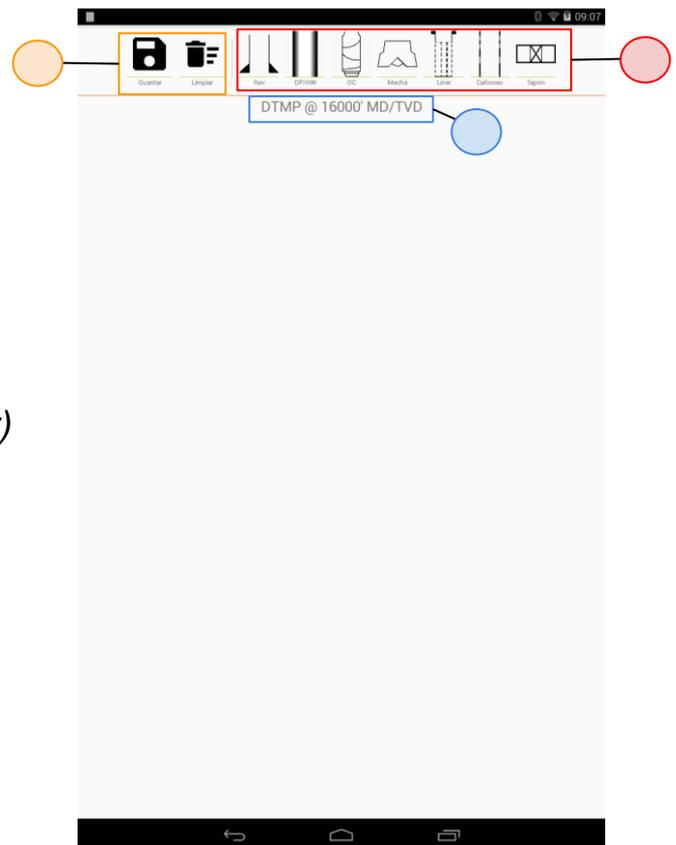


**Fuente:** Prisco, Tovar (2019)

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, de acuerdo a las especificaciones API (American Petroleum Institute) de los diámetros de tuberías.

**Figura 29.** Ubicación de las secciones de la app

- Piezas
- Nombre y prof del pozo
- Opciones (*guardar, eliminar*)

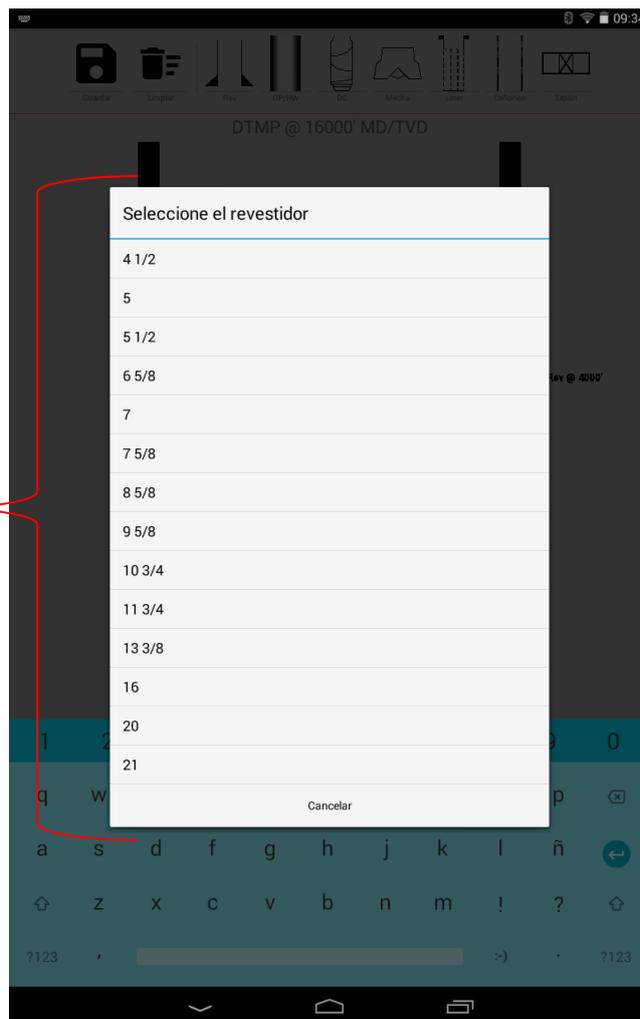


**Fuente:** Prisco, Tovar (2019)

En la vista correspondiente al diseño del diagrama mecánico, se presenta información del pozo: nombre y profundidad, en la parte superior se encuentran las opciones a realizar: guardar y eliminar, y las piezas inherentes para el diseño del diagrama mecánico. La figura # muestra la ubicación de las secciones mencionadas.

**Figura 30.** Selección de un revestidor en la app

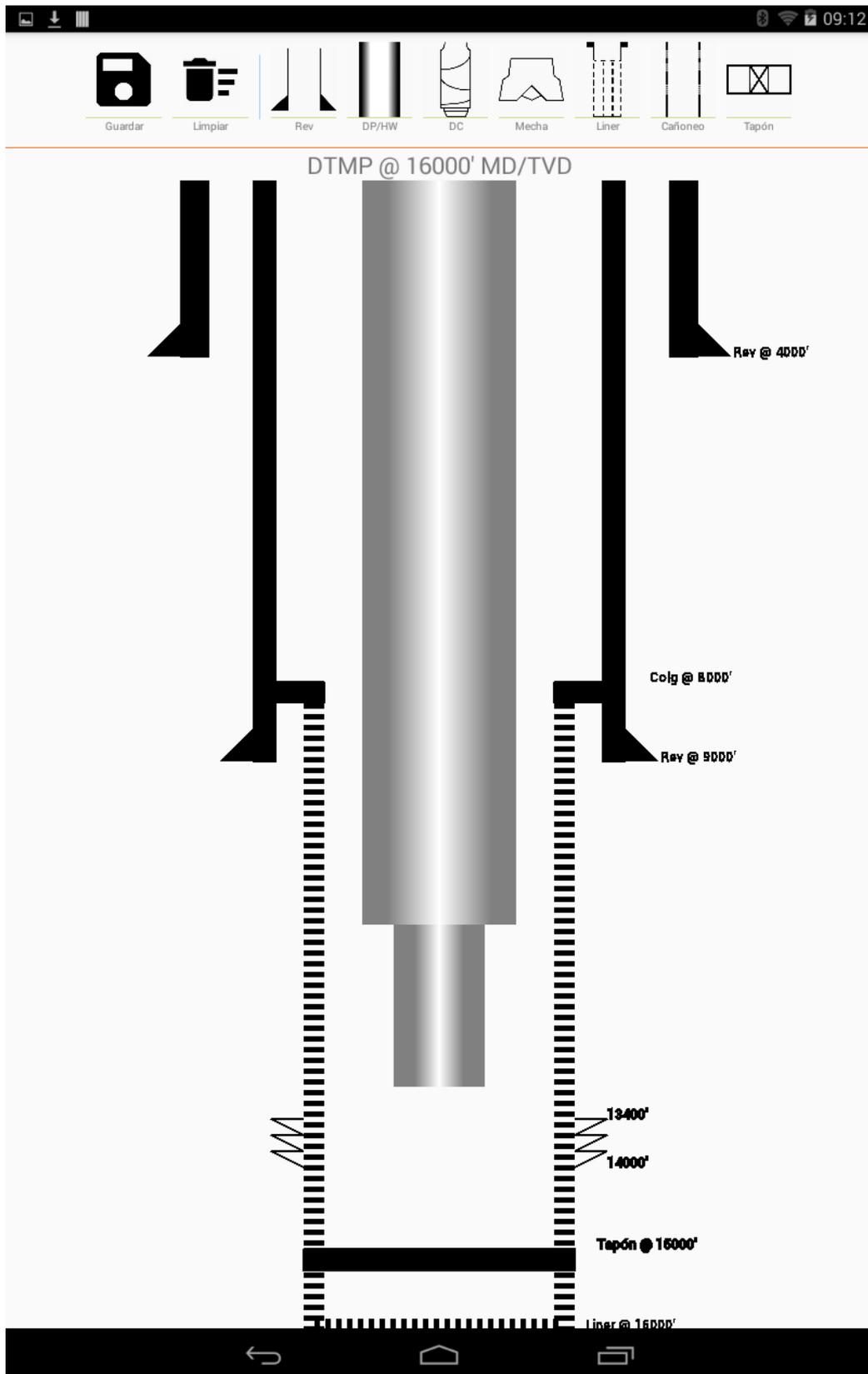
Especificaciones de tubería para revestidores



Fuente: Prisco, Tovar (2019)

Las posibilidades de diseño de diagramas son ilimitadas, dependerá de los requerimientos del pozo a diseñar, haciendo uso de las herramientas disponibles y acorde a las necesidades del usuario. En la figura 31 se muestra un diagrama diseñado acorde al ejercicio propuesto aplicado en la encuesta del objetivo 4.

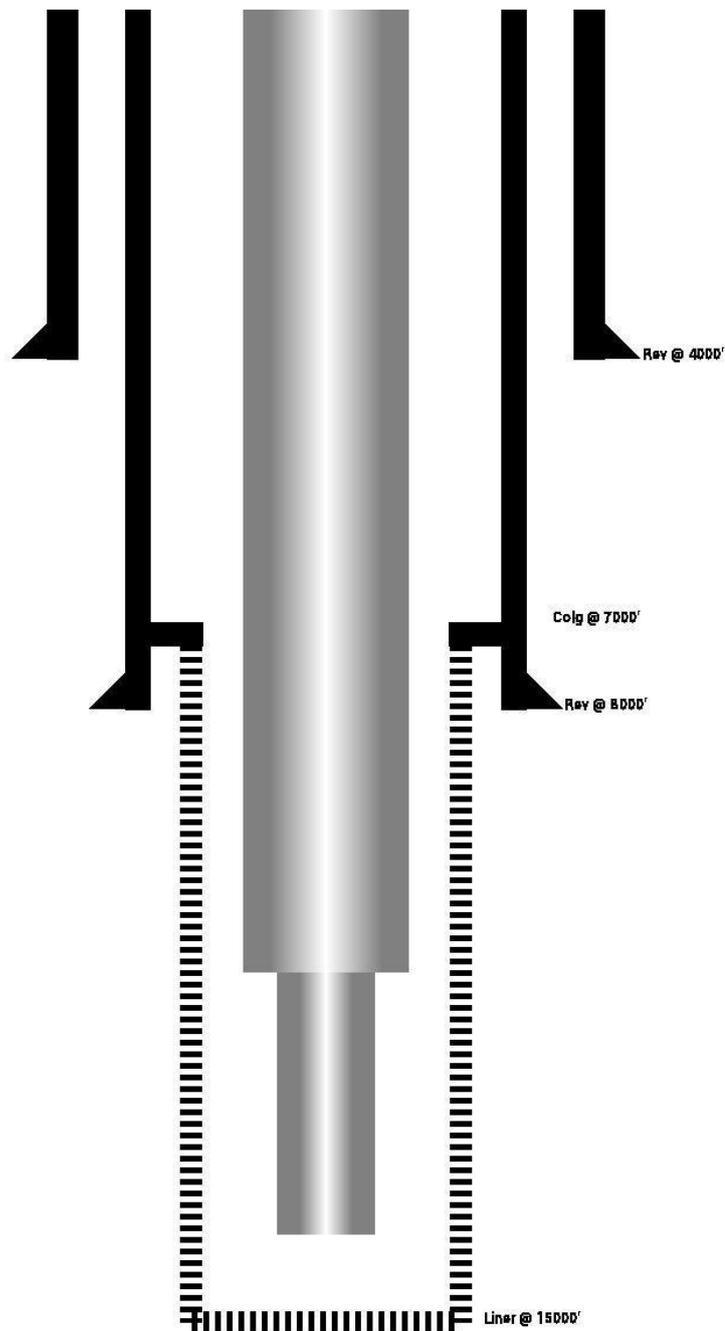
**Figura 31.** Diseño de un diagrama mecánico en la app



Fuente: Prisco, Tovar (2019)

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 presionando el ícono de guardar. La imagen generada consta del diagrama y una leyenda en la parte inferior con el nombre del pozo, la profundidad y el nombre de la aplicación.

**Figura 32.** Imagen generada del diagrama



Dan @ 16000' MD/TVD  
DiagramWell © DTMP

**Fuente:** Prisco, Tovar (2019)

#### **Obj 4). Evaluar el desempeño de la aplicación en el diseño de diagramas mecánicos de pozos.**

Ponjuán (1998) define evaluación como el “Cálculo para calificar y medir el logro y la forma de satisfacer los objetivos propuestos de un determinado sistema o unidad.” La autora considera que un requerimiento de cualquier actividad es la comprobación de sus resultados y el impacto de estos, lo cual no es posible con éxito si no se evalúan misión, objetivos, estrategias y la implantación de las mismas, teniendo siempre en cuenta las condiciones del entorno.

Para evaluar el desempeño de la aplicación, se diseñó una entrevista estructurada en 9 ítems en relación a la factibilidad, funcionamiento y el fácil manejo de la misma, respondiendo de manera precisa afirmativa o negativamente, aplicada a los estudiantes y profesores de la carrera Ingeniería de petróleo, donde se les planteó un problema de perforación en dicha encuesta para la elaboración del diagrama mecánico del pozo en dicha aplicación, el problema se planteó de la siguiente manera:

“Se tiene planificado construir un pozo hasta la profundidad de 14000 pies; se debe perforar la primera fase con lodo agua gel de peso específico: 1,2 hasta la profundidad de 900 pies, y un PSM no mayor a 12000 pies, la segunda fase con lodo polimérico inhibido de densidad: 9,8 lb/gal dicha fase debe perforarse hasta 9500 pies, y un PSM no mayor a 35 Klb, en la tercera fase por cambios atípicos en la formación se requiere un peso en la barrena de 60.000 lb y se hace cambio de lodo por un lodo base aceite con una densidad que genera una presión no mayor a 5700 psi.

Las mechas a utilizar son: 17 ½, 12 ¼ y 8 ½ “

Revestidores respectivos de 13 ¾, 9 ⅝ y 7”

Drill Pipe 5 ½ y 4,77 de 21,9 lb/pies (427 juntas)

HW`s 5 ½ y 3,25 de 61,9 lb/pie (30 juntas)

DC`s 2 ½ de 90 lb/pie (10 juntas)

Pregunta: Realizar el diagrama mecánico final del pozo.”

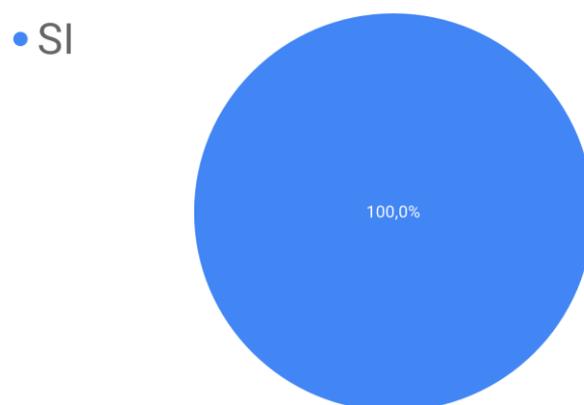
Evaluando así el desempeño de la aplicación móvil respondiendo a cada uno de los ítems se arroja como resultado los siguientes datos:

### ¿Tienes grado de conocimiento sobre las aplicaciones móviles?

Debido al avance tecnológico, resulta de una manera sencilla, adquirir conocimientos y uso de aplicaciones móviles, ya que son muy comunes las instalaciones de las mismas en nuestros dispositivos móviles. Así pues que en su totalidad los encuestados respondieron sí tener conocimientos sobre el manejo de las mismas, y haber utilizado en algún momento aplicaciones móviles, sin embargo no para la industria petrolera.

La tecnología avanza en todos sus ámbitos y ninguna empresa o institución se escapa de ello, de esta manera, aplicando nuestros conocimientos teóricos prácticos adquiridos dentro de la misma universidad se desarrolló esta aplicación móvil con la finalidad de facilitar y realizar de manera más rápida y menos engorroso el diseño de diagramas mecánicos, y siendo de gran utilidad tanto en la universidad en donde será evaluada por una población no aleatoria, como en la industria ya que se les presentó también a profesores que tienen experiencia en la industria petrolera, tanto en el área de perforación como de completación.

**Gráfico N 5.** Representación gráficas sobre conocimientos de las Apps

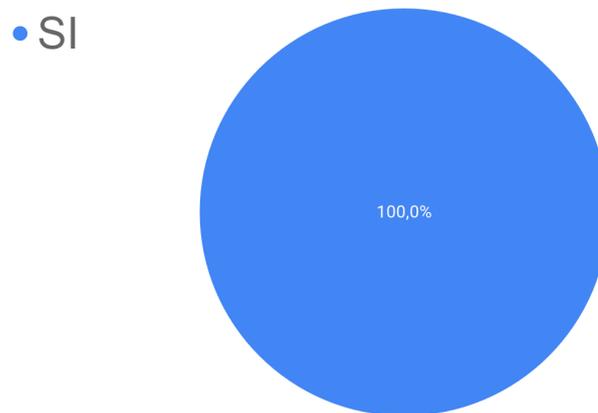


**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

### **¿Se considera necesario los avances tecnológicos para la realización de los diagramas mecánicos?**

La tecnología ha avanzado, y nos van brindando una serie de ventajas, lo que sería oportuno aprovecharla, beneficiosamente, considerando que la aplicación sería de gran utilidad tanto para la industria como para las instituciones educativas, la población encuestada si considera necesario estos avances tecnológicos, y la puesta en prácticas de conocimientos ingenieriles para resolver problemas o suplir necesidades, en este caso para el diseño de diagramas mecánicos de pozos.

**Gráfico N 6.** Representación gráfica sobre el uso de tecnología en el diseño de diagramas.



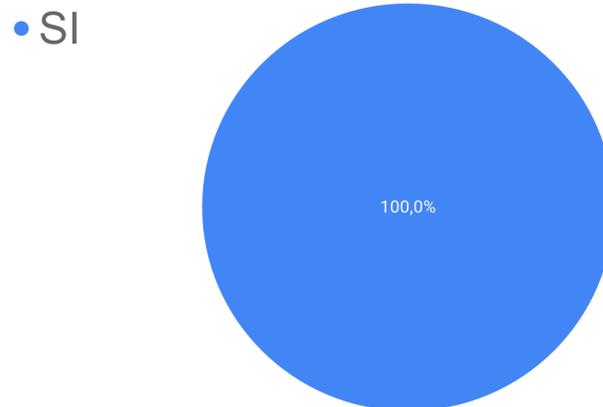
**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

### **¿Crees que sea factible el uso de la aplicación móvil para el diseño de diagramas mecánicos de pozos?**

Efectivamente se consideró que es factible, la aplicación móvil, es una herramienta desarrollada y programada para diseñar diagramas mecánicos de pozos en un menor tiempo posible, a diferencia de PowerPoint o de realizarlo a mano alzada, como lo señalaron los encuestados en los anteriores ítems, esto podrá ser de gran ayuda a la hora de tomar una decisión con respecto al pozo por parte de los ingenieros, así como también a la hora de desarrollar un ejercicio dentro de un aula de clase, tanto por parte de los profesores como de los estudiantes, y en

su caso mejorar facilitarles el trabajo a los pasantes o ingenieros a la hora de actualizar dichos diagramas, cuando sea necesario.

**Gráfico N 7.** Factibilidad de la aplicación móvil para diseños de diagramas



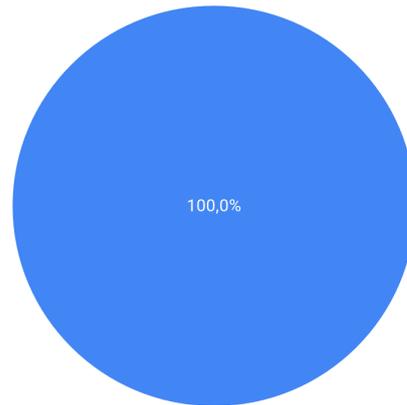
**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

### **¿La aplicación funciona de manera eficiente?**

Para dar respuestas a esta interrogante la población estudiada realizó un ejercicio modelo, de perforación el cual se mencionó anteriormente, cuyo objetivo es realizar el diagrama del pozo mediante la aplicación móvil, de esta manera poder evaluar el desempeño de la misma. En su totalidad la población pudo correr la aplicación de manera exitosa, por lo que la respuesta al ítem fue que la aplicación si funciona eficientemente, cumpliendo con un requisito muy importante, razones como esta, son las que hacen la presente investigación, las que a su vez motivan al estudiante o profesional al emplear una serie de herramientas tecnológicas las cuales facilitarán su desempeño laboral.

**Gráfico N 8.** Eficiencia de la aplicación móvil

• SI



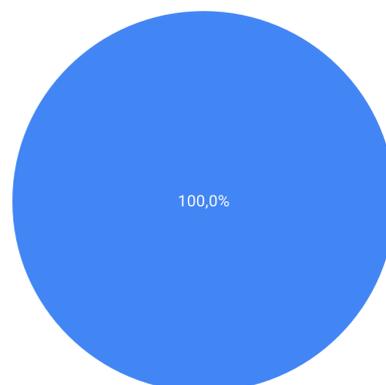
**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

### ¿Te parece fácil el manejo de la aplicación móvil?

El uso de teléfonos inteligentes es algo casi indispensable en la sociedad hoy en día, y su manejo se ha vuelto muy práctico, se presta con gran facilidad la inclusión de dicha herramienta. De este modo se aprovecharía esa motivación que el alumno posee hacia la Internet, que mejor ocasión para diseñar una app donde puedan converger toda una serie de herramientas para el diseño de diagramas de pozos. La aplicación está diseñada para este tipo de dispositivos, presenta una interfaz sencilla, entendible y fácil de manejar. En relación con el ítem anterior en donde estudiantes y profesores diseñaron diagramas de pozos mediante la aplicación, se les preguntó que si les parecía fácil el manejo de la aplicación y sus respuestas fueron afirmativas.

**Gráfico N 9.** Fácil manejo de la aplicación móvil.

• SI



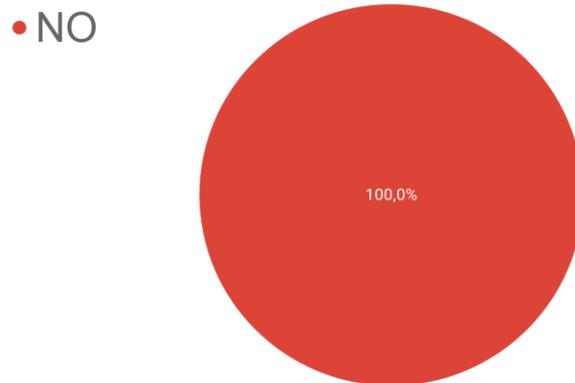
**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

### ¿La aplicación funciona lentamente?

Un punto muy importante a tratar es la rapidez con que se ejecuta la aplicación, de esta manera se evalúa qué tan eficiente es. Por tal motivo, la aplicación móvil se diseñó y compilo a código nativo de la plataforma Android.

Los estudiantes consideraron que la aplicación no funciona de manera lenta, cumpliendo con un requisito muy importante para el avance de la aplicación, lo que se quiere decir es que la aplicación se ejecuta y corre adecuadamente, para el diseño de los diagramas mecánicos de pozos, en cualquiera de sus áreas, bien sea perforación o completación. Mientras que los profesores quienes también hicieron uso de la misma consideraron que tampoco se ejecuta lentamente, algunos de los encuestados dependiendo del dispositivo móvil de su propiedad, su instalación tardo un poco, pero luego de instalada la aplicación se ejecuta eficientemente.

**Gráfico N 10.** Evaluación sobre la lentitud de la App.



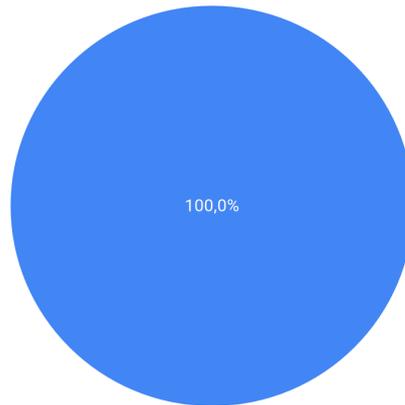
**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

### ¿La manera en que presenta la información es clara y entendible?

La población estudiantil y los profesores consideraron que sí se aprecia de manera clara y precisa la información presentada en la aplicación. Esto luego de la inducción previa.

**Gráfico N 11.** Distribución de la Presentación de la App.

• SI



**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

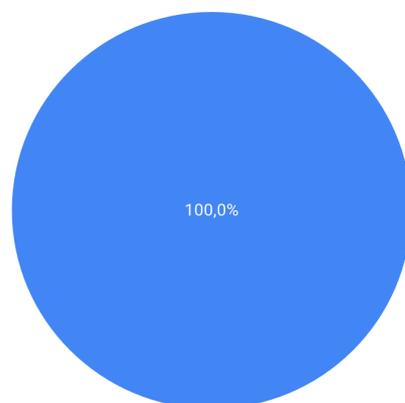
### **¿La aplicación móvil tiene un diseño adecuado y de fácil manejo?**

Uno de los aspectos importantes que se tomó en cuenta a la hora de diseñar la aplicación, y en su programación, fue su sencillez y fácil manejo, para que los usuarios pudieran ejecutar la aplicación fácilmente. Se presentó una interfaz muy agradable y sencilla, se eligió una paleta de colores en relación con nuestra universidad, y específicamente el logo de la carrera, en donde cada una de las piezas y opciones se presentó con su descripción.

El 100% de la población que se estudió entre estudiantes y profesores, considero que la aplicación cuenta con un diseño adecuado, es sencilla, afirmando así un fácil manejo.

**Gráfico N 12.** Fácil manejo de la App

• SI

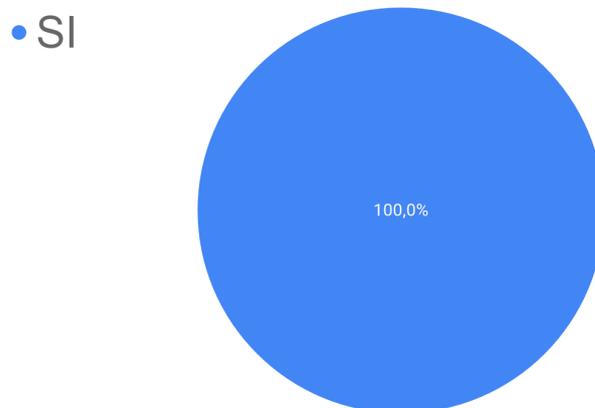


**Fuente:** Prisco, Tovar (2019).

**¿Se elabora el diagrama de pozo con mayor facilidad con la aplicación que realizarlos con otras herramientas?**

Para obtener información requerida para este ítems se realizó una prueba (ejercicio modelo), en donde la población en estudio realizó el diagrama de un pozo en dicha aplicación, y así poder comparar con qué herramienta les resultaba más fácil realizar el diagrama del pozo, el 100% de la población estuvo de acuerdo que con la aplicación se realizan los diagramas de manera más eficiente y rápida, que otra herramienta (a manos alzada, Word o PowerPoint) cumpliendo así las expectativas de esta aplicación móvil. Por nuestra parte, se considera de esta manera la aplicación como versión 1.0, y que de acuerdo a las recomendaciones ofrecidas por los encuestados sea totalmente viable actualizar la versión de la misma aplicando las sugerencias dadas.

**Gráfico N 13.** Distribución de estudiantes y profesores sobre eficiencia de la App



**Fuente:** Tabla N° 20.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

Este capítulo se dedica a conclusiones finales y personales del proyecto, extraídas a lo largo de todo el proceso de desarrollo del mismo.

Se concluye que tanto estudiantes como profesores del subprograma de ingeniería de petróleo tienen la necesidad de generar diagramas mecánicos, pero que no cuentan con una normativa estándar ni emplean herramientas tecnológicas para ello. Por tal motivo nos encomendamos en esta investigación, para consolidar una herramienta oportuna a la hora de realizar diagramas mecánicos de pozos, diseñando las piezas comunes a los mismos.

En cuanto al diseño de las piezas, se llegó a la conclusión como se mencionó anteriormente no hay normativa para diseñar los diagramas, por lo que se seleccionó las piezas comunes a los mismos. La aplicación brinda una interfaz sencilla, ésta representa un buen funcionamiento y fácil manejo para cualquier persona que haga uso de ella, bien sea estudiante, profesor o ingeniero de petróleo. El aprovechamiento de la tecnología facilitó la puesta en marcha para la creación de la App en el diseño de diagramas mecánicos de pozos.

Por último es satisfactorio mencionar que la aplicación tuvo una aceptación positiva por parte de los estudiantes y profesores de la carrera ingeniería de petróleo, cumpliendo así el propósito de la presente investigación. En efecto, la aplicación va a estar disponible para su utilidad en la web oficial de la Unidad de Investigación Aula Ambiente de Geografía, esto con miras explotar la utilidad de la presente investigación en el área académica.

## RECOMENDACIONES

Visualizar la cantidad de parejas o juntas en cada tramo o fase del diagrama de pozo.

Actualizar la información de la app creando futuras versiones que aporten al uso de la misma, es decir, añadir piezas de carácter específico.

Incorporar a la app mayor definición en cuanto a gráficos e imágenes reales presentes en el campo, para que esta sea de agrado a la hora de su utilidad.

Agregar funciones de programas ya existentes a la app para tenerlo de un computador a manipularlo con el móvil; tales programas como; WellFlo que permite construir modelos de pozos gráficamente o usando tablas de datos. Casi todos los parámetros de ingeniería pueden ser ingresados como variables sensibles. Esto permite al ingeniero modelar el desempeño del pozo al incrementarse la tasa de inyección de gas de levantamiento, al cambiar la sección perforada o ajustarse la frecuencia de la bomba electro-sumergible.

Que sea posible guardar los diagramas realizados en la misma app, y poder abrirlos y editarlos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❑ Smithson T (2015-) Gretchen G (emeritus, 1998-2007) Matt V (emeritus, 2007-2013) Richard, Hoeksema (emeritus,2013-2015). Oilfield Glossary. [Fecha de consulta: 09 febrero 2019] Disponible en : [https://www.glossary.oilfield.slb.com/glossary\\_administration.aspx](https://www.glossary.oilfield.slb.com/glossary_administration.aspx)
  
- ❑ Computer Programming. BusinessDictionary.com. Retrieved June 05, 2019, from [BusinessDictionary.com](http://www.businessdictionary.com/definition/computer-programming.html) website: <http://www.businessdictionary.com/definition/computer-programming.html>
  
- ❑ Villalobos R (2008). Fundamentos de programación: C# . Consultado el 10 de febrero de 2019 en: [https://ebooks.arnoia.com/media/eb\\_0104/samples/9786123042349cap1-07.pdf](https://ebooks.arnoia.com/media/eb_0104/samples/9786123042349cap1-07.pdf)
  
- ❑ Da Silva, A (2008). Diagrama del pozo. Blog en línea. Consultado el 09 de febrero del 2019 disponible en: <https://www.lacomunidadpetrolera.com/2010/04/diagrama-del-pozo.html>
  
- ❑ Ken Schwaber y Jeff Sutherland (2016). Scrum guide. Disponible en: <http://www.scrumguides.org/download.html>
  
- ❑ Ley Orgánica De Ciencia, Tecnología e Innovación. [Documento en línea] Disponible: <http://www.conatel.gob.ve/wp-content/uploads/2014/10/PDF-Ley-Org%C3%A1nica-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovacion.pdf>
  
- ❑ Abilahoud A (2006). Herramienta de apoyo para los ejecutivos de ventas del sector industrial de IBM Venezuela: cadena de valor de la industria petrolera, fases de exploracion y produccion y soluciones de IBM. [Documento en línea] en : <http://repositorios.unimet.edu.ve/docs/22/ATTS170A2H4.pdf>

- ❑ Marinkovic V (2017) De la tecnología y la industria petrolera [Diario en línea] disponible en: [https://www.eldia.com.bo/index.php?cat=1&pla=3&id\\_articulo=231583](https://www.eldia.com.bo/index.php?cat=1&pla=3&id_articulo=231583)
- ❑ Fidias, A. (2006) El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Editorial Episteme.
- ❑ Tamayo & Tamayo M., (1.994). El Proceso de la Investigación Científica. México. Editorial Limusa.
- ❑ Contreras, Roa (2015). Técnicas e instrumentos de investigación [Documento en línea] disponible en: <http://tecnicasdeinvestigacion2015.blogspot.com/>
- ❑ Svetlin Nakov & Co. (2013). Fundamentals of Computer Programming with C# [Documento en línea] Disponible en: <http://www.introprogramming.info>

# ANEXOS

