

**CREACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DIGITAL QUE INTEGRE LOS TRÁMITES
REQUERIDOS PARA LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE
HIDROCARBUROS EN COLOMBIA, SEGÚN NORMATIVIDAD TÉCNICA
VIGENTE**

**SEBASTIAN RODRIGUEZ HERNANDEZ
JAVIER ANDRES TAFUR ARIAS**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BOGOTÁ D.C
2018**

**CREACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DIGITAL QUE INTEGRE LOS TRÁMITES
REQUERIDOS PARA LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE
HIDROCARBUROS EN COLOMBIA, SEGÚN NORMATIVIDAD TÉCNICA
VIGENTE**

**SEBASTIAN RODRIGUEZ HERNANDEZ
JAVIER ANDRES TAFUR ARIAS**

**Trabajo de investigación para optar el título de
Ingeniero de Petróleos**

**Director (a)
MARTHA CLAUDIA SAIZ ORTIZ
Ingeniera de petróleos**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BOGOTÁ D.C
2018**

Nota de aceptación:

Yatnielah Pirela

Juan David Rengifo

Adriana Henao

Bogotá D.C, Agosto de 2018

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD AMÉRICA

Presidente de la Universidad y Rector del claustro

Dr. JAIME POSADA DÍAZ

Vicerrector de Desarrollo y Recursos humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Decano general Facultad de Ingenierías

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director del Programa Ingeniería de Petróleos

Ing. JOSÉ HUMBERTO CANTILLO SILVA

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y los docentes no son responsables por las ideas y conceptos emitidos en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

DEDICATORIA

A Dios por mostrarme siempre los caminos correctos y mantenerme firme a lo largo de este proceso de mi vida.

A mis padres RUTH y JAVIER por estar siempre a mi lado, que aunque no fue fácil y más de una vez logré hacerles desesperar, me enseñaron que nadie puede limitarte a realizar los proyectos que desees, por más grandes e inalcanzables que parezcan todo es posible, a ustedes gracias por jamás faltar en mi vida, les estaré eternamente agradecido.

A mi hermana Valentina, que pese a las diferencias siempre nos tendremos uno al otro y sobre todo por ser un motor de fuerza para ser siempre mejor.

A mi abuelo Argemiro que a pesar de ya no estar de cuerpo, jamás ha faltado en mis pensamientos y en mi corazón.

A mi compañero de tesis y amigo, por su compañerismo, interés y dedicación en el desarrollo de este proyecto.

A familiares y amigos que de alguna manera formaron parte de este proceso, dejándome enseñanzas y haciendo de esta una gran etapa de mi vida.

Javier Andres Tafur Arias

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido cumplir este objetivo, por brindarme salud y por acompañarme en cada instante de mi vida.

A mis padres FABIOLA y JAIRO por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por sus consejos que me orientaron a tomar las mejores decisiones y por creer en mí siempre, gracias a ustedes he culminado esta etapa en mi vida.

A mi hija SALOME por ser mi mayor felicidad, mi motor y mis deseos de salir adelante para brindarte lo mejor del mundo.

A mi pareja LICETH por ser mi apoyo incondicional, por acompañarme en esta etapa de mi vida y por creer siempre en mí.

A mi compañero de tesis por compartir su esfuerzo y dedicación, por ser un gran amigo y en un futuro mi colega.

A mis hermanos y demás familiares que de una u otra manera fueron partícipes en esta etapa de mi vida.

A mis amigos que me han apoyado y han compartido a mi lado este reto que juntos hemos logrado.

Sebastián Rodríguez Hernández

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de América por permitirnos adquirir todo el conocimiento en nuestra área de investigación, a nuestra directora de tesis la ING. MARTHA CLAUDIA SAIZ ORTIZ por las enseñanzas, la paciencia y el tiempo dedicado, a nuestros padres que con esfuerzo y dedicación fueron apoyo permanente para que lográramos llegar hasta este punto, a nuestros hermanos y demás familiares por nunca dudar de nosotros.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	22
INTRODUCCIÓN	23
OBJETIVOS	25
1. GENERALIDADES DE LAS NORMAS TÉCNICAS EN COLOMBIA	26
1.1 HISTORIA DE LAS NORMAS EN COLOMBIA	26
1.2 DEFINICIÓN DE NORMA	27
1.3 IMPORTANCIA DE LAS NORMAS	28
1.4 IMPACTO DE LA NORMATIVIDAD EN EL SECTOR HIDROCARBURÍFERO EN COLOMBIA	29
1.4.1 Línea de tiempo del sector hidrocarburífero en Colombia	29
2. CLASIFICACIÓN DE LA NORMATIVIDAD TÉCNICA	34
2.1 LEYES	34
2.2 DECRETOS	34
2.3 RESOLUCIONES	35
2.4 DEFINICIÓN DE ACTIVIDAD UPSTREAM	35
2.4.1 Definición exploración	36
2.4.2 Definición explotación	36
2.5 CLASIFICACIÓN DE LA NORMATIVIDAD SEGÚN SU ÁREA DE OPERACIÓN	36
2.5.1 Resolución 18-1495 del 2009	37
2.5.2 Resolución 180742 de 2012	44
2.5.3 Resolución 90341 de 2014	45
2.5.4 Resolución 41251 de 2016	47
2.5.5 Resolución D-149 de 2017	49
2.5.6 Resolución 40687 de 2017	50
2.5.7 Decreto 1616 de 2014	51

3. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DIGITAL E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN	53
3.1 DEFINICIÓN DE UN SOFTWARE	53
3.2 TIPOS DE SOFTWARE	54
3.2.1 Software de sistema	54
3.2.2 Software de programación	55
3.2.3 Software de aplicación	56
3.3 ARQUITECTURA DEL SOFTWARE	57
3.3.1 Motor de base de datos	57
3.3.2 Lenguaje de programación	63
4. PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD DEL SOFTWARE	65
4.1 PRUEBA DE INGRESO AL SOFTWARE	65
4.2 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN	66
4.2.1 Prueba para verificar menú administrador	67
4.2.2 Prueba para verificar menú archivos	73
5. MODO DE USO DEL SOFTWARE	79
5.1 DISEÑO DE GUÍA DE MANEJO	79
6. CONCLUSIONES	88
7. RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS	92

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Línea de tiempo expedición y fechas relevantes dentro de la normatividad técnica de la Industria Petrolera en Colombia.	30
Figura 2. Barra de datos en SQL Server donde se muestran cada una de las tablas generadas para definir el tipo de dato que se desea ingresar.	59
Figura 3. Columnas generadas para el grupo de información perteneciente a los diagramas de flujo a ingresar (Codigo_Operacion, Numero_diagrama, Titulo_Diagrama, Vinculo).	60
Figura 4. Vista de las columnas generadas para el grupo de información perteneciente a los diagramas de flujo a ingresar.	61
Figura 5. Columnas generadas para el grupo de información perteneciente a las normas (Tipo_Norma, Numero_norma, Nit_entidad, Fecha_Expedicion, Titulo_Norma, Vinculo_Norma, Norma_Imagen).	62
Figura 6. Columnas generadas para el grupo de información perteneciente a las normas según el tipo de operación (Codigo_Norma, Numero_norma, Nit_entidad, Codigo_Operacion, Fecha_Expedicion, Numero_Capitulo, Articulos, Vinculo_Norma, Vinculo_Diagrama).	62
Figura 7. “Ingreso de seguridad” para hacer uso de LEGALPETROL.	65
Figura 8. Ejemplo de error al ingresar un usuario o una contraseña incorrecta a LEGALPETROL.	66
Figura 9. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican las entidades.	67
Figura 10. Entidades que emiten las normas especificadas en LEGALPETROL.	68
Figura 11. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican los tipos de norma.	68
Figura 12. Tipos de norma especificadas en LEGALPETROL.	69
Figura 13. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican los tipos de operaciones.	69

Figura 14. Tipos de operaciones especificadas en LEGALPETROL.	70
Figura 15. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican los tipos de operaciones.	71
Figura 16. Tipos de diagramas especificados en LEGALPETROL.	71
Figura 17. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican los usuarios.	72
Figura 18. Usuarios permitidos para hacer uso de LEGALPETROL.	72
Figura 19. Despliegue del menú archivos en el cual se especifican las normas.	73
Figura 20. Normas del sector upstream establecidas en el programa LEGALPETROL.	74
Figura 21. Despliegue del menú archivos en el cual se especifican las formas.	75
Figura 22. Formas requeridas para actividades hidrocarburíferas incluidas en el programa LEGALPETROL.	76
Figura 23. Despliegue del menú archivos en el cual se especifican los diagramas de flujo.	77
Figura 24. Diagramas de flujo para comprensión de normatividad perteneciente a actividades hidrocarburíferas upstream, incluidos en el programa LEGALPETROL.	78
Figura 25. Ingreso de seguridad al programa LEGALPETROL.	79
Figura 26. Menú principal del programa LEGALPETROL, que se desplegará inmediatamente de ingrese el usuario y contraseña válidos y presione “clic” sobre el botón “Aceptar” de la ventana “Ingreso de seguridad.	80
Figura 27. Sección de “Archivos” brindados al usuario durante el uso del programa LEGALPETROL.	81
Figura 28. Ventana de “Normas sobre Hidrocarburos” brindada al usuario durante el uso del programa LEGALPETROL.	82
Figura 29. Ventana de “Formas para actividades” exigidas por las entidades de control en el sector Hidrocarburífero.	84

Figura 30. Ventana de “Diagramas para actividades” brindados al usuario en el programa LEGALPETROL.

86

LISTA ANEXOS

	pág.
Anexo A. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (exploración).	93
Anexo B. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (perforación).	95
Anexo C. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (terminación de pozos).	97
Anexo D. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (taponamiento y abandono de pozos).	99
Anexo E. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (pruebas extensas).	101
Anexo F. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (explotación).	103
Anexo G. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (control de yacimientos).	105
Anexo H. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (desmantelamiento de construcciones e instalaciones).	107
Anexo I. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (informes).	109
Anexo J. Diagrama de flujo de la resolución 181495 de 2009 (sanciones y otras disposiciones).	111
Anexo K. Diagrama de flujo de la resolución 180742 de 2012.	113
Anexo L. Diagrama de flujo de la resolución 90341 de 2014.	115
Anexo M. Diagrama de flujo de la resolución 41251 de 2016.	117
Anexo N. Diagrama de flujo de la resolución D-149 de 2017.	119
Anexo O. Diagrama de flujo de la resolución 40687 de 2017.	121
Anexo P. Diagrama de flujo del decreto 1616 de 2014.	123

ABREVIATURAS

AGA	American Gas Association (Asociación Americana del Gas)
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
API	Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute)
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)
BOP	Preventoras (Blow Out Preventer)
BSW (A&S)	Porcentaje de Agua y Sedimentos (Basic Sediment and Water)
CAM	Software de control numérico
ECP	Ecopetrol
E&E	Exploración y explotación
E&P	Exploración y producción
GUI	Interfaz gráfica de usuario
HC	Hidrocarburos
MME	Ministerio de Minas y Energía
NFPA	Asociación Nacional de Protección Contra incendio (National Fire Protection Association)
NTC	Norma Técnica Colombiana, expedida por el Icontec
RAM	Memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory)
SGC	Servicio Geológico Colombiano
VB.NET	Visual Basic .NET
YC	Yacimiento convencional
YNC	Yacimiento no convencional

GLOSARIO

ABANDONO: conjunto de operaciones que se ejecutan en el pozo para asegurar un aislamiento apropiado de las formaciones almacenadoras de gas y/o petróleo, así como de los acuíferos existentes con el fin de prevenir la migración de fluidos hacia la superficie del terreno o el fondo marino, o entre las diferentes formaciones a través del hueco del pozo o el espacio anular entre el hueco y los revestimientos.

AGA: American Gas Association. (Asociación Americana del Gas).

API: American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo).

ÁREA CONTRATADA: superficie continental o costa afuera, comprendida dentro de uno o varios polígonos limitados en lo posible por líneas en dirección norte-sur y este-oeste, que determinan el o los bloques del subsuelo en los cuales se otorgan al contratista los derechos a buscar hidrocarburos, a removerlos de su lecho natural, a transportarlos hasta un punto en la superficie y adquirir la propiedad de los hidrocarburos que corresponda, en los términos del ordenamiento superior y del respectivo Contrato de Evaluación Técnica (TEA) o de Exploración y Producción (E&P), sin perjuicio de los que son objeto de contratos de concesión todavía vigentes o de los operados directamente o celebrados con terceros por parte de Ecopetrol S. A. En esta área, el contratista está autorizado para desarrollar operaciones de exploración, evaluación, desarrollo y producción de hidrocarburos.

ÁREA DE EVALUACIÓN: sin perjuicio de lo que sobre el particular establezca cada modelo de contrato, es la porción del área contratada en la cual el contratista realiza un descubrimiento y en la que ha decidido llevar a cabo un programa de evaluación para establecer o no su comercialidad. Esta porción ha de estar enmarcada por un polígono preferiblemente regular en superficie que comprenda la envolvente de la proyección vertical en superficie de la estructura que corresponde al descubrimiento.

ASTM: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).

BARRIL DE PETRÓLEO: unidad de medida de volumen, normalmente utilizada para hidrocarburos líquidos que consta de cuarenta y dos (42) galones de los Estados Unidos de América, reportada normalmente a condiciones estándar (una temperatura de sesenta grados Fahrenheit (60o F) y a una (1) atmósfera de presión absoluta).

BUENAS PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO: operaciones, procedimientos, métodos y procesos seguros, eficientes y adecuados, implementados para la obtención del máximo beneficio económico en la

recuperación final de las reservas de hidrocarburos, la reducción de las pérdidas, la seguridad operacional, la protección del medio ambiente y de las personas, en el desarrollo de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.

BSW (A&S): porcentaje de agua y sedimento básico contenidos en los hidrocarburos líquidos.

CALIBRACIÓN: conjunto de operaciones (procesos o procedimientos) que se realizan a condiciones controladas para determinar una variable de interés, comparando un sistema, un equipo o instrumento con su patrón de referencia respectivo.

CAMPO: área en cuyo subsuelo existen uno o más yacimientos.

CAMPO COMERCIAL: porción del área contratada en cuyo subsuelo existe uno o más yacimientos descubiertos que el contratista ha decidido explotar comercialmente, de acuerdo con las condiciones de cada modalidad contractual.

CONDICIONES ESTÁNDAR: condiciones de presión y temperatura de referencia para el petróleo. Para la temperatura es de quince grados y cinco décimas de grados Celsius (15.5oC), equivalente a sesenta grados Fahrenheit (60oF) y para la presión es de catorce coma setenta y tres libras (14,73) por pulgada cuadrada.

Las condiciones estándar del gas son: para la temperatura de quince grados y cinco décimas de grados Celsius (15.5oC), equivalente a sesenta grados Fahrenheit (60oF) y para la presión es de catorce coma sesenta y cinco libras (14,65) por pulgada cuadrada.

CONTRATISTA: persona jurídica que celebra un contrato o convenio con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) o quien haga sus veces, para la exploración y explotación de hidrocarburos en el país y lo ejecuta con autonomía técnica y administrativa, bajo su exclusivo costo y riesgo, proporcionando todos los recursos necesarios para proyectar, preparar y llevar a cabo las actividades y operaciones, sean estas de exploración, evaluación, explotación, desarrollo o producción dentro del área contratada.

EVALUACIÓN: trabajos realizados para determinar la capacidad de producción de hidrocarburos o de algún parámetro petrofísico de las rocas o fluidos de los yacimientos, así como para delimitar la geometría del yacimiento o yacimientos.

EXPLORACIÓN: estudios, trabajos y obras que se ejecutan para determinar la existencia y ubicación de hidrocarburos en el subsuelo.

FACILIDADES DE PRODUCCIÓN: instalaciones, plantas, vasijas de producción y demás equipos para las actividades de producción, separación, tratamiento, conducción y almacenamiento de hidrocarburos.

FORMACIÓN: unidad litoestratigráfica con límites definidos y características litológicas propias.

GAS NATURAL: hidrocarburo que permanece en estado gaseoso en condiciones atmosféricas normales, extraído directamente de yacimientos que contienen hidrocarburos. Puede contener como impurezas otros elementos no hidrocarburos.

HIDROCARBURO: compuesto orgánico constituido principalmente por la mezcla natural de carbono e hidrógeno, así como también de aquellas sustancias que los acompañan o se derivan de ellos.

LÁMINA DE AGUA: distancia entre la marea media y el fondo marino.

MEDICIÓN: comparación contra un patrón con el objetivo de determinar el valor de una variable, sobre la base de un procedimiento predeterminado.

NFPA: National Fire Protection Association. (Asociación Nacional de Protección Contra incendio).

NORMA TÉCNICA: especificación técnica nacional o internacional aprobada por un organismo reconocido por su actividad normativa para una aplicación, evento u operación que se realiza repetida o frecuentemente.

NTC: Norma Técnica Colombiana, expedida por el Icontec.

PETRÓLEO: mezcla de hidrocarburos existente en fase líquida a las condiciones del yacimiento y que permanece líquido a las condiciones normales de presión y temperatura en superficie, así como las impurezas contenidas en él.

PLAN UNIFICADO DE EXPLOTACIÓN: convenio de explotación celebrado entre contratistas colindantes para permitir el desarrollo eficiente de un yacimiento explotado en forma compartida.

POZO: obra especializada de la ingeniería de petróleos consistente en un hueco perforado a través del subsuelo, con el objeto de conducir los fluidos de un yacimiento a superficie. Se diferencia de las obras civiles realizadas para la construcción del pozo, tales como vías de acceso, locaciones y edificaciones.

POZO DE DESARROLLO: aquel que se perfora con el propósito de contribuir a la explotación de yacimientos después del periodo de exploración y evaluación.

POZO DESCUBRIDOR: pozo cuyo resultado conlleva al descubrimiento de una nueva área productora de hidrocarburos y puede involucrar uno o más yacimientos.

POZO ESTRATIGRÁFICO: pozo que se perfora con propósitos de reconocimiento y muestreo, sin objetivo hidrocarburífero, encaminado a determinar la secuencia litológica y las propiedades petrofísicas y geoquímicas de la columna estratigráfica existente en el subsuelo.

POZO EXPLORATORIO: pozo perforado para buscar o comprobar la existencia de hidrocarburos en un área no probada como productora o para buscar yacimientos adicionales no conocidos.

POZO INACTIVO: pozo que no está realizando ninguna función en el momento, pero que puede ser reutilizado posteriormente con algún fin o abandonado definitivamente.

POZO INYECTOR: pozo que permite inyectar fluidos a un yacimiento o a una estructura expresamente autorizada por el Ministerio de Minas y Energía o quien haga sus veces en materia de fiscalización.

POZO PRODUCTOR: pozo que permite el drenaje de hidrocarburos de un yacimiento.

POZO SECO: es aquel en el cual no se hallan hidrocarburos o cuya producción no es comercial.

PRUEBA DE FORMACIÓN: técnica de evaluación que sirve para determinar las características y capacidad productiva de la formación y sus fluidos.

PRUEBA DE INTEGRIDAD: evaluación de la cementación, tuberías de revestimiento, tuberías de inyección, equipos de control de pozo y/o tapones mecánicos o de cemento, con el fin de verificar que existe integridad en las condiciones mecánicas y/o aislamiento apropiado para evitar la migración de fluidos hacia la superficie o entre las diferentes formaciones a través del hueco del pozo o el espacio anular entre el hueco y los revestimientos.

PRUEBAS DE PRESIÓN DE RESERVORIOS: medición o registro de la presión en un pozo o grupo de pozos, a una determinada profundidad y en distintos momentos. Sucesivos registros establecerán la variación de presión para cada yacimiento en particular.

PRUEBAS EXTENSAS: periodo de producción posterior a la prueba inicial que tiene por finalidad obtener información adicional del yacimiento, para definir la comercialidad o no del campo.

PRUEBAS INICIALES: pruebas cortas de producción que se realizan posteriormente a la terminación oficial de un pozo nuevo e incluyen pruebas de presión y de evaluación de rocas y fluidos del yacimiento.

REACONDICIONAMIENTO DE POZOS: trabajos efectuados en un pozo, posteriores a su terminación, con el fin de mejorar su productividad, integridad o inyectividad, tales como el abandono o aislamiento de zonas, la perforación o reperforación de nuevas o viejas zonas productivas, estimulaciones, fracturamiento, reparaciones del revestimiento, cementaciones o conversión de la finalidad del pozo, así como la instalación, retiro, cambio o reparación de los equipos o sistemas de levantamiento artificial o cualquier modificación en la terminación del pozo.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

TERMINACIÓN: conjunto de trabajos u operaciones que tienen por objeto dotar al pozo de todos los aditamentos definitivos requeridos para la producción o inyección de fluidos.

UPSTREAM: actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.

YACIMIENTO: es toda formación rocosa del subsuelo en la cual se encuentran acumulados naturalmente hidrocarburos y que están caracterizados por un sistema único de presiones, de manera que la producción de hidrocarburos de una parte del yacimiento afecta la presión de reservorio en toda su extensión.

YACIMIENTO CONVENCIONAL: formación rocosa en la que ocurren acumulaciones de hidrocarburos en trampas estratigráficas y/o estructurales. Está limitado por barreras geológicas, tales como estratos impermeables, condiciones estructurales y agua en las formaciones, y se encuentra efectivamente aislado de cualquier otro yacimiento que pueda estar presente en la misma área o estructura geológica.

YACIMIENTO NO CONVENCIONAL: formación rocosa con baja permeabilidad primaria a la que se le debe realizar estimulación para mejorar las condiciones de movilidad y recobro de hidrocarburos. Los yacimientos no convencionales típicos incluyen, entre otros, las arenas y carbonatos apretados, gas metano asociado a mantos de carbón, gas y petróleo de lutitas y arenas bituminosas.

RESUMEN

La normatividad en la industria petrolera surge en el año 1953 mediante la creación del Código de petróleos y es allí cuando se ve la necesidad de regir las diferentes actividades u operaciones desarrolladas en la industria a la buena práctica y la preservación de la integridad del personal involucrado en las actividades a desarrollar.

El ejercicio del desarrollo de actividades en la industria petrolera a nivel nacional trae consigo una serie de parámetros y requisitos legales que se deben cumplir al momento de realizar operaciones de exploración y explotación de yacimientos convencionales y no convencionales en Colombia. En el desarrollo de estas actividades surgen distintas problemáticas como el desconocimiento, desactualización o ausencia de una compilación de normas técnicas legales vigentes para la realización de operaciones de exploración y explotación en Colombia.

En la actualidad para llevar a cabo actividades de exploración y explotación debe cumplirse con una serie de parámetros y normativas, dado a que son el punto de partida en el desarrollo adecuado de dichas actividades, y el incumplimiento de esta normatividad, bien sea por el desconocimiento, desactualización o ausencia de una compilación de normas técnicas legales referidas al adecuado desarrollo de las operaciones petroleras, llevaría al infractor a afrontar problemas de tipo legal donde podría acarrear multas, penalizaciones o sanciones generando una afectación sobre la rentabilidad económica de un proyecto.

El presente trabajo tiene como propósito principal la creación de un software que integre, guíe y compile la normatividad técnica vigente en Colombia con el fin de facilitar el acceso, la comprensión y generar una transferencia de conocimiento de la normatividad que se esté rigiendo al momento de ejecutar las actividades requeridas y evitar problemas futuros, contribuyendo así a un mejoramiento continuo de la industria petrolera en Colombia.

Palabras clave: Upstream, Normatividad, Diagramas de flujo, Resolución, Decreto.

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de actividades pertenecientes al sector upstream en la industria petrolera, existe una serie de normas técnicas legales vigentes que juegan un papel importante durante su respectiva ejecución; estas normas son emitidas previamente por organismos de control, cuya función es garantizar el desarrollo óptimo de cada una de las operaciones llevadas a cabo, con la finalidad de garantizar las buenas prácticas, velar por la integridad del personal involucrado y proyectar la industria petrolera hacia un mejoramiento continuo.

El presente trabajo investigativo se llevará a cabo con la finalidad de minimizar las diferentes problemáticas presentadas por el uso inadecuado de las normatividades emitidas por los agentes competentes del sector, siendo esto causa directa de la desinformación o desactualización referente a las normas por parte de las compañías involucradas en las actividades petroleras.

Con el fin de generar un impacto positivo en la industria petrolera colombiana, se debe recopilar las diferentes normas técnicas legales vigentes, referentes a las operaciones upstream y clasificarlas de acuerdo al área de operación; las diferentes tareas pertenecientes a las operaciones en mención están regidas por una serie de normas donde se estipulan parámetros de desarrollo de las mismas y son vigiladas por uno o varios entes de control.

LEGALPETROL, como se ha denominado a la herramienta digital, busca principalmente la manera adecuada de compilar normatividad perteneciente a la industria petrolera en Colombia, bien sea Leyes, Resoluciones, Decretos, Circulares, Comunicados, entre otros tipos de normatividades emitidas para regulación de aspectos dentro del desarrollo óptimo de operaciones petrolíferas.

Por esto sumado a el agrupamiento de la normatividad, se busca generar un proyecto innovador, complementando los aspectos normativos técnicos legales con la tecnología puesto que en la actualidad los avances tecnológicos se han convertido en una herramienta práctica brindando a la sociedad una ayuda para facilitar las actividades cotidianas que se llevan a cabo a diario; buscando en mayor medida que LEGALPETROL brinde un aporte a la industria petrolera, se genera una clasificación de la normatividad técnica legal según el área de operación, como lo pueden ser: exploración, explotación, pruebas, taponamiento y abandono, perforación, entre otras varias áreas de operación dentro de la industria, facilitando la búsqueda de la normatividad a emplear según la necesidad del usuario basado en la operación a desarrollar.

Además dentro de LEGALPETROL se podrá tener acceso a una serie de diagramas de flujo, los cuales facilitarán la comprensión del usuario frente a la normatividad que desea aplicar, esto con la finalidad de cuando se haga uso de la herramienta digital, se guíe e instruya al lector de manera efectiva sobre las obligaciones de ley

que debe tener en cuenta para el desarrollo de actividades upstream buscando así evitar multas, penalizaciones o sanciones que serán impuestas sobre las compañías involucradas en las actividades por fallas en la aplicación de las normas creadas por los organismos de control para la industria petrolera.

La finalidad de este proyecto mediante la creación de una herramienta digital (software) denominada LEGALPETROL es generar el acceso fácil y efectivo sobre la normatividad técnica legal vigente para la adecuada exploración y explotación de hidrocarburos en Colombia, asistido por herramientas que ayudarán al interesado a tener una mejor comprensión de dichas normas, a prevenir la adquisición de sanciones de tipo económico y legal que pudiesen afectar de manera leve o severa a una o varias compañías dedicadas a la ejecución de actividades upstream del sector hidrocarburífero, además de la disminución de tiempos en la búsqueda de la información técnica legal a emplear, para así garantizar el adecuado desarrollo de las operaciones, la integridad del personal de trabajo y la solvencia de los proyectos de las partes involucradas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Crear una herramienta digital que integre, guíe y compile todos los requerimientos técnicos para las actividades de exploración y explotación de yacimientos en Colombia, según normatividad técnica vigente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las distintas normas técnicas legales vigentes para operaciones upstream en Colombia.
2. Clasificar la normatividad técnica vigente en Colombia pertenecientes a las distintas áreas involucradas en operaciones de exploración y explotación.
3. Diseñar un software capaz de integrar la normatividad técnica vigente para la exploración y explotación de yacimientos en Colombia.
4. Suministrar información al software clasificada en las diferentes áreas de las operaciones upstream en Colombia.
5. Realizar pruebas de funcionalidad al software para una correcta operatividad.
6. Diseñar una guía para el manejo del software.
7. Implementar la herramienta digital para las operaciones upstream llevadas a cabo por ECOPEPETROL.

1. GENERALIDADES DE LAS NORMAS TÉCNICAS EN COLOMBIA

Las normas técnicas legales son creadas y emitidas con el fin de brindar un control a ciertas actividades o acciones que se llevan a cabo con frecuencia, o que requieren de un seguimiento para su adecuado desarrollo; por esto se es necesario tener claros y presentes los conceptos generales respecto a la normatividad técnica, incluyendo su historia, las respectivas definiciones de las diferentes normativas, la importancia de las normas y principalmente el impacto que generan las normas en la industria petrolera.

1.1 HISTORIA DE LAS NORMAS EN COLOMBIA

Las normas y leyes son un aspecto relevante que tiene origen en el siglo XVI durante la época de la colonia, donde se evidencia la necesidad de una organización y regulación de los aspectos más relevantes dentro de las comunidades frente al impacto que se generó en dicho momento por causa de la llegada de los españoles a tierras americanas.

Las normas principalmente buscaban en aquella época tener un control eficaz del comercio y así mismo la regulación de aspectos como la venta de licores, sal y tabaco, productos bastante anhelados en la época, y por los cuales en algunas ocasiones se generaban problemas entre las poblaciones.

Es a partir de 1810 donde históricamente las normas comienzan a adquirir fuerza e importancia en la llamada “La Nueva Granada”, pues para este momento la población empieza a generar una conciencia que trae consigo el tener un conjunto de leyes propias y no aquellas que eran emitidas por la burguesía; como causa de estos aspectos es que en aquella época se evidencia la aparición de ciertas instituciones que tenían como objetivo dictar y ejecutar las nuevas normas y leyes que se deberían aplicar sin excepción alguna, dividiendo el poder público en tres partes a las cuales se denominaron “ramas”.

La primera de estas partes se denominó como la “Rama ejecutiva” o Rama del poder público, la cual representa el gobierno y las partes que lo componen como: Gobernaciones, Alcaldías, Superintendencias, empresas industriales del estado, entre otras, cuya función u objetivo es ejercer las funciones del Estado, garantizando el cumplimiento de los derechos y deberes de todos los ciudadanos.

En segunda instancia se encuentra la “Rama legislativa”, en esta parte se encuentran los organismos que conforman el congreso de la república, tales como la Cámara de representantes y el Senado de la república. Las funciones del congreso de la República son vitales para el correcto control del país, entre las cuales se encuentran las funciones constituyentes, funciones legislativas, funciones judiciales, funciones administrativas, y demás funciones que tienen por objetivo velar por un desarrollo del país con un seguimiento y revisión de aspectos técnicos

y legales por parte de estos entes. Cada una de estas partes que conforman el congreso son constituidas por personas naturales elegidas mediante voto popular y los cuales tienen igualdad de poder y responsabilidad dentro de sus instituciones, con el fin de cumplir las funciones que les corresponda dentro de las cuales se encuentran: promulgación y modificación de leyes, reformatión de la constitución, realizar control político sobre las acciones del Gobierno y elegir a los altos funcionarios que pertenecen a la rama judicial, organismos de control y la organización electoral.

Por último se tiene la “Rama Judicial”, cuya función es administrar justicia en el país, también se encarga de velar por un adecuado cumplimiento de las leyes y normas en el país, así como castigar, multar o sancionar a los infractores de las mismas. La Rama Judicial está conformada por la Fiscalía general de la Nación, dos cortes y dos consejos nombrados así: Corte constitucional, Corte suprema de justicia, Consejo de estado y Consejo superior de la judicatura.¹

Desde el momento de su implementación y hasta ahora se siguen rigiendo las tres ramas en Colombia, buscando cumplir cada uno de los objetivos que corresponda con el fin de cumplir a cabalidad su función.

1.2 DEFINICIÓN DE NORMA

Las normas son reglas que se emiten hacia la población, con la finalidad de regular el comportamiento y actuar de un grupo de personas que conviven dentro de una comunidad. Estas reglas se pueden aplicar en distintos aspectos de la vida cotidiana, buscando mantener un equilibrio entre todas las personas que conviven entre sí con diferentes maneras de pensar y de actuar, pero con un objetivo en específico que sea controlar cualquier actividad que se desarrolle de manera cotidiana y en cualquier aspecto laboral.

Existe una clasificación de las normas que se diferencian de acuerdo a su aplicación, estas se pueden clasificar en:

1.2.1 Norma social. Este tipo de normatividad es aquel que referencia de manera directa a una sociedad y a su contexto, donde se aplican con el fin de impartir orden sobre las personas que generen una mala o inaceptable convivencia frente a las demás. Estas normas deben ser aplicadas por la población con el fin de mantener una convivencia óptima, pues al realizar una acción de manera correcta y controlada se obtendría un crecimiento en la población.

¹ PORRAS, Oswaldo. EL ESTADO Y SU ORGANIZACIÓN, Colombia. Febrero 2005. Disponible en internet: <<http://www.ceppia.com.co/Documentos-tematicos/ESTRUCTURA-DEL-ESTADO-COLOMBIANO/Estado-y-su-organizacion-DDT.pdf>>

1.2.2 Norma penal. Dentro del ámbito de las normas penales se caracterizan por ser conductas establecidas por un órgano de control, es decir, dentro de estas se catalogan los tipos de delitos y faltas a la ley, la cual genera una pena sobre aquel que irrumpa las normas establecidas sin ninguna objeción.

1.2.3 Norma jurídica. Dentro de estas normas se genera la reglamentación y legitimización de todos los tipos de delitos y conductas inadecuadas o que falten a las estipuladas por los organismos de control.

1.2.4 Norma lingüísticas. Normas que controlan el uso adecuado de la lengua, ortografía y la gramática.²

1.3 IMPORTANCIA DE LAS NORMAS

Las normas son la base del desarrollo de una o varias sociedades, con la cual se busca mantener el bienestar de la población en general y brindar un control en cualquier aspecto o proceso que se lleve a cabo. Las normas han existido en todas las culturas humanas desde la antigüedad, ya que son el pilar para un sano crecimiento de una sociedad.

Las normas además, son órdenes, mandatos, reglamentos y parámetros que tienen como objetivo regular las acciones individuales y grupales que se lleven a cabo, ayudando así a organizar y controlar el comportamiento de los individuos de una comunidad.

Existen normas exigibles como las normas jurídicas y las leyes, las cuales no se pueden incumplir, pues esto generaría una serie de sanciones o castigos impuestos al infractor. La ley impone sus mandatos, incluso en contra de la voluntad de los destinatarios; también se presentan los decretos los cuales poseen un contenido normativo reglamentario, por lo que su rango es jerárquicamente inferior a las leyes; por último se encuentran las resoluciones, las cuales sirven para reforzar las leyes teniendo en cuenta que se dictan para que se cumpla lo establecido en las leyes. Las resoluciones pueden ser más flexibles que las leyes.

En cualquier empresa, grupo, organización y demás, en los cuales participen varios individuos, es indispensable el establecimiento y cumplimiento de una normativa que contenga leyes, políticas y reglas que regulen los procesos y el desempeño de quienes los elaboran, con el fin de cumplir satisfactoriamente con las metas y los propósitos que tenga la organización. Es importante mencionar que muchas empresas que no cumplen con las normativas establecidas, se ven afectadas puesto que obtienen amonestaciones, castigos, sanciones y demás aspectos

² YANEZ,Deisy. Los 5 Tipos de Normas Principales, Colombia. Disponible en internet: <<http://www.lifeder.com/tipos-de-normas/>>

negativos que conllevan a una mala imagen y a una disminución en la rentabilidad de los proyectos.

1.4 IMPACTO DE LA NORMATIVIDAD EN EL SECTOR HIDROCARBURÍFERO EN COLOMBIA

La normatividad es de vital importancia en la industria, pues con un buen seguimiento y cumplimiento de esta se generan las labores con mayor calidad, mejor manejo de recursos, mayor seguridad y eficacia al momento de realizar las actividades petroleras. La normatividad posee un gran impacto en la industria petrolera en el sector upstream, pues esta es rigurosa y siempre está en constante actualización con el fin de dar a conocer todos los parámetros que se deben cumplir en la realización de cualquier actividad relacionada con el sector petrolero.

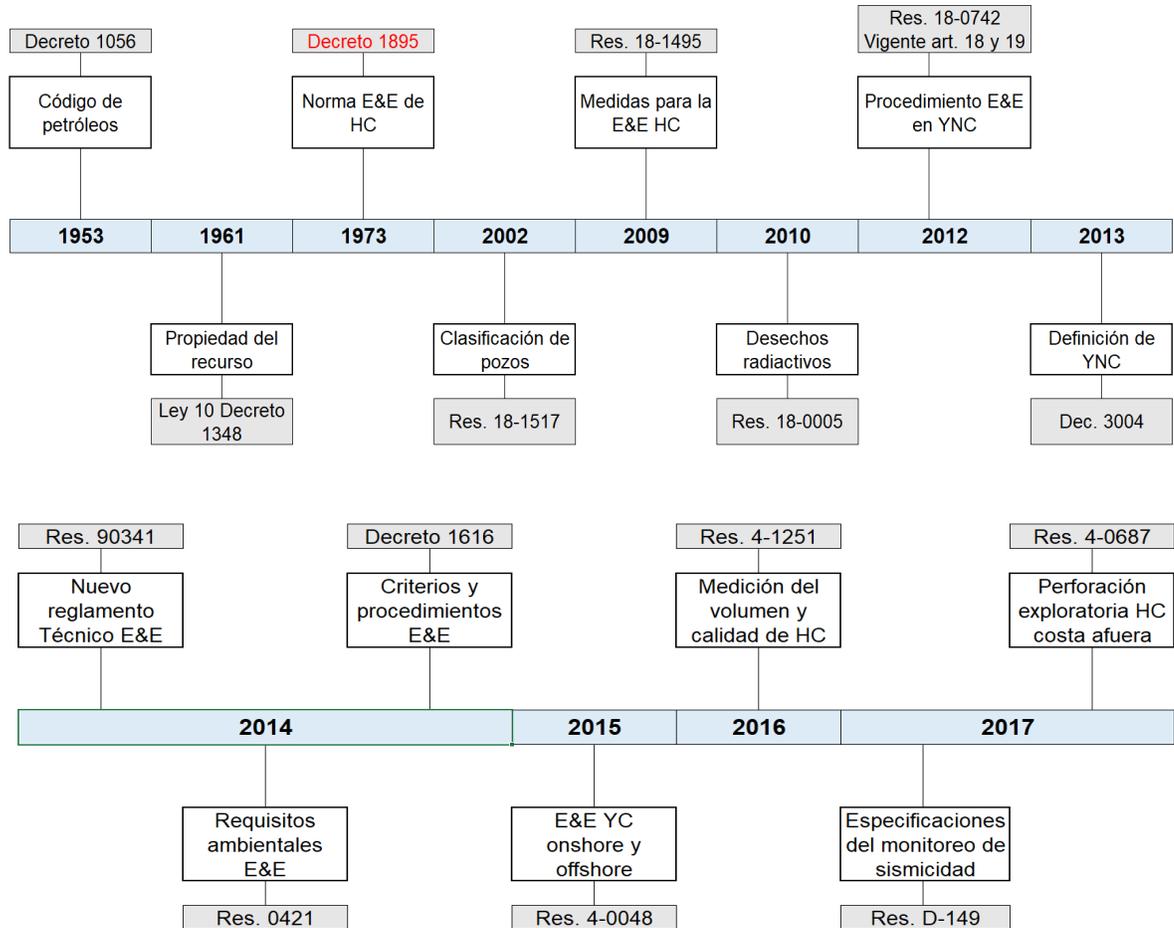
La industria petrolera se rige mediante una serie de normas, por lo cual es de vital importancia tener un control adecuado y un conocimiento sobre cada una de las normas que, con el tiempo, puee ser sometidas a modificaciones, actualizaciones o creación de nuevas para llevar a cabo una correcta ejecución en las actividades, bien sean de exploración o de explotación, de acuerdo con los requerimientos técnicos legales vigentes exigidos por los entes de control.

El incumplimiento de la normatividad, bien sea por desconocimiento de la misma o por negligencia por parte de las compañías podría acarrear consecuencias negativas como la imposición de sanciones por parte del ente fiscalizador en actividades correspondientes a operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos, y demás aspectos que afectan económicamente y generan una mala imagen a las compañías involucradas.

Por otro lado, el cumplimiento de la normatividad en el día a día de las actividades petroleras generaría beneficios en la industria como evitar los tiempos no productivos generados al suspender actividades, mejorar las interpretaciones de datos técnicos, contar con un seguimiento técnico adecuado, evitar las pérdidas económicas por multas o sanciones, entre otros beneficios con los cuales se busca obtener un mejoramiento continuo de la industria petrolera en Colombia.

1.4.1 Línea de tiempo del sector hidrocarburífero en Colombia. Mediante una línea de tiempo se busca sintetizar las principales normas técnicas legales referentes a la industria petrolera en Colombia, partiendo desde el origen de estas hasta la actualidad en el país.

Figura 1. Línea de tiempo expedición y fechas relevantes dentro de la normatividad técnica de la Industria Petrolera en Colombia.



Fuente: Elaboración propia.

- **Decreto 1056 de 1953.** “Por el cual se expide el Código de Petróleos, la codificación de las disposiciones legales y reglamentarias vigentes sobre petróleos”.³
- **Decreto 1348 de 1961.** “Por el cual se reglamenta la ley 10a. del 16 de marzo de 1961 (Por el cual se dictan disposiciones en el ramo de petróleos)”.⁴

³ _____, Ministerio de Minas y Energía. Decreto 1056 de 1953. Bogotá, Colombia. 20 de Abril de 1953. 47 p.

⁴ _____, Ministerio de Minas y Energía. Decreto 1348 de 1961. Bogotá, Colombia. 20 de Junio de 1961. 10 p.

- **Decreto 1895 de 1973.** “Por el cual se dictan normas sobre exploración y explotación de petróleos y gas”.⁵
- **Resolución 181517 de 2002.** “Por el cual se clasifican y definen los pozos exploratorios y de desarrollo de hidrocarburos”.⁶
- **Resolución 181495 de 2009.** “Por la cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos”.⁷
- **Resolución 180005 de 2010.** “Por el cual se adopta el Reglamento para la gestión de los desechos radiactivos en Colombia. Lo complementa la Resolución 90341 de 2014 y la Resolución 0421 de 2014 del MADS”.⁸
- **Resolución 180742 de 2012.** “Por el cual se establecen los procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”.⁹

Dentro de los procedimientos que se establecen en esta resolución se encuentra el fracking, también se aclaró que las actividades reglamentadas en la resolución estarían sujetas a las normas relativas al medio ambiente, protección de los recursos naturales, sujeción al trámite de licenciamiento ambiental, etc. Están vigentes solamente los artículos 18 y 19 de esta resolución.

- **Decreto 3004 de 2013.** “Por el cual se establecen los criterios y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”.¹⁰ Este Decreto amplió el contenido de la resolución 18-0742 de 2012, estableció la definición de yacimiento no convencional y ordenó el desarrollo de las normas técnicas y procedimientos en materia de fracking y yacimientos no convencionales.

⁵ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Decreto 1895 de 1973. Bogotá, Colombia. 15 de Septiembre de 1973. 31 p.

⁶ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Resolución 181517 de 2002. Bogotá, Colombia. 19 de Diciembre de 2002. 2 p.

⁷ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Resolución 181495 de 2009. Bogotá, Colombia. 2 de Septiembre de 2009. 22 p.

⁸ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Resolución 180005 de 2010. Bogotá, Colombia. 5 de Enero de 2010. 26 p.

⁹ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Resolución 180742 de 2012. Bogotá, Colombia. 16 de Mayo de 2012. 8 p.

¹⁰ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Decreto 3004 de 2013. Bogotá, Colombia. 26 de Diciembre de 2013. 3 p.

- **Resolución 90341 de 2014.** “Por el cual se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”¹¹, decretando que “Para perforar varios pozos, la compañía podrá adquirir una sola solicitud con un programa general, que no se permitirá una estimulación a menos de 1 Km de una falla”.

También estableció que se suspenderán actividades de inyección cuando se presenten fallas durante las pruebas de integridad, cuando en pozos inyectoras la presión del anular es más de 20%, o en los casos de un evento sísmico de magnitud 4 o más.

- **Resolución 421 de 2014.** “Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y se toman otras determinaciones”.¹²
- **Decreto 1616 de 2014.** “Por el cual se establecen los criterios y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales continentales y costa afuera”.¹³
- **Resolución 40048 de 2015.** “Por la cual se establecen medidas en material de exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales continentales y costa afuera”.¹⁴
- **Resolución 41251 de 2016.** “Por la cual se reglamenta la medición del volumen y la determinación de la calidad de hidrocarburos producidos en el país para la adecuada liquidación de las regalías y contraprestaciones económicas en favor del estado”.¹⁵

¹¹ _____. Ministerio de Minas y Energía. Resolución 90341 de 2014. Bogotá, Colombia. 27 de Marzo de 2014. 18 p.

¹² _____. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 421 de 2014. Bogotá, Colombia. 7 de Julio de 2014. 3 p.

¹³ _____. Ministerio de Minas y Energía. Decreto 1616 de 2014. Bogotá, Colombia. 28 de agosto de 2014. 3 p.

¹⁴ _____. Ministerio de Minas y Energía. Resolución 40048 de 2015. Bogotá, Colombia. 16 de Enero de 2015. 18 p.

¹⁵ _____. Ministerio de Minas y Energía. Resolución 41251 de 2016. Bogotá, Colombia. 23 de Diciembre de 2016. 24 p.

- **Resolución D-149 de 2017.** “Por el cual se determinan las especificaciones del monitoreo de sismicidad cerca de los pozos de exploración y/o producción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”.¹⁶
- **Resolución 40687 de 2017.** “Por la cual se establecen los criterios técnicos para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos costa afuera en Colombia”.¹⁷

¹⁶ _____, Ministerio de Minas y Energía. Resolución D-149 de 2017. Bogotá, Colombia. 31 de Marzo de 2017. 20 p.

¹⁷ _____, Ministerio de Minas y Energía. Resolución 40687 de 2017. Bogotá, Colombia. 18 de Julio de 2017. 18 p.

2. CLASIFICACIÓN DE LA NORMATIVIDAD TÉCNICA

La normatividad técnica dentro de la industria petrolera está dada con la finalidad de fiscalizar cada una de las operaciones desarrolladas dentro de esta gran industria, dentro de un marco legal y en el cual no se generen problemáticas que afecten a los involucrados en dichas operaciones, bien sea personas o comunidades aledañas a zonas en las cuales se desarrollen actividades petrolíferas y buscando de igual manera preservar en la mayor medida el medio ambiente.

2.1 LEYES

Una Ley es una regla o norma a seguir, la cual tiene poder jurídico sobre una comunidad y es emitida por una autoridad competente encargada de dicho fin. Estas reglas regulan todo aquello relacionado al estilo de vida o actividades que una población en específico pueda llevar a cabo, con la finalidad de mantener un adecuado y armónico desarrollo de la comunidad sin vulnerar los principios, derechos individuales y derechos colectivos de las personas que componen la misma.

Dentro de la industria petrolera también se encuentran leyes que cumplen el papel de regular el desarrollo adecuado de las operaciones que se llevan a cabo según las necesidades a solucionar, buscando así preservar la integridad física del personal involucrado en estas actividades y del mismo subsuelo.

2.2 DECRETOS

Un decreto es la decisión que toma una autoridad en el ámbito del desarrollo de una actividad de interés, el cual posee en lo general la inclusión de normatividad con el fin de garantizar que los parámetros estipulados en este se cumplan a cabalidad.

En el sector hidrocarburífero también se hace uso de decretos expedidos con el fin de garantizar el adecuado desarrollo de actividades específicas y de reglamentar las leyes bajo las cuales se tienen que regir cada una de las operaciones en la industria petrolera.

El Ministerio de Minas y Energía expide el 28 de Agosto de 2014 el Decreto 1616 dentro del cual se establecen criterios y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales continentales y costa afuera en Colombia, con el fin de que los procesos que se lleven a cabo dentro de este ámbito se realicen bajo las condiciones de operación óptimas y sin faltar a ninguna normativa, ya sea operativa o de tipo ambiental.¹⁸

¹⁸ Ministerio de Minas y Energía, Decreto empleado para el desarrollo de actividades upstream en Colombia. Bogotá, Colombia.

2.3 RESOLUCIONES

Una Resolución hace referencia a las medidas que aún no se convierten en leyes, siendo así un dictamen o condición emitida por un ente de control en la cual se busca especificar y determinar la solución de una circunstancia o situación en específico.

Las resoluciones dentro del sector hidrocarburífero son expedidas con la finalidad de realizar operaciones en específico de manera adecuada para con esto evitar perjuicios tanto a los operadores dentro de las actividades desarrolladas como al medio ambiente, dentro de las resoluciones a tratar encontramos la Resolución 18 1495 del 2 de Septiembre de 2009 expedida por el Ministerio de Minas y Energía “Por el cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos en Colombia” (MME, 2009 p.1), Resolución 18 0742 del 16 de Mayo de 2012 expedida por el Ministerio de Minas y Energía dentro de la cual se establecen los procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales en Colombia (Vigentes solo artículos 18 y 19), Resolución 9 0341 del 27 de Marzo de 2014 expedida por el Ministerio de Minas y Energía en la cual se establecen los requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales en Colombia, Resolución 40048 del 16 de Enero de 2015 expedida por el Ministerio de Minas y Energía por la cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales continentales y costa fuera en Colombia, Resolución 4 1251 del 23 de Diciembre de 2016 expedida por el Ministerio de Minas y Energía dentro de la cual se reglamenta la medición del volumen y la determinación de la calidad de los hidrocarburos producidos en Colombia para la adecuada liquidación de las regalías y contraprestaciones económicas a favor del Estado, Resolución D – 149 del 31 de Marzo de 2017 expedida por el Servicio Geológico Colombiano por la cual se determinan las especificaciones del monitoreo de sismicidad cerca de los pozos de exploración y/o producción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales en Colombia y la Resolución 4 0687 del 18 de Julio de 2017 en la cual se establecen los criterios técnicos para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos costa afuera en Colombia.¹⁹

2.4 DEFINICIÓN DE ACTIVIDAD UPSTREAM

Las actividades upstream también denominadas como operaciones de exploración y producción (E&P), incluye el desarrollo de todas aquellas operaciones donde se realicen tareas de búsqueda de yacimientos potenciales de petróleo y de gas natural, tanto a nivel subterráneo como a nivel submarino, la perforación de pozos

¹⁹ Ministerio de Minas y Energía, Resoluciones empleadas para el desarrollo de actividades upstream en Colombia. Bogotá, Colombia.

exploratorios y posteriormente la perforación y explotación de los pozos que presenten un potencial de hidrocarburos rentable.

2.4.1 Definición exploración. La exploración petrolera es la actividad en la cual se da búsqueda a la presencia de petróleo crudo y gas natural bien sea a nivel onshore u offshore según sea el caso, para cuyo fin se emplean diferentes métodos.

Dentro de dichos métodos podemos encontrar la exploración sísmica, en la cual se llevan a cabo todos aquellos procesos que mediante ondas de energía se busca atravesar capas de roca, los cuales se regresan hasta la superficie y llegan a un conjunto de equipos especiales denominados geófonos, estos últimos encargados de recibir toda la información y transmitirla a una computadora para luego ser interpretados mediante el resultado final, el cual consta de una imagen representativa de las capas que se encuentran bajo la tierra; por otra parte también se emplea el método de perforación exploratoria, la cual consiste en la perforación de pozos, cuya finalidad es acceder hasta la capa de roca donde presuntamente puede existir acumulación de petróleo y gas, todo esto posterior al estudio y análisis del resultado de un estudio sísmico.

2.4.2 Definición explotación. La explotación o producción de hidrocarburos es un proceso mediante el cual se extraen petróleo y gas natural desde la capa de roca donde probablemente exista la acumulación de estos hidrocarburos y llevarlos posteriormente hasta superficie.

Con el fin de extraer los hidrocarburos se hace uso de dos mecanismos, el primero de estos es mediante el flujo natural de los fluidos presentes en el yacimiento o en segunda medida empleando sistemas de levantamiento artificial los cuales buscan generar una energía adicional sobre el yacimiento para con esto ayudar a los fluidos a llegar hasta superficie.²⁰

2.5 CLASIFICACIÓN DE LA NORMATIVIDAD SEGÚN SU ÁREA DE OPERACIÓN

La normatividad técnica en la industria petrolera está establecida según actividades en específico a desarrollar, para las actividades de exploración y explotación de yacimientos en Colombia existen una serie de normas que regulan el adecuado desarrollo de cada una de las tareas desarrolladas dentro de estas actividades.

Dentro de esta normatividad se encuentran Leyes, Decretos y Resoluciones emitidos con la finalidad de establecer los parámetros óptimos de operación con el fin de mantener la integridad de los aspectos que se manejan dentro del desarrollo

²⁰ _____ .OSINERGMIN. [Consultado el 12 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<http://www.osinerg.gov.pe/newweb/pages/GFH/1643.htm>>.

de dichas operaciones bien sea preservar la integridad del subsuelo, la seguridad del personal involucrado, entre otros.

Buscando brindar al usuario una mayor comprensión de la normatividad, se pretende generar una clasificación de la normativa proveniente de leyes, decretos y resoluciones, respecto a cada tipo de operación upstream a desarrollar, o aquellas operaciones sobre las cuales se desee tener conocimiento pertenecientes a la industria petrolera; teniendo en cuenta que las normas técnicas legales se ven sometidas a continuas actualizaciones, con esta clasificación de normas se especificarán aquellos artículos que actualmente se encuentran en vigencia y cuales han sido derogados o modificados por los organismos de control.

2.5.1 Resolución 181495 del 2009. “Por la cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos”.²¹ La resolución 40048 de 2015 modifica esta resolución en el artículo 6 “Definición y siglas”, el artículo 13 “Verificaciones”, el artículo 26 “Toma de registros eléctricos”, el artículo 27 “ Prueba inicial”, el artículo 30 “Condiciones para el taponamiento y abandono”, el artículo 32 “Suspensión temporal de pozos perforados o terminados” el artículo 41 “Requerimientos para la medición”, el artículo 43 “Clasificación de los yacimientos y pozos”, el artículo 60 “Informes sobre actividades de producción” y el artículo 64 “Sanciones” (modificado por la ley 1753 del 2015).

2.5.1.1 Exploración. Esta sección incluye las actividades exploratorias, los informes respectivos para estas actividades, que se requieren presentar al Ministerio de Minas y Energía; además incluye los aspectos de seguridad enfocados en las buenas prácticas de la industria con el fin de generar planes de contingencia.

Esta sección se conforma desde el artículo 7 hasta el artículo 11 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo A** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.1.2 Perforación. Esta sección incluye los requisitos que se tienen al realizar actividades de perforación de pozos de yacimientos convencionales en Colombia.

Está conformada por un intervalo de artículos comprendido desde el artículo 12 hasta el artículo 35 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía.

➤ **Actividades de perforación.** Esta sección incluye el permiso de perforar (Forma 4CR) exigida por parte del Ministerio de Minas y Energía, incluye además las verificaciones llevadas a cabo por el ente encargado, posterior a esto hace mención

²¹ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Resolución 181495. Bogotá, Colombia. 02 de Septiembre de 2009. 22 p.

a los aspectos de suspensión y revocación del permiso de perforar, el cual se puede dar en el caso de que el Ministerio de Minas y Energía lo considera necesario, también incluye una serie de parámetros de “Prohibiciones” en la cual se especifican las restricciones que tiene una compañía al momento de perforar un pozo, por otra parte incluye en esta sección el programa de perforación y los informes que deben enviarse al Ministerio de Minas y Energía, en el cual se incluye el reporte de ingeniería, reporte de geología y los registros de evaluación de formaciones.

Esta sección de actividades de perforación se conforma desde el artículo 12 hasta el artículo 17 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo B** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

➤ **Terminación de pozos.** En esta sección se incluye el programa de Terminación Oficial, en el cual debe enviarse las respectivas formas requeridas por parte del Ministerio de Minas y Energía, también se comunica el tiempo en que deben enviarse estos documentos, también se expresa parámetros requeridos para cambiar la terminación de un pozo, indica la forma requerida para realizar una terminación múltiple, expresa las restricciones que se tiene acerca de las tuberías de revestimiento usadas en la perforación de pozo y la respectiva seguridad al manipular revestimiento y tuberías de producción. En el mismo documento también se expresan demás parámetros como las tuberías de revestimiento de superficie en presencia de acuíferos, la terminación de pozo en hueco abierto, pozo de reemplazo, toma de registros eléctricos, pruebas iniciales, análisis fisicoquímicos y las muestras de corazones en pozos exploratorios de avanzada o en los pozos iniciales del yacimiento.

Esta sección que trata acerca de la terminación de pozos se conforma desde el artículo 18 hasta el artículo 29 de la Resolución 18-1495 de 2009 emitida el 2 de septiembre por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo C** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

➤ **Taponamiento y abandono de pozos.** Esta sección es muy importante en la industria pues son ciertos requisitos establecidos por los entes de control con el fin de que las compañías generen una correcta y adecuada finalización en los pozos, con las mejores disposiciones finales.

En primer lugar el documento describe las condiciones para el taponamiento y abandono que deben seguirse en los pozos inactivos, también incluye la suspensión de pozos en perforación, en la cual se debe solicitar autorización al Ministerio de Minas y Energía con su respectivo tiempo y forma para la solicitud, después de estos parámetros se incluye una sección que trata de permisos de Abandono de Pozos Oficialmente Terminados, la utilización de acuíferos con sus respectivas condiciones de terminación y por último se especifica la reglamentación del taponamiento emitido por el Ministerio de Minas y Energía.

Esta sección de taponamiento y abandono de pozos se conforma desde el artículo 30 hasta el artículo 35 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo D** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.1.3 Pruebas extensas. En esta sección se tratan los parámetros establecidos para realizar pruebas extensas por parte de las compañías, en la cual se indican los informes que deben entregarse al Ministerio de Minas y Energía mediante la forma 6CR que es el “Informe de Terminación Oficial”, para lograr obtener la autorización de las respectivas pruebas extensas que se requieran realizar.

También incluye los requisitos respecto a las facilidades de producción, las cuales al ser instaladas deben seguir y cumplir las normas técnicas nacionales o internacionales en la materia, y aparte de lo anteriormente mencionado se incluye que debe presentarse un programa de pruebas y un mapa del área del yacimiento siguiendo y cumpliendo el Decreto 3229 de 2003 o las normas que lo modifiquen o sustituyan. Por otro lado también se especifican las fechas con las que se cuenta para entregar estos resultados.

Esta sección que trata acerca de las Pruebas extensas se conforma únicamente por el artículo 36 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo E** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.1.4 Explotación. En esta sección se incluye varios parámetros para la realización de esta operación, entre los cuales se encuentra el inicio de explotación, la producción y la medición Oficial de la producción desarrollada por una compañía en los pozos perforados en yacimientos convencionales y no convencionales en Colombia.

Esta sección que trata de parámetros para la explotación se conforma desde el artículo 37 hasta el artículo 41 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo F** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

➤ **Inicio de explotación.** En esta sección se especifican las obligaciones que tiene el contratista para iniciar la explotación, entre las cuales está presentar el diseño de las facilidades de producción y obtener la respectiva aprobación por parte del ente de control que en este caso sería el Ministerio de Minas y Energía.

También se incluyen los análisis de riesgo operacional, la licencia global ambiental y copia de las autorizaciones o aprobaciones correspondientes, y demás requerimientos especificados en esta sección con el fin de que el contratista obtenga su permiso para explotar los recursos naturales provenientes del subsuelo.

Esta sección que comprende el inicio de explotación se conforma únicamente por el artículo 37 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía.

➤ **Producción.** En esta sección se incluyen varios parámetros que deben llevarse a cabo después de obtener los permisos para iniciar la explotación, entre estos primero se habla de los requerimientos para la producción, en la cual se especifica que los equipos de control, las facilidades, el tratamiento y el almacenamiento de los hidrocarburos, los diques para la contención de derrames, las distancias mínimas para la instalación de tanques y demás aspectos asociados a la producción de un pozo, serán reglamentados por el Ministerio de Minas y Energía.

Después de los requerimientos se informa acerca de las pruebas de pozo que deben llevarse a cabo como mínimo una vez al mes con una duración de seis horas, y se especifican las formas que deben entregarse al MME, las cuales son las formas 16 “Informe mensual sobre ensayos de potencial de pozos de petróleo” y la forma 25CR “Prueba de pozo de gas”. También se incluyen los trabajos posteriores a la Terminación, en el cual se mencionan trabajos de estimulación, reparaciones, sistemas de levantamiento artificial y demás operaciones con su respectivo permiso al MME mediante la forma 7CR “Permiso para trabajos posteriores a la terminación Oficial”, con su respectivo tiempo requerido para enviar los formatos y se indica que después de quince (15) días de terminado el trabajo debe informarse al MME acerca de los resultados obtenidos, mediante la forma 10CR “Informe sobre trabajos posteriores a la terminación oficial”.

En esta sección se incluyen otros parámetros y está conformada desde el artículo 38 hasta el artículo 40 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía.

➤ **Medición oficial.** Un parámetro importante en la producción de un pozo es su medición oficial, para medir los factores de recobro, la producción de petróleo y demás parámetros que son importantes para determinar la rentabilidad de un proyecto de explotación.

Como requerimientos para llevar a cabo esta medición se tiene que los equipos de medición, la obligación de preservar la integridad, la periodicidad con la cual deben calibrarse estos equipos, las certificaciones que son necesarias para llevar a cabo la medición y los demás requerimientos que sean necesarios para realizar esta actividad necesaria en los proyectos económicos, deberá ser reglamentados por el Ministerio de Minas y Energía.

Esta sección que trata de medición oficial que debe llevarse a cabo en la fase de explotación, se compone únicamente por el artículo 41 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía.

2.5.1.5 Control de yacimientos. En esta sección se especifican todos los parámetros de control para los yacimientos de petróleo y gas, los cuales deben explotarse individualmente con un adecuado plan de desarrollo especificado en el contrato. También se indica la clasificación de los yacimientos y pozos que es determinada por el Ministerio de Minas y Energía, se indican parámetros de tasa de producción, pruebas de presión de yacimiento que deben realizarse cada seis (6) meses y que son controladas por el MME.

Por otro lado se incluyen parámetros de mantenimiento de presión en el cual se incluyen los ensayos, pilotos o proyectos de mantenimiento de presión por inyección de fluidos y sus respectivas modificaciones; se incluye el Plan Unificado de Explotación que se realiza con el fin de lograr la mayor eficiencia en la explotación de uno o varios yacimientos cuando se genera una superposición entre varias entidades territoriales, en este plan se incluye la Producción Unificada de Campos que tiene como objetivo optimizar la producción de dos o más campos y el control lo realiza el MME.

También se incluye el control que se llevará a cabo en el momento de suspensión o abandono de proyectos de recuperación, los proyectos de disposición del agua de producción con sus respectivas formas, se indica también la prohibición de quema de gas y desperdicio y se indica que se considera como desperdicio.

Esta sección que especifica parámetros técnicos en el control de yacimientos convencionales se compone desde el artículo 42 hasta el artículo 53 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo G** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.1.6 Desmantelamiento de construcciones e instalaciones. En esta sección se especifican en dos artículos ciertos parámetros técnicos requeridos para el desmantelamiento de construcciones e instalaciones, entre los cuales se indican los ajustes al programa de abandono, en el cual para realizar las modificaciones se presenta el formato a la Agencia Nacional de Hidrocarburos o a Ecopetrol S.A para efectos contractuales y el Ministerio de Minas y Energía se basará en dicho programa.

También se informa que para el desmantelamiento de facilidades, el desmantelamiento de equipos y el desmantelamiento de las instalaciones se requerirán permisos previos por parte del Ministerio de Minas y Energía que actúa como ente de control en estos parámetros.

Esta sección que informa acerca del desmantelamiento de construcciones e instalaciones se encuentra conformado desde el artículo 54 hasta el artículo 55 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas

y Energía. En el **Anexo H** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.1.7 Informes. La Resolución 181495 especifica en el Título VIII, los informes necesarios para la aprobación de cualquier actividad en las actividades upstream llevadas a cabo en los yacimientos convencionales continentales de Colombia, entre los cuales encontramos los informes anuales, los informes mensuales y otros informes que se especifican uno a uno después de esta breve descripción.

Esta sección que nos informa de todos los informes requeridos para llevar a cabo los procesos de perforación y de explotación en Colombia, se conforma desde el artículo 56 hasta el artículo 63 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo I** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

➤ **Informes anuales.** En esta sección se describen los distintos informes, estudios y análisis de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos en Colombia, estos informes deben presentarse al Ministerio de Minas y Energía cumpliendo con lo establecido en el “Manual de suministro de información técnica y geológica a la Agencia Nacional de Hidrocarburos”.

Después de lo anteriormente mencionado se especifican tres parámetros más, el primero es de los informes anuales, en el cual se indica que antes del primero (1) de marzo de cada año y con corte al 31 de diciembre del año anterior se debe presentar los informes requeridos por el Ministerio de Minas y Energía incluyendo el objetivo, los documentos, las fuentes utilizadas y el periodo que comprende al referirse a las actividades de exploración y explotación; el segundo parámetro habla de los estudios de simulación, para los cuales el Ministerio de Minas y Energía podrá exigir la realización de estos estudios y sus respectivas actualizaciones cumpliendo con ciertos parámetros exigidos; por último, en el tercer parámetro se informa acerca del contenido requerido para el estudio de simulación, entre la información requerida se incluye el alcance, objetivos y limitaciones del estudio, el software utilizado, propiedades de la roca, entre otros.

Esta sección que trata de los informes anuales requeridos y exigidos por los respectivos entes de control se conforma desde el artículo 56 hasta el artículo 59 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía.

➤ **Informes mensuales.** Los informes mensuales requeridos para procesos de exploración y explotación se encuentran establecidos en la Resolución 181495, en el capítulo II de Título VIII de dicha resolución, y esta parte se divide en dos artículos en los cuales se indica acerca de los informes sobre actividades de producción, los cuales deben remitirse al Ministerio de Minas y Energía durante los primeros siete

(7) días de cada mes, y debe incluirse la información requerida diligenciando las respectivas formas que sean requeridos. Estas formas se dividen en:

- Forma 9CR “Informe Mensual de Producción de pozos de petróleo y gas”.
- Forma 15ACR “Informe mensual de inyección de vapor y producción adicional de petróleo”.
- Forma 16CR “Informe Mensual sobre Ensayos de Potencial de Pozos de Petróleo”.
- Forma 17CR “Informe Mensual sobre Producción de Pozos de Gas”.
- Forma 20CR “Informe Mensual sobre Inyección de Agua y Producción (Recuperación Secundaria)”.
- Forma 21CR “Informe Mensual sobre Mantenimiento de Presión (Inyección de Gas)”.
- Forma 30CR “Informe Mensual sobre Producción y Movimiento de Petróleo”.

Las formas anteriormente mencionadas son necesarias y requeridas por el Ministerio de Minas y Energía para la realización de actividades de producción, además se deben anexar los siguientes cuadros:

- Cuadro 1A. “Medición oficial de la producción mensual y gravedad específica ponderada del petróleo.
- Cuadro 4. “Resumen Mensual Sobre Producción y Movimiento de Petróleo”.
- Cuadro 7. “Producción por zonas y estados de los pozos terminados oficialmente”.

Estas formas y cuadros deben anexarse según el Ministerio de Minas y Energía lo requiera, y su aprobación se especifica en el artículo 60 de dicha resolución. Por otra parte se habla del contenido de las formas, el cual al igual que las fechas y el suministro de esta información lo determinará el Ministerio de Minas y Energía cuando lo considere apropiado.

Esta sección que trata de informes mensuales requeridos y exigidos por los entes de control, se conforma desde el artículo 60 hasta el artículo 61 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía.

➤ **Otros informes.** En esta sección se indican los informes requeridos para estudios geológicos, geofísicos o de ingeniería, los cuales deben ser suministrados al Ministerio de Minas y Energía siguiendo los pasos o los requerimientos que se establecen en el artículo 56 de la Resolución 181495. También se informa acerca de la información suministrada con anterioridad.

Esta sección de otros informes se conforma desde el artículo 62 hasta el artículo 63 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía.

2.5.1.8 Sanciones. Las sanciones se encuentran establecidas en el art 64 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo J** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.1.9 Otras disposiciones. En esta sección se informa acerca de otros parámetros como las obligaciones de conservar la información técnica acumulada, la presentación de los informes digitales. El carácter obligatorio de las medidas ordenadas por el Ministerio de Minas y Energía, las actuaciones administrativas, las solicitudes de trámite y la entrega de información de otras disposiciones.

Esta sección de otras disposiciones se conforma desde el artículo 65 hasta el artículo 72 de la Resolución 181495 emitida el 2 de septiembre de 2009 por el Ministerio de Minas y Energía. En el **Anexo J** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.2 Resolución 180742 de 2012. “Por la cual se establecen los procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”.²² En esta resolución solo se mantienen vigentes en la actualidad el artículo 18 y el artículo 19, los demás fueron derogados.

Esta resolución tiene como objeto indicar el procedimiento para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales, con el fin de realizar buenas prácticas en la industria petrolera de Colombia. La mayoría de sus artículos se encuentran actualmente derogados y los que se encuentran en vigencia son el artículo 18 y el artículo 19, los cuales serán brevemente explicados a continuación. En el **Anexo K** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.2.1 Artículo 18 (Acuerdos Operacionales). Primeramente encontramos el artículo 18 el cual trata acerca de los acuerdos operacionales, en el cual se especifica que para cualquier trabajo en donde se realice exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales y no convencionales y que además se cuente con una superposición parcial o total de la actividad petrolera o minera, se deben realizar una serie de pasos con el fin de llegar a un acuerdo con el titular, siguiendo y llenando una serie de requisitos para diligenciar el siguiente trámite:

- Primero debe presentarse a la persona natural o jurídica adjudicataria del respectivo título y/o contrato, una notificación en la cual se indique la importancia de ocupar dichos terrenos para las actividades upstream de los recursos naturales.

²² _____ . Ministerio de Minas y Energía. Resolución 180742. Bogotá, Colombia. 16 de Mayo de 2012. 8 p.

- Como segunda medida se debe suministrar un acuerdo con la persona natural o jurídica adjudicataria del título y/o contrato existente para instaurar un cronograma de reuniones para desplegar un plan de trabajo en la exploración de los respectivos yacimientos no convencionales
- El tercer paso es iniciar el ciclo de negociación entre las partes, con la intención de estipular las condiciones para realizar las operaciones. El tiempo máximo para el desarrollo de esta etapa será de ciento ochenta (180) días calendario.
- Por último si no se ha llegado a un acuerdo el Ministerio de Minas y Energía realizará una serie de pasos establecidos en el artículo 18 de dicha resolución para llegar a un acuerdo entre las partes y lograr llevar a cabo las actividades de exploración y explotación de la mejor manera posible.

2.5.2.2 Artículo 19 (Intervención del Ministerio). Si no se llegase a un acuerdo sobre las condiciones para la coexistencia de las operaciones hidrocarburíferas y mineras, el Ministerio de Minas y Energía o a quien este delegue deberá escoger un experto con experiencia relevante con el fin de que el delegado, dentro de un plazo máximo de seis (6) meses, haga entrega de una memoria técnica que contenga los estudios, argumentos y conceptos emitidos, con la mejor opción para la optimización de los recurso naturales a explotar y cumpliendo con los acuerdos que se establecen por parte de las partes en este artículo.

2.5.3 Resolución 90341 de 2014. “Por el cual se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”.²³ En esta Resolución todos los artículos están vigentes y es la base para la realización de actividades upstream en yacimientos no convencionales en Colombia. En el Anexo L es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.3.1 Exploración y explotación de yacimientos no convencionales. Con el fin de describir el procedimiento técnico que se debe realizar para llevar a cabo una actividad de exploración y explotación de yacimientos no convencionales, se describe una serie de requisitos, entre los cuales están el sistema de coordenadas, el programa global de perforación, el cual requiere de la forma 4CR “Permiso para perforar”, también se incluye la prueba inicia de producción en yacimientos no convencionales, la cual debe ser enviada al Ministerio de Minas y Energía. Por otra parte se especifican los pasos que deben llevarse a cabo para llevar a cabo pruebas piloto con sus respectivos tiempos de aprobación, los registros y muestreo para pozos exploratorios en yacimientos no convencionales, para los cuales deben tomarse una serie de registros en la sección vertical y horizontal establecidos en el artículo 9 de dicha resolución; también se especifican los registros y muestreos para

²³ _____, Ministerio de Minas y Energía. Resolución 90341. Bogotá, Colombia. 27 de Marzo de 2014. 18 p.

pozos estratigráficos en yacimientos no convencionales en el cual se exigen la toma de núcleos, los registros de los fluidos y gases contenidos en la secuela y la toma de ciertos registros establecidos en el artículo 10.

Por otra parte se especifican los requerimientos para los procesos de cementación de pozos exploratorios y de desarrollo, para esto se subdividen los requerimientos en tres partes, primero están los requerimientos para revestimiento conductor y superficial, luego los requerimientos para el revestimiento intermedio y por último los requerimientos para el revestimiento productor, todos estos parámetros se encuentran establecidos en el artículo 11 de la presente Resolución.

Así como se especifican los requerimientos para los procesos de cementación, no se puede dejar de lado un aspecto muy importante en el desarrollo de los procesos de exploración y explotación de yacimientos no convencionales, y este aspecto es que el proceso de estimulación hidráulica es necesario para el desarrollo de estas actividades. Siendo esto claro, en el artículo 12 de la Resolución 90341 de 2014 se especifican los requerimientos necesarios para la realización de las operaciones de estimulación hidráulica en Colombia.

Después de estos parámetros ya mencionados, se describe el proceso de monitoreo que se debe realizar en los yacimientos no convencionales, luego se habla de la suspensión de actividades de estimulación hidráulica, basada en ciertos sucesos que puedan surgir en el transcurso de la operación y que se encuentran descritos en el artículo 14. Seguidamente se especifican los requerimientos para pozos inyectoros de fluido de retorno y agua de producción para lo cual se deberá cumplir con una serie de parámetros como lo son los requerimientos de información geológica, los requerimientos de construcción, los límites de operación, el monitoreo y por último los requerimientos adicionales para pozos a convertir como inyectoros, todos estos requerimientos se encuentran descritos en el artículo 15.

En la parte final de la Resolución 90341 de 2014 se tiene el artículo 16 que trata acerca de la suspensión de actividades de inyección, en la cual se especifica el motivo para detener las operaciones debido a varios parámetros establecidos allí. También se menciona la sección de inspecciones que se llevan a cabo por parte del Ministerio de Minas y Energía o quien haga sus veces en materia de fiscalización de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, el operador debe notificarle al ente de control una serie de parámetros requeridos para los pozos de exploración y producción por un lado y por otro para pozos inyectoros establecidos en el artículo 17 de la presente Resolución.

Por último se especifican parámetros de almacenamiento y disposición de material radiactivo de origen natural (NORM) presente en cortes, sólidos, tubería, fluido de retorno o agua de producción durante la exploración y explotación de yacimientos no convencionales en Colombia.

Esta Resolución 90341 de 2014 es emitida por el Ministerio de Minas y energía el 27 de marzo del 2014 y rige a partir de la fecha de publicación derogando la Resolución 18 0742 de 2012 excepto en los artículos 18 y 19.

2.5.4 Resolución 41251 de 2016. “Reglamentación de la medición del volumen y la determinación de la calidad de los hidrocarburos producidos en el país para la adecuada liquidación de las regalías y contraprestaciones económicas a favor del Estado”.²⁴ Esta Resolución surge con el fin de instaurar las obligaciones mínimas que deben cumplirse para la medición del volumen y la determinación de la calidad de los hidrocarburos, además de lo anteriormente mencionado.

En esta resolución se especifica primeramente las obligaciones generales de los operadores como lo es adoptar las mejores prácticas, contar con un sistema de medición, tener los equipos e instrumentos necesarios, diseñar un plan para un óptimo mantenimiento y demás parámetros de obligaciones generales establecidos en el artículo 4 de esta resolución; por otra parte, se especifica la medición del volumen de los hidrocarburos con los respectivos requerimientos para la medición estática y para la medición dinámica que se mencionan más adelante de dicha Resolución.

Para la determinación de la calidad de los hidrocarburos líquidos, el operador debe contar con un laboratorio que cumpla con los requisitos técnicos de la norma ISO 17025 y brindar con una serie de elementos establecidos en el artículo 6; por otro lado, se especifica la determinación de la calidad de los hidrocarburos gaseosos y para esto se debe establecer la densidad, la composición y el poder calorífico, se debe realizar la cromatografía mensualmente y se debe cumplir con demás parámetros establecidos en el artículo 7.

Un parámetro muy importante definido en el artículo 8 es la calidad de los hidrocarburos líquidos en el punto de medición oficial y para esto se debe determinar la gravedad API, el contenido de agua y sedimentos (BSW), el contenido de sal y el contenido de azufre. Es importante definir que el BSW permitido debe ser máximo del 0.5% en volumen y el contenido de sal debe ser menor o igual a 20 libras por cada mil barriles (PTB). Para el sistema de mediciones compartidas, cada corriente proveniente de cada una de las facilidades de diferentes campos, debe ser medida antes de entrar a la facilidad. De acuerdo a los requisitos para el reporte de la producción, se tienen en cuenta un parámetro muy importante que es el de las cifras significativas y la conversión a sistema métrico, aplicables a volúmenes calculados con los modelos, en el cual se especifica los resultados obtenidos y los pasos que deben realizarse para lograr las conversiones aplicables a las diferentes correlaciones.

²⁴ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Resolución 41251 de 2016. Bogotá, Colombia. 23 de Diciembre de 2016. 24 p.

Como se mencionó anteriormente hay dos tipos de medición, la medición estática y la medición dinámica. En el caso de la medición estática se cuenta con un modelo de medición estática para hidrocarburos líquidos, también se cuenta con un conjunto de normas técnicas de obligatorio cumplimiento para medición estática y por último se especifican los tanques de almacenamiento aplicables para la medición oficial, estos parámetros para la medición estática se encuentran establecidos desde el artículo 12 hasta el artículo 14 de dicha Resolución. En el caso de la medición dinámica también se cuenta con un modelo de medición dinámica para hidrocarburos líquidos, un conjunto de normas técnicas de obligatorio cumplimiento para medición dinámica de hidrocarburos líquidos, además de unos modelos para la medición de hidrocarburos gaseosos y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento para la medición de hidrocarburos gaseosos, esta sección de medición dinámica está conformada desde el artículo 15 hasta el artículo 18. Por otra parte se mencionan parámetros para la medición multifásica, en la cual se indica que se pueden usar medidores de flujo multifásico fijos o portátiles cumpliendo con ciertas especificaciones de la norma técnica API MPMS, y demás parámetros establecidos en esta resolución; también se especifican otras operaciones de medición como lo es la medición de agua de producción.

De acuerdo a la distribución de la producción y los balances de campo se tiene en cuenta el modelo de cuantificación de la producción en boca de pozo, para lo cual debe cumplirse con una serie de etapas establecidas, además de tener en cuenta los factores de campo por fuera de rango, los factores de encogimiento para la medición de asignación, los balances volumétricos para los cuales debe considerarse el fluido extraído, el fluido inyectado al yacimiento, el fluido almacenado, el fluido usado como combustible, las mermas, el fluido quemado, el fluido en el punto de medición oficial, el fluido transferido, el fluido en proceso, el fluido en dilución y otros; también para esta distribución se incluye la corrección volumétrica por encogimiento en campos que diluyen los crudos pesados con nafta o hidrocarburos livianos.

Respecto a la gerencia metrológica se incluye los sistemas de gestión de calidad de medición, la bitácora de actividades diarias de medición, los manuales de medición y determinación de la calidad, la obligación de preservar la integridad de los equipos para brindar una seguridad y un control, la calibración de equipo de medición y los programas de administración metrológica. Con respecto a la incertidumbre en la medición de los hidrocarburos se tienen en cuenta dos aspectos para definirla de acuerdo al caso, el primer paso es la estimación de la incertidumbre y el segundo son los niveles de incertidumbre aceptados por el RUT, para el cual la incertidumbre de la fase líquida no puede ser mayor al 5% relativo y para el caudal no debe ser mayor al 2% absoluto, por otro lado para el gas no debe ser mayor al 10% relativo.

Como últimas medidas que se toman en la Resolución 41251 del 2016, se tienen las verificaciones del estado del sistema de medición y las disposiciones finales para las cuales se indican dos partes importantes, la primera es la comunicación a la

Agencia Nacional de Hidrocarburos y al Instituto Nacional de Metrología (INM) y la segunda parte se refiere a la transición que debe llevarse a cabo según lo acordado en el artículo 37.

La Resolución 41251 fue emitida por el Ministerio de Minas y Energía el 23 de diciembre de 2016 y debe cumplirse a partir de su fecha de publicación en el Diario Oficial. En el **Anexo M** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.5 Resolución D-149 de 2017. “Por la cual se realizan monitoreo de sismicidad cerca de pozos de exploración y/o producción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”.²⁵ El objetivo de la presente Resolución es cumplir con lo mencionado anteriormente complementando a la Resolución 90341 de 2014 en los artículos 13 y 15 respectivamente. Es importante aclarar que la presente Resolución se encuentra modificada por la Resolución 277 de 2017, la cual mediante su artículo 1 modifica el artículo 3 de la Resolución D-149 de 2017 respecto a la transmisión de datos.

El operador debe enviar informes a la dirección de Geoamenazas del Servicio Geológico Colombiano, en los cuales debe documentarse una serie de parámetros necesarios con respecto a los procedimientos técnicos que se puedan llevar a cabo, esta información técnica se incluye de manera ordenada en el artículo 2 de la Resolución D-149 de 2017. Siguiendo al artículo 3 modificado por el artículo 1 de la Resolución 277 de 2017, se encuentran los parámetros establecidos para la transmisión de datos, en la cual se exige que debe ser tomada en tiempo real, sin interrupciones y que la latencia no sea superior a 30 segundos, para lo cual el Servicio Geológico Colombiano propone ciertas alternativas para cumplir de manera satisfactoria con los requisitos establecidos, estas alternativas se pueden observar en el artículo 3 de la Resolución D-149 de 2017 siempre y cuando se encuentre actualizado y esté modificado.

En el caso de que no se cumplan con los requisitos técnicos especificados en la presente Resolución, esto llevaría a que el operador tenga que diligenciar nuevamente una forma en donde se especifique como iniciar la transmisión en tiempo real y además deberá anexar evidencias del cumplimiento de los requisitos técnicos. En caso de que no se consiga una calidad óptima de las señales establecido en el numeral 4 del anexo de la presente Resolución, el operador debe seguir los siguientes pasos:

- Primer debe elaborar un diagnóstico y las respectivas correcciones para asegurar el cumplimiento de lo exigido en el presente artículo.

²⁵ _____, Ministerio de Minas y Energía. Resolución D-149 de 2017. Bogotá, Colombia. 31 de Marzo de 2017. 20 p.

- Después debe comunicar al SGC acerca de las acciones correctivas que se implementaron.
- Por último, se debe enviar la evidencia que respalde el éxito de la implementación de acciones correctivas.

Después de los parámetros técnicos anteriormente mencionados, se indica que el operador debe brindar el 90% del funcionamiento constante y continuo de las estaciones y la transmisión de la información en tiempo real. Si se presentan fallas en el funcionamiento, se deben tomar ciertas acciones correctivas para restablecer el funcionamiento, siguiendo unas reglas establecidas en el artículo 5 que indica las condiciones y procedimiento del monitoreo de sismicidad en cualquier tiempo.

Los informes que se entregan después de poner en servicio las redes de monitoreo, son de tipo vencido y se entregan los primeros cinco (5) días hábiles del mes siguiente al Servicio Geológico Colombiano (SGC), en los cuales se debe contener la información de estadísticas de funcionamiento de las estaciones y los respectivos imprevistos. El Servicio Geológico Colombiano debe informar aquellas circunstancias que indiquen incumplimiento de la presente resolución al Ministerio de Minas y Energía, el cual es el ente de control en materia de fiscalización de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos en Colombia.

Después de estos parámetros establecidos y mencionados anteriormente, por último tenemos los anexos en los cuales se indican las especificaciones técnicas para el monitoreo de sismicidad cerca de los pozos de exploración y de explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales, los cuales se encuentran establecidos en la Resolución D-149 la cual se publicó el día 23 de marzo de 2017 en Bogotá D.C, emitida por el Servicio Geológico Colombiano y debe cumplirse. En el **Anexo N** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.6 Resolución 40687 de 2017. “Por la cual se establecen criterios técnicos para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos costa afuera en Colombia”.²⁶ Esta Resolución tiene como objetivo establecer lo anteriormente mencionado fomentando un desarrollo seguro y responsable en el sector hidrocarburífero del país.

Con respecto a la seguridad de los procesos durante la perforación exploratoria establecidos en esta Resolución se busca cumplir con los requerimientos de la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo con el fin de minimizar los accidentes, los actos inseguros y las causas inseguras. De acuerdo a la competencia del personal se debe brindar programas de capacitación

²⁶ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Resolución 40687. Bogotá, Colombia. 18 de Julio de 2017. 18 p.

para generar conciencia de control y una correcta medida de acción ante emergencias, del mismo modo hay que generar una capacidad óptima de respuesta ante derrames y contenciones de pozo para cumplir con todos los requerimientos ambientales. Analizando las estructuras y las unidades de perforación, en esta Resolución se describen las plataformas fijas y las unidades móviles de perforación costa afuera.

De acuerdo al diseño y la construcción de pozos, se analiza la integridad de pozo para la cual se debe cumplir con una serie de objetivos establecidos en el artículo 10, también se analizan los programas de pozo, los diseños y construcción de pozo para lo cual se debe cumplir con ciertos criterios de diseño establecidos en el artículo 12, se analiza de igual manera la cementación y el diseño de fluidos de perforación y completamiento y por último se determinan dos parámetros muy importantes como lo son el completamiento de pozos y el abandono de pozos para el cual se define que se debe cumplir con lo establecido en las resoluciones 181495 de 2009 y la 40048 de 2015 ya mencionadas.

Respecto a los sistemas de prevención de reventones, los famosos BOP's, se implementa una sección de selección del diseño e instalación de los BOP's, se debe llevar a cabo pruebas funcionales de BOP's, también las pruebas de presión de las BOP's establecidas desde el artículo 17 hasta el artículo 19 de la presente Resolución. De acuerdo a la gestión de los hidrocarburos durante la perforación exploratoria se determinan los parámetros establecidos para el venteo y la quema de gas, incluyendo también la quema de hidrocarburos y los volúmenes permitidos ambientalmente hablando.

En los últimos aspectos importantes se tienen en cuenta las verificaciones e inspecciones, las sanciones las cuales se llevan a cabo conforme al artículo 26 de la ley 1753 de 2015 y por último están las disposiciones finales que deben realizarse conforme a la comunicación y la transición mencionadas en la Resolución.

La Resolución 40686 fue emitida por el Ministerio de Minas y Energía el 18 de julio de 2017 y debe cumplirse desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial. En el **Anexo O** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

2.5.7 Decreto 1616 de 2014. “Por el cual se establecen criterios y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales continentales y costa afuera”.²⁷ Este decreto se lleva a cabo el 28 de agosto de 2014 y tiene como objetivo establecer los criterios y procedimientos mencionados anteriormente.

²⁷ _____ . Ministerio de Minas y Energía. Decreto 1616. Bogotá, Colombia. 28 de Agosto de 2014. 3 p.

En el primer artículo se define que, tanto en yacimientos convencionales continentales como costa afuera, se debe cumplir con las recomendaciones dadas por el AGA, API, ASTM, NFPA, NTC ICONTEC, RETIE o las que modifican o sustituyan los procesos de exploración y explotación en dichos yacimientos.

Como segunda medida se definen las disposiciones relativas a la protección de nuestros recursos naturales, es por ello que se debe cumplir con el convenio 174 de OIT y todos los que los sustituyan o modifiquen.

En el tercer artículo se define que en doce (12) meses a partir de la publicación del presente decreto el Ministerio de Minas y energía deberá cumplir con una serie de revisiones especificadas en el presente decreto.

Respecto al cuarto artículo se menciona que para la expedición de la reglamentación tratada en el artículo 3 mencionado anteriormente, el MME tiene que adelantar las respectivas notificaciones a la Organización Mundial del Comercio (OMC) cumpliendo con el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC).

Por último es importante definir que el decreto rige a partir de su publicación y se emitió el 28 de agosto de 2014 en Bogotá D.C. En el **Anexo P** es posible observar el diagrama de flujo diseñado para facilitar la comprensión de esta sección.

3. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DIGITAL E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el diseño de un software es necesario hacer uso de un motor de base de datos y de un lenguaje de programación, cada una de estas partes posee características y funciones diferentes que buscan cumplir con los objetivos para los cuales se desarrolla un software en específico, y que al momento de emplearse de manera conjunta, pueden generar el desarrollo de la herramienta digital.

3.1 DEFINICIÓN DE UN SOFTWARE

Un software es un conjunto de programas, reglas informáticas e instrucciones que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora, es un equipamiento lógico e intangible de un ordenador, abarca todas las aplicaciones informáticas como los procesadores de texto, los editores de imágenes, las planillas de cálculo, etc. El software son las instrucciones que se usan para comunicarse con el ordenador, ya que sin el uso de este las computadoras u ordenadores no tendrían ningún uso. Es el software quien da las órdenes, es quien indica cual es el procedimiento que debe realizar cada máquina con sus elementos, pues un ordenador sin el uso de un software sería simplemente un conjunto de chips, cables, periféricos e interruptores totalmente inertes y sin función alguna.²⁸

El proceso de generar un software es un tema relevante que se puede determinar que es una de las áreas que en la actualidad avanza a pasos gigantescos con el transcurso del tiempo pero al mismo tiempo con un aumento significativo de discreción, pues aunque la sociedad hoy en día cuenta con la posibilidad de usar múltiples herramientas digitales con muchas funciones, para la sociedad se ha vuelto un aspecto indispensable para subsistir, pues mediante estas puede cumplir sus necesidades y demás utilidades que pueden darle a estas herramientas, dejando de ser un impedimento el origen de la herramienta.

Los software son herramientas digitales que se crean con el objetivo de brindar un beneficio a los usuarios que hagan uso de este, bien se sabe que estos usos son muy variados y son demasiado numerosos respecto a la razón para la que se diseñan, unas razones de creación de estos software son para brindar un apoyo informático en los medios de comunicación que superan las barreras del espacio y el tiempo, en la educación brinda un trabajo más entretenido y provechoso pues enriquecen el contenido que se abarque, en la investigación de cualquier tema o área permite a los investigadores compartir su información y hacer recopilaciones, permite crear bases de datos de cualquier tipo, entre otros.

²⁸ _____ .DEFINICION. [Consultado el 18 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<https://definicion.de/software/>>.

Es importante aclarar que el software podría ser una carta a favor de quien lo use, pues hoy en día la tecnología es un aspecto imprescindible para obtener mayores beneficios en el desarrollo de cualquier actividad, por ello el uso de las herramientas digitales podría brindar ventajas a las empresas que hagan el uso de esta ya que como se ha mencionado anteriormente, estos sistemas pueden generar impactos muy positivos para satisfacer el uso del conocimiento hacia cualquier persona que desea hacer uso de esta.

3.2 TIPOS DE SOFTWARE

El software se divide en tres grupos principales que son: software de sistema, software de programación y software de aplicación.

3.2.1 Software de sistema. También llamado como software de base y tiene como objetivo desligar de una manera adecuada al usuario y al programador de los detalles del sistema informático en particular que se use, aislándolo del procesamiento referido a las características internas de: memoria, discos, puertos y dispositivos de comunicación, impresoras, teclados, etc. El software del sistema se divide en:

3.2.1.1 Sistemas operativos. Este tipo de software de sistema es muy utilizado en procesos después de iniciado un ordenador, después de realizar el anterior procedimiento, el sistema operativo es el que se encarga de brindar múltiples recursos del sistema informático. Existen varias clases de sistemas operativos, los cuales pueden variar de acuerdo a su complejidad por las funciones que estos brindan y al mismo tiempo se diferencia por el tipo de equipo en el cual pueden ser usados. Un claro ejemplo aplicado a la industria petrolera, son los sistemas operativos que controlan los dispositivos de hardware como bombas de petróleo. Estos programas generalmente se usan por medio de botones e imágenes con el fin de brindar al usuario una sencilla forma de comunicación con el sistema, algunos sistemas operativos son Windows, Linux, MacOs, etc.

3.2.1.2 Controladores de dispositivos. Los controladores de dispositivo son también llamado manejadores de dispositivo, los cuales son diseñados con el fin de permitir que el sistema operativo anteriormente mencionado, pueda interactuar con un periférico con el fin de proporcionar una matriz para poder usar el dispositivo. Existen muchos tipos de controladores de dispositivo como lo son el de tipo periférico, estos controladores se ejecutan como si fueran parte del sistema operativo, por ello es muy importante que solo se permita los controladores de dispositivos autorizados. Los drivers permiten simplificar la programación y funciona como un traductor entre el hardware y el sistema operativo. Los controladores pueden servir para impresoras, adaptadores de video, tarjetas de sonido, cámaras digitales y demás dispositivos que puedan usarse al momento de llevar a cabo una actividad.

3.2.1.3 Herramientas de diagnóstico. Las herramientas de diagnóstico son una división del software de sistema, la cual es una herramienta que puede proporcionar la funcionalidad del hardware, sirviendo para monitorear e identificar múltiples errores relacionados con el respectivo hardware que se esté usando. Algunas de las herramientas de diagnóstico que encontramos en el día a día son la memoria, el procesador, tarjetas de red y muchos dispositivos más. Son muy utilizados en la industria petrolera para generar un monitoreo de temperatura, de presión, rendimiento, transferencia de datos y muchas funciones más. Los dispositivos de diagnóstico pueden ser la memoria RAM, el procesador, ruteadores, discos duros y demás. Son útiles para generar un mantenimiento en una computadora, pues puede brindarnos alertas de algún error de diseño o demás problemas, o por el contrario puede dar un diagnóstico positivo. Algunos ejemplos son Everest, antivirus.

3.2.1.4 Herramientas de Corrección y Optimización. Estas herramientas como su nombre lo indica generan una corrección y una optimización de un software, ayudando a que el programa con el que se vaya a desarrollar cualquier actividad, pueda desarrollarse de la mejor manera brindando la mayor optimización durante el desarrollo la actividad y uso de la herramienta, funcionando con un menor uso de memoria y con un uso menor de energía mediante las herramientas de corrección y optimización como Ccleaner.

3.2.1.5 Servidores. Los servidores son tipos de software los cuales pueden desarrollar procesos con muchas funciones de uso en nombre de los usuarios. Sirven información a los ordenadores que se pueden conectar a él. Los servidores dedicados se encargan mediante sus recursos a atender solicitudes de los distintos equipos clientes, pero un servidor compartido no dedica sus recursos a servir las peticiones de los clientes sino también para ser utilizado por un solo usuario. Algunos tipos de servidores más usados son el servidor de archivos, el servidor Web, el servidor de base de datos, el servidor proxy, el servidor de Fax y el servidor de correo.

3.2.2 Software de programación. Los software de programación son el segundo tipo de software, el cual es definido como un conjunto de herramientas las cuales brindan un óptimo desarrollo de muchas aplicaciones de software, puede ser catalogado como una subcategoría del software del sistema, pero al ser un software muy importante y muy utilizado en la actualidad, se identifica de forma separada del software de sistema y software de aplicación. El software de programación utiliza estas herramientas para crear, depurar y mantener sistemas. Este se divide en:

3.2.2.1 Editores de texto. Son un tipo de software de programación, los cuales son muy útiles al momento de crear o modificar archivos digitales compuestos solo por texto sin formato. El editor de texto realiza su función leyendo los archivos e interpretando los bytes leídos mediante el código de caracteres que usa el editor.

3.2.2.2 Compiladores. Son aplicaciones las cuales traducen el código fuente a lenguaje de máquina, los compiladores pueden generar objetos que se combinan y se convierten en programas ejecutables.

3.2.2.3 Intérpretes. Los intérpretes son muy importantes pues son quienes permiten la ejecución de un programa, los intérpretes operan ejecutando el código fuente o el código precompilado a un lenguaje intermedio antes de la ejecución.

3.2.2.4 Enlazadores. Son programas que pueden tomar o juntar ficheros hechos al comienzo del proceso de compilación, la información de todos los recursos necesarios como en la biblioteca, elimina los recursos que no se necesitan pueden finalizar produciendo el fichero ejecutable o una biblioteca.

3.2.2.5 Depuradores. Los depuradores son utilizados para monitorear línea a línea cualquier ejecución de un programa, algunos depuradores pueden operar de dos maneras diferentes, mediante una simulación parcial o completa para limitar este impacto.

3.2.2.6 Entornos de Desarrollo Integrados (IDE). Agrupan las anteriores herramientas, usualmente en un entorno visual, de forma tal que el programador no necesite introducir múltiples comandos para compilar, interpretar, depurar, etc. Habitualmente cuentan con una avanzada interfaz gráfica de usuario (GUI).

3.2.3 Software de aplicación. Es aquel que permite a los usuarios llevar a cabo una o varias tareas específicas, en cualquier campo de actividad susceptible de ser automatizado o asistido, con especial énfasis en los negocios. Este se divide en:

3.2.3.1 Aplicaciones ofimáticas. Son aplicaciones, técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas para automatizar, optimizar y mejorar tareas y procedimientos relacionados, suelen traerlas todos los procesadores. Algunos ejemplos son Word, Excel, Office, OpenOffice, PowerPoint, etc.

3.2.3.2 Software educativo. Es parecido al software de acceso a contenidos pero adapta los contenidos para uso por educadores o estudiantes. Algunos ejemplos son Hot Potatoes, Jcllic, Moodle, Dokeos, Prezi, etc.

3.2.3.3 Software empresarial. Es un software de ayuda a las empresas logrando aumentar la productividad, permite satisfacer las necesidades en los procesos organizacionales y de flujo de datos.

3.2.3.4 Bases de datos. Es una herramienta muy importante para la administración de base de datos, pues mediante esta se puede controlar la creación, mantenimiento y el uso de la base de datos en una empresa y de sus usuarios finales. Algunos ejemplos son Oracle, Mysql, sqlserver, etc.

3.2.3.5 Software de Control Numérico (CAM). Este software es muy importante para la automatización programable en una máquina, este sistema permite controlar la posición de un elemento físico, normalmente una herramienta montada en un equipo.

3.2.3.6 Otros. Existen otros software que son útiles para distintas áreas de trabajo, entre ellos tenemos las aplicaciones para control de sistemas y automatización industrial, software de cálculo numérico y simbólico, software de diseño asistido, software médico, software de infraestructura, Software de simulación, software de desarrollo de medios, etc.²⁹

3.3 ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

3.3.1 Motor de base de datos. Una base de datos se podría definir como un sistema formado por un conjunto de datos almacenados que permiten el acceso directo a la información y un conjunto de programas que se encargan de manipular dicha información, es decir, una base de datos es una serie de información organizada y relacionada entre sí, la cual es recolectada y explotada por los sistemas de información de una empresa o una persona en particular.

Las base de datos tienen ciertas características tales como la independencia lógica y física de los datos, redundancia mínima, acceso concurrente por parte de múltiples usuarios, integridad de los datos, consultas complejas optimizadas, seguridad de acceso y auditoría, respaldo y recuperación de información, acceso a través de lenguajes de programación estándar, entre otras características que pueden poseer.

El motor de base de datos es el principal servicio que permite almacenar, procesar y proteger los datos que sean usados con un fin en específico. Este motor proporciona acceso controlado y procesamiento de transacciones de manera rápida, con el fin de cumplir con los requisitos de las aplicaciones que necesiten ser alimentadas por datos para satisfacer las necesidades de un usuario.

3.3.1.1 Selección de motor de base de datos. Existen en la actualidad una gran cantidad de motores de bases de datos relacionales en el mercado, cada uno con características propias que lo convierte en el elegido según la conveniencia de la actividad a realizar.

La herramienta digital, ha sido generada bajo una base de datos o motor de base de datos mediante el programa “SQL Server” desarrollado por la empresa Microsoft, el cual actúa como un sistema de manejo de bases de datos permitiendo así el

²⁹ _____. OK Hosting. [Consultado el 22 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<https://okhosting.com/blog/tipos-de-software-su-clasificacion/>>.

procesamiento de transacciones, almacenar y analizar datos, y generar nuevas aplicaciones dentro de estas.

SQL Server posee características que describen ciertas ventajas que posee tales como:

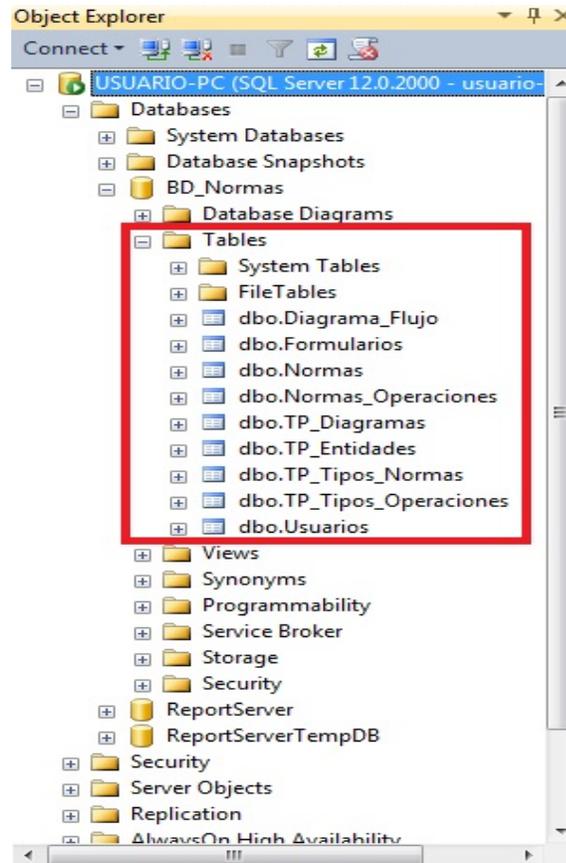
- Soporte de transacciones: Proporcionar un soporte al momento de generar o ejecutar órdenes.
- Soporta procedimientos almacenados: Lo que genera que al ser ejecutado, en respuesta a una solicitud de un usuario, es ejecutado directamente sobre el motor de bases de datos, el cual usualmente corre en un servidor separado y brinda una respuesta.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor: La información y datos son alojados en el servidor donde se generan cambios o modificaciones sobre la información, y los terminales o clientes de la red donde solamente se puede hacer uso de la información.³⁰

3.3.1.2 Integración de la normatividad previamente clasificada al motor de base de datos. Con la finalidad de realizar la integración de la normatividad técnica legal, clasificada por áreas, se requiere generar una base de datos dentro del programa; para esto se crean tablas que permitan identificar la información a ingresar y parámetros a definir de la misma.

En la Figura 2 podemos observar como se ha creado la carpeta “BD_Normas” dentro de la cual encontramos las tablas de cada uno de los grupos de información y su identificación con el fin de que al ingresar la base de datos al lenguaje de programación este pueda leer de manera adecuada los datos. Se puede definir si el parámetro a ingresar es de tipo numérico, texto, imagen, fecha o según sea la necesidad.

³⁰ LARSON, Brian. Microsoft SQL Server 2016 Reporting Services, Quinta Edición, Estados Unidos. McGraw-Hill Education. 16 de sept de 2016. 848 p.

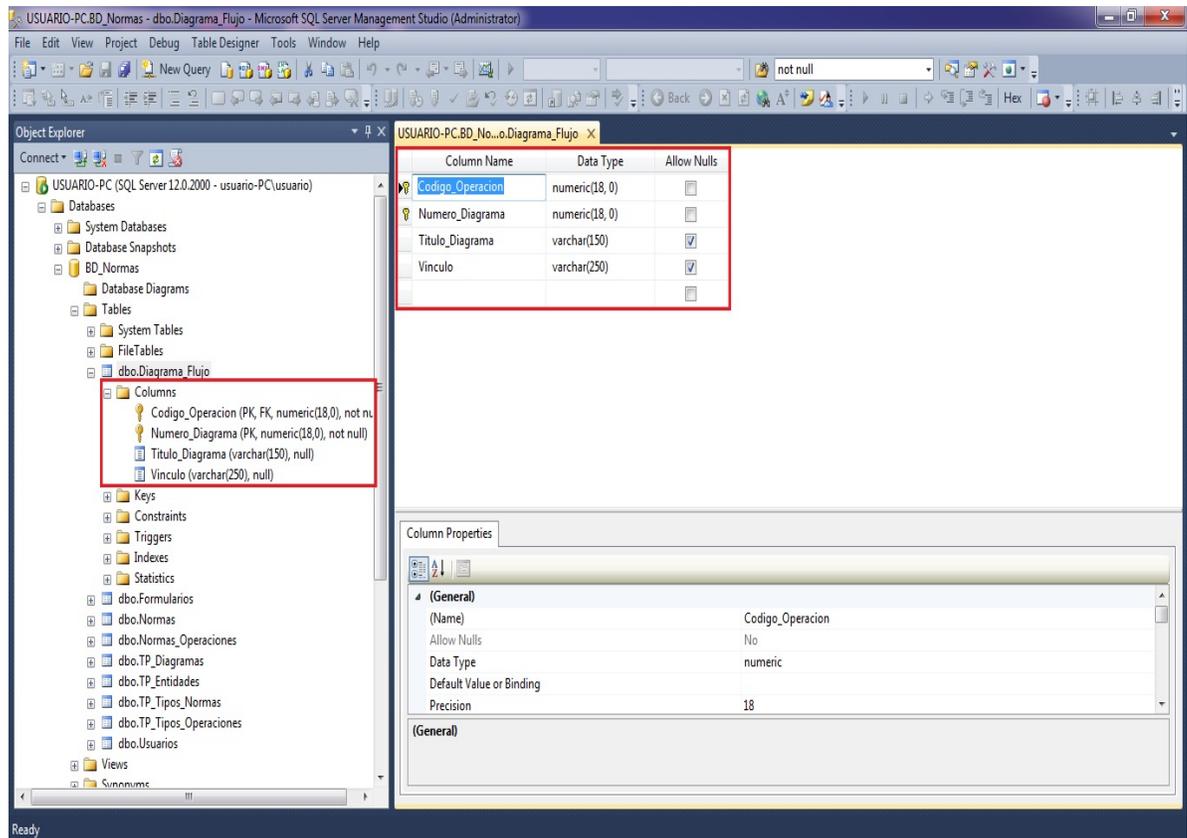
Figura 2. Barra de datos en SQL Server donde se muestran cada una de las tablas generadas para definir el tipo de dato que se desea ingresar.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se muestra como al desplegar los ítems contenidos dentro de los grupos de información podemos encontrar la cantidad de columnas que dependen del número de parámetros a ingresar en cada grupo, de estas columnas depende que tan organizada y clara sea la lectura de la información a ingresar dentro de la herramienta digital.

Figura 3. Columnas generadas para el grupo de información perteneciente a los diagramas de flujo a ingresar (Codigo_Operacion, Numero_diagrama, Titulo_Diagrama, Vinculo).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4 evidenciamos de manera más clara las columnas de información que se deberán diligenciar con la finalidad de cargar los diagramas de flujo previamente realizados según áreas de operación descritas dentro de la normatividad.

Figura 4. Vista de las columnas generadas para el grupo de información perteneciente a los diagramas de flujo a ingresar.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
	Codigo_Operacion	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
	Numero_Diagrama	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
	Titulo_Diagrama	varchar(150)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Vinculo	varchar(250)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Diagrama_Imagen	image	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se muestra otro ejemplo de las columnas generadas para el grupo de información perteneciente a “Normas” donde al igual que en las demás tablas podemos ver el nombre de la columna, el tipo de datos que se ingresaran en esa columna, ya sea numérico, texto, fecha, una imagen, entre otras opciones de datos a ingresar según la necesidad, con esto se valida la información en el momento de llenar los campos con la información mediante el lenguaje de programación.

Para cada una de los grupos de información creados encontraremos los mismos aspectos pero con diferentes características, es decir, se tendrán dentro de estos en las bases de datos los nombres de las columnas, el tipo de datos, pero para cada uno con diferentes nombres de columnas y diferentes tipos de datos puesto que no toda la información a cargar será igual en una u otra tabla.

Figura 5. Columnas generadas para el grupo de información perteneciente a las normas (Tipo_Norma, Numero_norma, Nit_entidad, Fecha_Expedicion, Titulo_Norma, Vinculo_Norma, Norma_Imagen).

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	Tipo_Norma	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
▶	Numero_Norma	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
▶	Nit_Entidad	nchar(20)	<input type="checkbox"/>
	Fecha_Expedicion	date	<input type="checkbox"/>
	Titulo_Norma	varchar(MAX)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Vinculo_norma	varchar(MAX)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Norma_Imagen	image	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Columnas generadas para el grupo de información perteneciente a las normas según el tipo de operación (Codigo_Norma, Numero_norma, Nit_entidad, Codigo_Operacion, Fecha_Expedicion, Numero_Capitulo, Articulos, Vinculo_Norma, Vinculo_Diagrama).

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	Codigo_Norma	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
▶	Numero_Norma	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
▶	Nit_Entidad	nchar(20)	<input type="checkbox"/>
▶	Codigo_Operacion	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
	Fecha_Expedicion	date	<input type="checkbox"/>
	Numero_Capitulo	nchar(20)	<input type="checkbox"/>
	Articulos	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
	Vinculo_Norma	nvarchar(250)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Vinculo_Diagrama	nvarchar(250)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Lenguaje de programación. Un lenguaje de programación es un sistema integrado y estructurado de comunicación bastante similar al humano, el cual permite comunicarse por medio de signos, ya sean palabras, sonidos o gestos, interpretando estos comandos y de esta manera realizar y llevar a cabo las instrucciones que se requieran ejecutar, es decir, el lenguaje de programación principalmente es usado para crear programas informáticos que puedan solucionar distintos tipos de necesidades.

El lenguaje de programación se refiere, además, al vocabulario informático o al procedimiento de escritura de comandos propios de un software. Siendo esto así se dice que el lenguaje de programación es aquel que le indica u ordena al programa o al software que acción debe llevar a cabo, de qué manera procesarla y como concluir esta información según corresponda.³¹

3.3.2.1 Selección de programa de lenguaje de programación. La información integrada en el motor de base de datos requiere de un lenguaje de programación con el fin de que la información allí existente cumpla con la finalidad para la cual ha sido tomada en cuenta, es decir, el lenguaje de programación es aquel que emitirá las acciones pertinentes sobre la información con la finalidad de satisfacer la necesidad del usuario e interpretando está según el tipo de dato definido para cada uno de los parámetros definidos en la base datos.

Para cumplir con esto, el lenguaje de programación implementado es “Visual Basic .NET” (VB.NET), el cual es un programa que permite mediante el diseño del aspecto de la herramienta digital, la programación de cada uno de los componentes de los cuales se haya hecho uso al momento de generar el diseño, lo cual permite que cada elemento cumpla una función específica, adecuándole a estas características únicas que logren cumplir con la necesidad del usuario.

En el programa seleccionado se permite la personalización de las ventanas que se generarán a partir de instrucciones ingresadas, ya sea desde asignar colores representativos, hasta imágenes que simbolizen algún factor de importancia en el aplicativo.

Además de esto “VB.NET” permite cargar datos desde archivo, permitiendo compilar e integrar información que posea alguna relación y de esta manera generar acciones sobre la información cargada, tal como la descarga del archivo, impresión, lectura entre otras opciones que permite el programa.

³¹ _____ . La web del programador. [Consultado el 16 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<https://www.lawebdelprogramador.com/cursos/Visual-Basic.NET/5490-Programacion-en-Visual-Basic-Net.html>>.

“VB.NET” permite generar las instrucciones adecuadas por el administrador con la finalidad de compilar, integrar y mostrar información pertinente para facilitar a el consultor que esté llevando a cabo el uso de la herramienta digital, el manejo del aplicativo, que con la previa programación necesaria y la integración de la información que requiera la herramienta pueda satisfacer las necesidades del mismo.³²

³² _____ . Microsoft. [Consultado el 16 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/visual-basic/>>.

4. PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD DEL SOFTWARE

Posterior a la implementación total de la herramienta digital denominada LEGALPETROL, fue necesario llevar a cabo pruebas de funcionalidad generando una serie de instrucciones sobre este para garantizar un correcto funcionamiento del software basado en la ejecución, revisión y retroalimentación de las funcionalidades para las cuales fue diseñado, asegurando que no se presenten problemas o errores y que brinde una correcta interfaz entre la herramienta digital y el usuario.

4.1 PRUEBA DE INGRESO AL SOFTWARE

El primer requisito para hacer uso del software es ingresar un “Usuario” y una “Contraseña” previamente validada; en la figura 7 se evidencia lo ocurrido posterior a la ejecución del programa LEGALPETROL, donde se abre la ventana de “Ingreso de seguridad”, lo cual será necesario para hacer uso del programa. Es muy importante tener una buena programación de este ítem, pues solamente los usuarios registrados deben hacer uso del programa, teniendo en cuenta que el programa es de uso exclusivo de los interesados pertenecientes a la industria petrolera, además de tener una buena programación para diferenciar los usuarios que posean el rol de administrador y los que tendrán el rol de consulta.

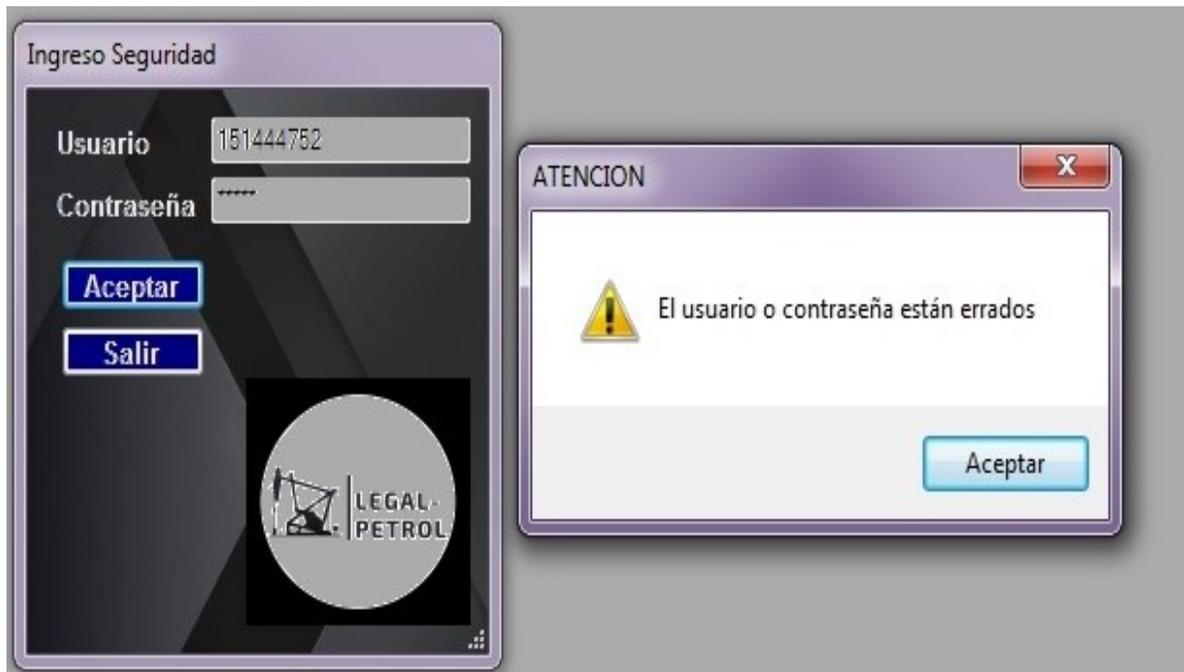
Figura 7. “Ingreso de seguridad” para hacer uso de LEGALPETROL.



Fuente: Elaboración propia.

El ingreso de seguridad es el parámetro más importante para hacer uso del programa, por ello si no se ingresa un usuario o una contraseña válida no podrá realizarse ninguna actividad en la herramienta digital LEGALPETROL puesto que no se permitirá el acceso a esta; en la figura 8 se muestra un ejemplo al ingresar un usuario o una contraseña no válidos, en cuyo caso el programa generará una nueva ventana de aviso, en la cual se informará el error y no permitirá el acceso hasta que se ingresen correctamente los datos.

Figura 8. Ejemplo de error al ingresar un usuario o una contraseña incorrecta a LEGALPETROL.



Fuente: Elaboración propia.

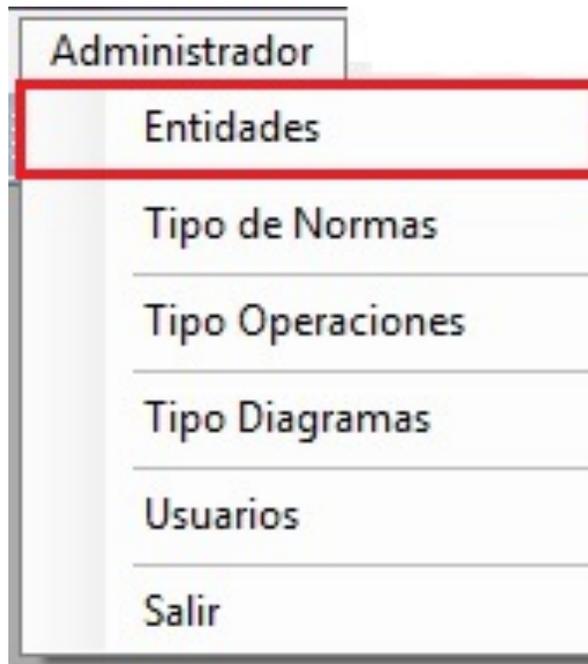
4.2 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Después de haber ingresado al programa con un usuario y una contraseña correcta, se podrá hacer uso de la información ingresada a la herramienta digital LEGALPETROL; verificar este parámetro es muy importante pues la información cargada al programa mediante el motor de base de datos es el principal servicio que se le brinda al usuario con el rol de consulta y es la base del desarrollo de la herramienta digital mediante el usuario con rol de administrador, por ello se corrobora que esta información se encuentre cargada de manera óptima.

4.2.1 Prueba para verificar menú administrador. Dentro del menú “Administrador” se encuentran las opciones donde el usuario administrador del programa “LEGALPETROL” podrá hacer modificaciones, adiciones, creaciones, eliminación o cualquier manejo de la información existente en el software.

4.2.1.1 Opción entidades. El usuario con rol de administrador tendrá acceso a la opción “Entidades” como se **especifica** en la figura 9; las “Entidades” hace referencia a los organismos de control los cuales emiten las normas técnicas legales vigentes que se ingresarán al software pertenecientes a las actividades upstream en yacimientos convencionales y no convencionales.

Figura 9. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican las entidades.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 observamos la ventana que se despliega al ingresar en la opción “Entidades”, aquí podemos encontrar todas las entidades que sean emisoras de normatividad en el sector, como por ejemplo tenemos el MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (MME) y el SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC).

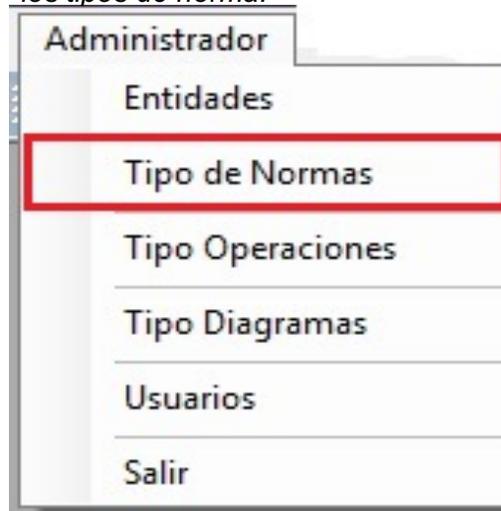
Figura 10. Entidades que emiten las normas especificadas en LEGALPETROL.

NIT	DESCRIPCIÓN
899999022	MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
899999294	SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2 Opción tipo de normas. La segunda opción de la cual podrá hacer uso el administrador es la de “Tipo de Normas” dentro del menú administrador, la cual se muestra en la figura 11. Estas normas técnicas legales vigentes ingresadas a la herramienta digital LEGALPETROL, están conformadas por un conjunto de leyes, resoluciones y decretos enfocados al desarrollo de actividades dentro del sector upstream.

Figura 11. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican los tipos de norma.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 se muestra la ventana que se abre al seleccionar el ícono de tipos de norma, en la cual se especifican las normas incluidas, que pueden ser: Leyes, Resoluciones o Decretos; podrían incluirse más tipos de normas si es el caso.

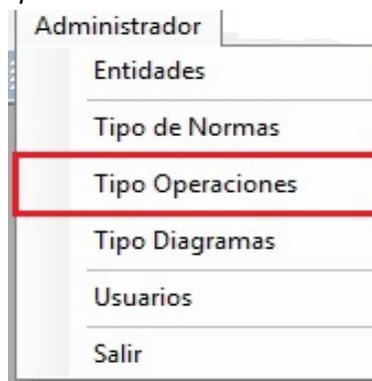
Figura 12. Tipos de norma especificadas en LEGALPETROL.



Fuente: Elaboración propia.

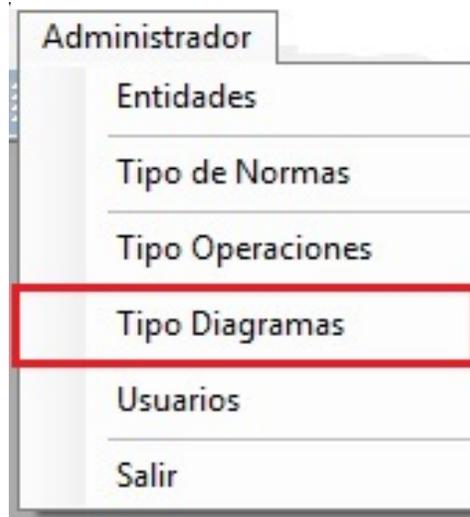
4.2.1.3 Opción tipo de operaciones. La tercera opción de la cual podrá hacer uso el administrador dentro de la herramienta digital LEGALPETROL para el ingreso o modificación de la información, es la de “Tipo de operaciones”, en la cual se encuentran las normas técnicas legales vigentes previamente mencionadas, además de ir enfocadas según el tipo de operación a llevar a cabo en el sector upstream, identificando una completa actualización de las normas y su respectiva vigencia.

Figura 13. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican los tipos de operaciones.



Fuente: Elaboración propia.

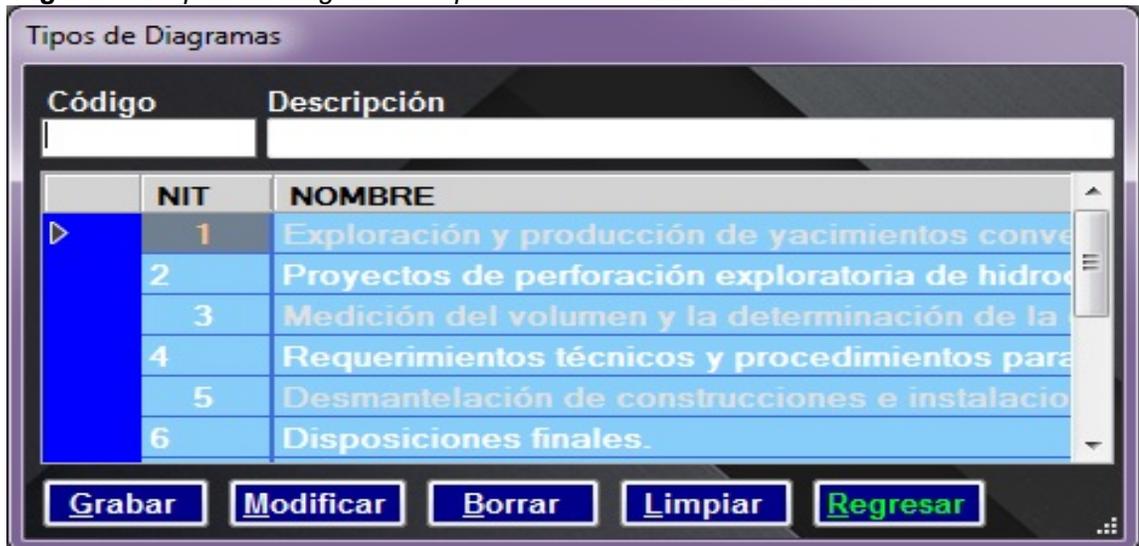
Figura 15. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican los tipos de operaciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16 se muestra la ventana que se despliega al acceder a la opción “Tipo de diagrama”, en la cual observamos las áreas de operación dentro de las cuales se han clasificado los diagramas de flujo.

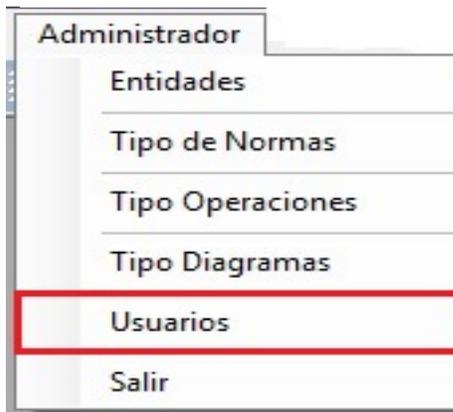
Figura 16. Tipos de diagramas especificados en LEGALPETROL.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.5 Opción usuarios. Por último, el administrador tendrá la opción “Usuarios”, en la cual se especificará que usuarios cumplirán el rol de administrador y podrán hacer modificaciones de la información existente, también se especificarán que usuarios tendrán el rol de consulta, los cuales solo podrán acceder a la información existente, pero no podrán llevar a cabo ninguna modificación. En la figura 17 observamos que al revisar el menú de administrador se podrán revisar los usuarios aceptados en el programa LEGALPETROL.

Figura 17. Despliegue del menú administrador en el cual se especifican los usuarios.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 18 se muestra la ventana que se abre al seleccionar el ícono de tipos de usuarios, en la cual se especifican los usuarios que tendrán acceso al programa LEGALPETROL.

Figura 18. Usuarios permitidos para hacer uso de LEGALPETROL.

Identificación	Nombre	Rol del Usuario	Clave
	Documentos	Nombres	Roles
	Claves		
▶	19845114	JAVIER TAFUR ...	ADMINISTRADO... 1453
	1026295310	JAVIER AND...	CONSULTA ... 1453

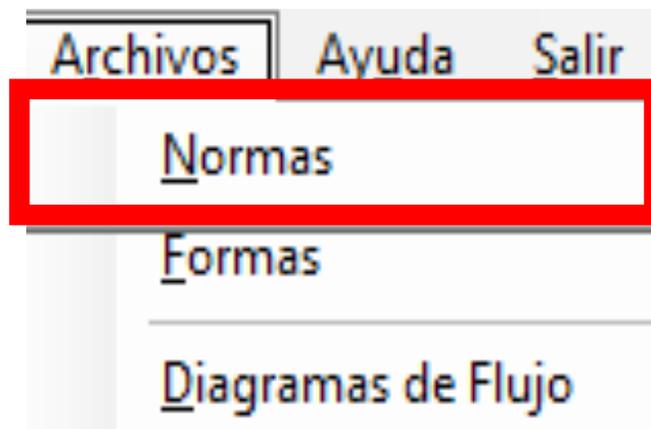
Buttons: Aceptar, Modificar, Borrar, Limpiar, Salir

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Prueba para verificar menú archivos. Existe otro menú dentro del programa “LEGALPETROL”, el cual contiene la información a la cual va a tener acceso el usuario que hará las veces de consultor, este no podrá ejercer ninguna orden directa sobre la información que se encuentre en el programa, es decir, no podrá modificar, eliminar, crear, cargar, organizar, entre otros, ningún archivo presente en el software, solamente tendrá acceso a la información existente.

4.2.2.1 Opción normas. Esta será la primera opción a la que tendrá acceso el usuario con rol de consulta, con el fin de identificar las normas técnicas legales vigentes que apliquen según la operación a llevar a cabo. En la figura 19 se observa el menú de archivos, dentro del cual se podrán revisar las nomas.

Figura 19. Despliegue del menú archivos en el cual se especifican las normas.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 20 se muestra la ventana que se abre al seleccionar el ícono de normas, en la cual se especifican las normas establecidas en el programa LEGALPETROL en la sección de archivos. Como se puede observar en la figura 20, se muestra un ejemplo de la resolución 180742 con su fecha de expedición, el nombre de la entidad, el título de la norma y un PDF para brindarle al usuario una mayor comprensión de la norma.

Figura 20. Normas del sector upstream establecidas en el programa LEGALPETROL.

Normas sobre Hidrocarburos

TIPO: Resoluciones | NÚMERO: 180742 | FECHA EXPEDICIÓN: 16/05/2012 | ENTIDAD: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

TÍTULO DE LA NORMA: Por la cual se establecen los procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.

Regresar | Cargar | Nuevo | Modificar | Eliminar

	Tipo	Número	Fecha Expedición	Entidad Emisora	Título
▶	Resoluciones	180742	16/05/2012 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se e...
	Resoluciones	181495	02/09/2009 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se e...
	Resoluciones	40048	16/01/2015 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se e...
	Resoluciones	40687	18/07/2017 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se e...
	Resoluciones	41251	23/12/2016 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se r...
	Resoluciones	90341	27/03/2014 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por el cual se ...
	Decretos	1616	28/08/2014 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por el cual se ...

REPÚBLICA DE COLOMBIA


MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
RESOLUCIÓN NÚMERO 18 0742 DE
(16 MAY 2012)

Por la cual se establecen los procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales

EL MINISTRO DE MINAS Y ENERGÍA

En ejercicio de sus facultades legales, en especial de las que le confiere el Artículo 8º de la Ley 1274 de 2008, el numeral 4º del Artículo 5º del Decreto 381 de 2012, y

CONSIDERANDO:

Que el Artículo 332 de la Constitución Política consagra la propiedad del Estado sobre el subsuelo y los recursos naturales no renovables.

Que de conformidad con lo previsto en el numeral 8º del Artículo 2º del Decreto 381 de 2012, corresponde al Ministerio de Minas y Energía formular políticas orientadas a que las actividades que desarrollen las empresas del sector minero-energético garanticen el desarrollo sostenible de los recursos naturales.

Que de acuerdo con lo establecido en el numeral 4º del Artículo 5º del citado Decreto, es función del Ministerio de Minas y Energía expedir los reglamentos del sector para la exploración, explotación, transporte, refinación, distribución, procesamiento, beneficio, comercialización y exportación de recursos naturales no renovables.

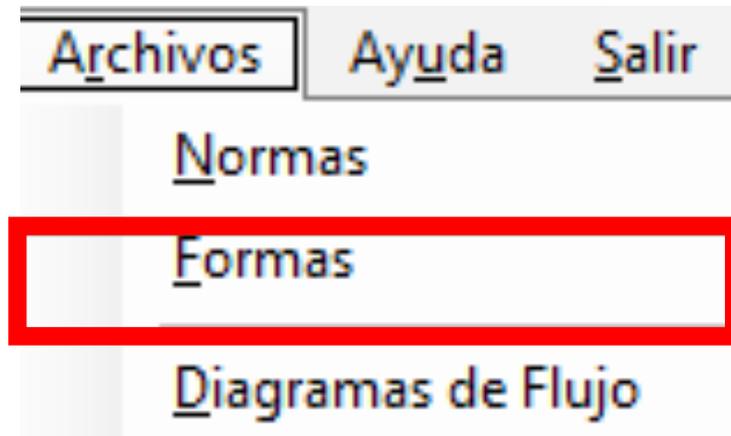
Que de conformidad con lo señalado en el documento CONPES 3517 del 12 de marzo de 2008, el Ministerio de Minas y Energía debe expedir las normas técnicas para la exploración y producción de gas metano en depósitos de carbón, considerando la especificidad técnica de esta actividad, la normativa ambiental y el objetivo de maximizar la explotación del recurso, logrando el beneficio de todas las partes involucradas, y tomando en consideración su condición de recursos diferentes e independientes.

Que el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la Organización Mundial del Comercio (OMC) establece que los Miembros de la OMC deberán notificar a los demás Miembros los proyectos de reglamentos técnicos y procedimientos de

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2 Opción formas. La segunda opción de la cual podrá hacer uso el usuario consultor, es la opción de “Formas”, en la que se encontrarán las formas brindadas por el Ministerio de Minas y Energía y que deben ser diligenciadas en su debido momento cumpliendo con los requisitos estipulados en las normas. En la figura 21 se despliega el menú de archivos en el cual se podrá hacer uso de la opción “Formas”.

Figura 21. Despliegue del menú archivos en el cual se especifican las formas.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22 se muestra la ventana que se abre al seleccionar el ícono de formas, en la cual se especifican los formas establecidas dentro de la normatividad técnica legal vigente, establecidas por el ente de control; las formas son requisitos indispensables para realizar diferentes tipos de actividades en la industria petrolera en Colombia, bien sea para solicitar autorización para realizar una actividad o para informar resultados de algún proceso ejecutado. En la figura 22 se observa la manera en la que se presenta la ventana, especificando la actividad para la cual es necesaria la forma, el número, el nombre que este posee y la visualización del archivo con opción de impresión, cambio de formato, entre otras opciones.

Figura 22. Formas requeridas para actividades hidrocarburíferas incluidas en el programa LEGALPETROL.

Formas a presentar

Tipo Operación Número Nombre Forma

[Regresar](#) [Cargar](#) [Nuevo](#) [Modificar](#) [Eliminar](#)

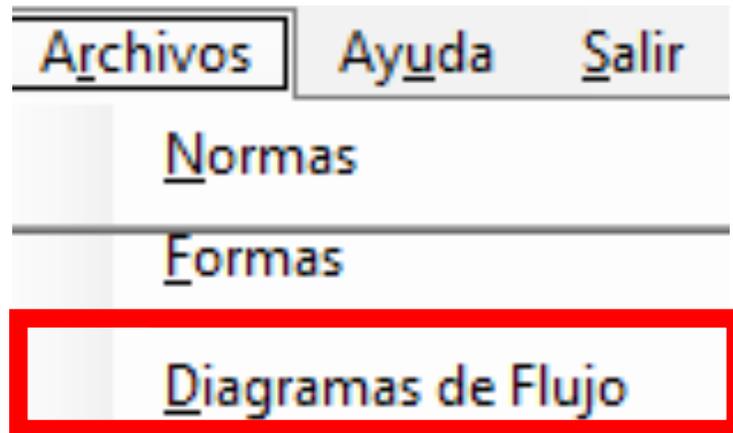
Tipo de Operaciones	Número	Nombre Forma



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.3 Opción diagramas de flujo. La última opción de la cual podrá hacer uso el usuario con rol de consulta, es la de “Diagramas de flujo”, los cuales son el principal recurso que se brinda mediante la herramienta digital LEGALPETROL a la parte interesada, para facilitar la comprensión de la normatividad técnica legal vigente, exigida al llevar a cabo una operación upstream en Colombia. En la figura 23 se despliega el menú archivos, en el cual se podrá hacer uso de la opción “Diagramas de flujo”.

Figura 23. Despliegue del menú archivos en el cual se especifican los diagramas de flujo.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 24 se muestra la ventana que se abre al seleccionar el ícono de diagramas de flujo, en la cual se incluyen los diferentes diagramas de flujo creados para facilitar la comprensión de la normatividad presente en la herramienta digital, de tal manera de brindarle al usuario un eficaz uso y entendimiento de la normatividad perteneciente al sector hidrocarburífero en las actividades upstream llevadas a cabo en Colombia.

Figura 24. Diagramas de flujo para comprensión de normatividad perteneciente a actividades hidrocarburíferas upstream, incluidos en el programa LEGALPETROL.

Diagramas para actividades

Tipo Operación: EXPLORACION Número: 1 Nombre Diagrama: Exploración y producción de yacimientos convencionales continentales o costa afuera.

Regresar Cargar Nuevo Modificar Eliminar

Tipo de Operaciones	Número	Nombre Formulario
EXPLORACION	1	Exploración y producción de yacimientos convenc...
EXPLORACION	1	Exploración y producción de yacimientos convenc...
PERFORACION	2	Proyectos de perforación exploratoria de hidrocar...
MEDICION DE VOLUMENES	3	Medición del volumen y la determinación de la cali...
EXPLORACION	4	Requerimientos técnicos y procedimientos para l...
EXPLORACION	4	Requerimientos técnicos y procedimientos para l...
TAPONAMIENTO Y ABANDONO DE POZOS	5	Desmantelación de construcciones e instalaciones.
CONTROL DE YACIMIENTOS	6	Disposiciones finales.
EXPLORACION	7	Actividades exploratorias.
INFORMES	8	Informes.
PERFORACION	9	Actividades de perforación.
ANCLAJE PLATAFORMAS OFF SHORE	10	Pruebas extensas.
TERMINACION DE POZOS	11	Taponamiento y abandono de pozo.
ANCLAJE PLATAFORMAS OFF SHORE	12	Terminación de pozo.

1 / 1 29,6% ? Iniciar sesión

Fuente: Elaboración propia.

5. MODO DE USO DEL SOFTWARE

Posterior a la creación del software o programa denominado LEGALPETROL y a la realización de pruebas de funcionalidad, se puede hacer uso del mismo brindándole al usuario la oportunidad de interactuar con la herramienta digital y lograr satisfacer sus necesidades, adquiriendo un óptimo conocimiento de la normatividad técnica legal vigente. Con el fin de que el usuario obtenga los mayores beneficios de LEGALPETROL, se generó una guía de manejo del software la cual indica el paso a paso que debe llevarse a cabo al manipular el programa.

5.1 DISEÑO DE GUÍA DE MANEJO

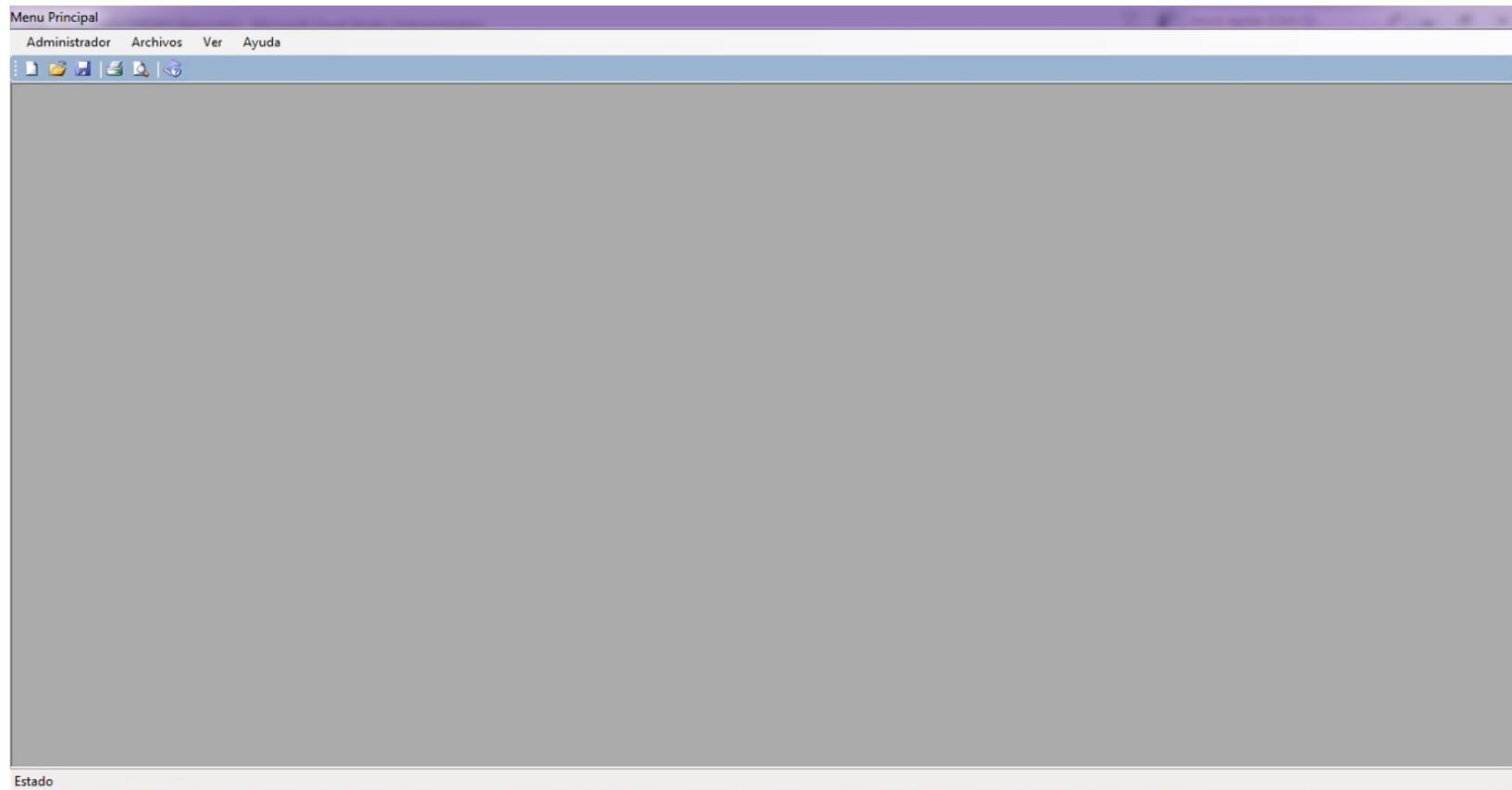
Para poder hacer uso del programa LEGALPETROL, en primera medida es necesario ingresar al aplicativo donde se visualizará inmediatamente una ventana de “Ingreso de seguridad” y allí deberá digitarse un usuario y una contraseña válidos para así hacer uso de la herramienta digital. En la figura 25 se muestra la ventana de Ingreso de seguridad al programa LEGALPETROL, con la respectiva digitalización del usuario y contraseña para hacer uso de la plataforma.

Figura 25. Ingreso de seguridad al programa LEGALPETROL.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Menú principal del programa LEGALPETROL, que se desplegará inmediatamente de ingrese el usuario y contraseña válidos y presione “clic” sobre el botón “Aceptar” de la ventana “Ingreso de seguridad.”



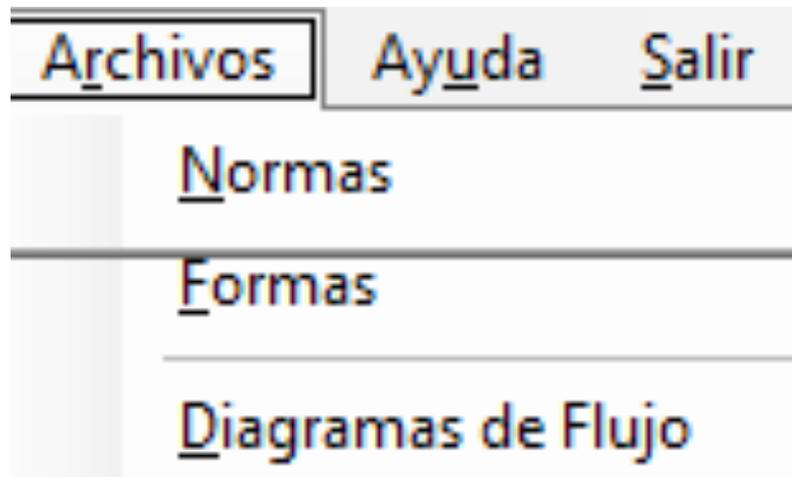
Fuente: Elaboración propia.

Al momento de desplegarse el “menú principal” especificado gráficamente en la figura 26, el usuario podrá hacer uso de la herramienta digital LEGALPETROL de acuerdo a sus necesidades.

La sección de “Administrador” estará habilitada únicamente para los desarrolladores del software LEGALPETROL, pues en esta sección se realizarán las respectivas modificaciones sobre la información presente en el programa.

En la sección de “Archivos” el usuario podrá tener acceso a los distintos beneficios que brinda el programa “LEGALPETROL” para obtener un mayor conocimiento de las normas, formularios y diagramas de flujo que se han importado al programa para facilitar la comprensión de los requisitos legales que deben cumplirse al llevar a cabo cualquier operación del sector upstream en yacimientos convencionales y no convencionales en Colombia.

Figura 27. Sección de “Archivos” brindados al usuario durante el uso del programa LEGALPETROL.



Fuente: Elaboración propia.

Si el usuario desea hacer uso de los archivos importados en el programa “LEGALPETROL”, tendrá la opción de escoger entre estos tres parámetros, mostrados en la figura 27 que hace referencia a la sección de archivos.

Al accionar la opción de “Normas” se abrirá una nueva ventana donde se podrá observar en formato PDF las distintas normatividades técnicas legales actualizadas del sector upstream en yacimientos convencionales y no convencionales en Colombia, que han sido previamente importadas al programa “LEGALPETROL”.

Figura 28. Ventana de “Normas sobre Hidrocarburos” brindada al usuario durante el uso del programa LEGALPETROL.

Normas sobre Hidrocarburos

TIPO: Resoluciones | NÚMERO: 181495 | FECHA EXPEDICIÓN: 02/09/2009 | NOMBRE ENTIDAD: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

TÍTULO DE LA NORMA: Por la cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos.

Regresar | Cargar | Nuevo | Modificar | Eliminar | Por Operaciones

	Tipo	Número	Fecha Expedición	Entidad Emisora	Título
	Resoluciones	180742	16/05/2012 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se e...
▶	Resoluciones	181495	02/09/2009 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se e...
	Resoluciones	40048	16/01/2015 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se e...
	Resoluciones	40687	18/07/2017 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se e...
	Resoluciones	41251	23/12/2016 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por la cual se r...
	Resoluciones	90341	27/03/2014 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por el cual se ...
	Decretos	1616	28/08/2014 12:0...	MINISTERIO DE ...	Por el cual se ...

18 1495 | 2 SEP. 2009 | Página 3 de 22

Por el cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos

Artículo 6°. Definiciones y Siglas. Para los efectos de esta reglamentación, se adoptan las siguientes definiciones y siglas:

Abandono: Taponamiento y cierre técnico de un pozo, el desmantelamiento de facilidades y equipos de producción y sin perjuicio de las autorizaciones por parte de las autoridades ambientales.

Aforo: Proceso mediante el cual se mide la altura de un líquido en un recipiente a condiciones estándares (60 °F=15 °C y 14,7 PSI=1 Atmósfera) y estáticas (completo reposo).

AGA: American Gas Association. (Asociación Americana del Gas).

Análisis de Riesgo: Estudio para evaluar eventos predecibles que potencialmente constituyen un riesgo que pueden afectar el desarrollo de las operaciones.

Año: 3 / 22

AP: [Iconos de navegación]

Área: [Icono de impresión]

la cual el contratista esta autorizado para efectuar las operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos.

Fuente: Elaboración propia.

En esta sección el usuario podrá hacer uso de los formatos PDF originales de las normas técnicas legales vigentes en la industria petrolera en Colombia, más enfocado hacia las actividades de exploración y explotación de yacimientos convencionales y no convencionales, continentales y costa afuera, establecidos por el Ministerio de Minas y Energía (MME), el Servicio Geológico Colombiano (SGC) o las distintas entidades que emitan las normas para el sector.

El usuario tendrá la opción de descargar e imprimir las respectivas normas técnicas legales, exigidas y emitidas por los distintos órganos del control dentro del sector hidrocarburífero. También podrá hacer uso de la opción “Formas”, en la cual se encontrarán las respectivas formas exigidas por las entidades para la realización de las actividades petroleras, brindando la opción de ser descargadas e impresas.

Si el usuario desea realizar impresión o descarga de los diferentes archivos PDF deberá ingresar a las opciones propias del archivo (Simbolizadas como tres puntos suspensivos dentro de la ventana del archivo) y seleccionar la opción que desea ejecutar.

Figura 29. Ventana de “Formas para actividades” exigidas por las entidades de control en el sector Hidrocarburífero.

Formas a presentar

Tipo Operación Número Nombre Forma

Regresar Cargar Nuevo Modificar Eliminar

Tipo de Operaciones	Número	Nombre Forma
---------------------	--------	--------------



Fuente: Elaboración propia.

El usuario podrá hacer uso de la sección de “Diagramas de flujo”, la cual es una fuente muy importante ingresada en el programa LEGALPETROL, pues con esta se busca brindar una mayor comprensión de las normatividades anteriormente mencionadas.

Al momento de ingresar a la sección de “Diagramas para actividades” se abrirá una nueva ventana en la cual se encontrarán los diagramas de flujo realizados e importados al, por esto es importante aclarar al usuario que los diagramas que se encuentran importados en el programa “LEGALPETROL” fueron realizados por los creadores de la herramienta digital con el fin de facilitar la comprensión de las normas técnicas legales que involucren el sector upstream. Buscando mejorar la comprensión de las normas por parte del usuario, los diagramas de flujo se encuentran divididos no solo por resolución, decreto o ley, sino que se subdividen en las diferentes áreas de operación que se llevan a cabo en los procesos petroleros en Colombia, para así ayudar a analizar cada operación de manera más detallada y separada.

Además de los diagramas realizados según el tipo de operación a desarrollar, se crearon y se importaron al software dos diagramas de flujo, uno para la intervención de un yacimiento convencional y el otro para la intervención de un yacimiento no convencional, con el fin de ayudar al usuario a comprender de qué manera se relacionan las múltiples normas emitidas por las entidades responsables del control en estos procesos. Con estos dos diagramas se busca generar mayores beneficios en la disminución de tiempo al revisar norma por norma y así generar un mejoramiento continuo en la industria petrolera. De igual manera se brinda la opción de descargar e imprimir los diferentes documentos importados al programa.

De esta manera se brinda una guía de manejo de la herramienta digital LEGALPETROL, con el fin de facilitar y optimizar el uso del programa a sus respectivos usuarios, para que estos puedan darle el mejor uso y logren satisfacer las necesidades o dudas que puedan tener acerca de las distintas normas técnicas legales establecidas para las operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales y no convencionales en Colombia.

La herramienta digital “LEGALPETROL” podría tener en un futuro distintos cambios en el modo de uso del programa, actualizaciones e ingreso de nuevas normativas y respectivas correcciones de todos los aspectos que se detecten requieran de esto, con el fin de mejorar continuamente la plataforma y brindar los mayores beneficios a los respectivos usuarios.

5.1.1 Sintetizar paso a paso el modo de uso del software. Para lograr brindar al usuario una guía práctica que indique el manejo de la herramienta digital denominada “LEGALPETROL”, se realizó un diagrama de flujo en el cual se especifican los pasos necesarios a realizar con el fin de hacer uso de los aspectos que contiene el programa. En el **Anexo Q** se puede observar el diagrama de flujo diseñado para brindar la guía de manejo del programa LEGALPETROL.

6. CONCLUSIONES

- La herramienta digital desarrollada “LEGALPETROL” tendrá la capacidad de impactar la industria petrolera facilitando el adecuado manejo y comprensión de la normatividad técnica legal vigente en operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos en Colombia.
- Durante el suministro de información al software se especificaron los tipos de operaciones pertenecientes a las actividades upstream, mostrando así de manera detallada cada una de las tareas desarrolladas dentro de estas actividades.
- Se generó el acceso de manera satisfactoria a la información ingresada en el software, con la finalidad de hacer uso de la misma según la necesidad del usuario.
- Las diferentes pruebas de funcionalidad realizadas al programa “LEGALPETROL” arrojaron resultados satisfactorios, cumpliendo con cada uno de los parámetros y objetivos para los cuales fue desarrollado.
- Las herramientas (Diagramas de flujo) propuestas para facilitar la comprensión de la normatividad referente a las actividades upstream en Colombia, guían a el usuario para un mejor entendimiento de las diferentes normas, según el tipo de operación a desarrollar.
- LEGALPETROL demostró dentro de su aplicación una disminución de tiempos en búsqueda de información referente a las normas técnicas legales vigentes y facilitando la comprensión del usuario frente a operaciones en específico del sector upstream.
- El presente trabajo de grado genera una base para futuras integraciones de los aspectos que incluyan normatividad técnica legal referente a las operaciones del sector hidrocarburífero, buscando así un mejoramiento continuo de la industria petrolera.

7. RECOMENDACIONES

- Complementar el programa LEGALPETROL con normatividad referente a procesos Midstream (Transporte, almacenamiento y comercialización de productos crudos o refinados derivados del petróleo) y Downstream (Refinación del petróleo crudo, procesamiento y purificación del gas natural, comercialización y distribución de productos derivados del petróleo crudo y gas natural)
- Ampliar la compilación de la normatividad referente a las operaciones upstream puesto que con el tiempo pueden surgir modificaciones sobre las normas existentes o creación de otras nuevas que rijan aspectos dentro de estas operaciones.
- Para aplicaciones futuras buscar una optimización de LEGALPETROL exportando la información a un lenguaje de programación diferente con mayores funciones buscando facilitar la interface y aplicaciones para el usuario.
- Incluir aspectos técnicos legales que brinden un soporte de los requerimientos ambientales que se exigen dentro de la ejecución de exploración y explotación de hidrocarburos en Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS (ANH). [Consultado el 27 de febrero del 2018]. Disponible en internet: <<http://www.anh.gov.co/porta regionalizacion/Paginas/LA-CADENA-DEL-SECTOR-HIDROCARBUROS.aspx>>.

ÁREA TECNOLOGÍA. [Consultado el 02 de Marzo del 2018]. Disponible en internet: <<http://www.areatecnologia.com/sistemas-operativos.htm>>.

BIBLIOTECA DE MICROSOFT. [Consultado el 08 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb545450.aspx>>.

ECURED. [Consultado el 12 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <https://www.ecured.cu/Controlador_de_dispositivo>.

INFORMÁTICA HOY. [Consultado el 22 de Marzo del 2018]. Disponible en internet: <<https://www.informatica-hoy.com.ar/aprender-informatica/Que-es-el-sistema-operativo.php>>.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Sexta actualización, 1 ed. Bogotá: ICONTEC, 2008. 33 p.

_____. Referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura. NTC 5613. 1 ed. Bogotá: El instituto, 2008. 38 p.

_____. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. NTC 4490. 1 ed. Bogotá: El instituto, 2008. 38 p.

LARSON, Brian. Microsoft SQL Server 2016 Reporting Services, Quinta Edición, Estados Unidos. McGraw-Hill Education. 16 de sept de 2016. 848 p.

LA WEB DEL PROGRAMADOR. [Consultado el 16 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<https://www.lawebdelprogramador.com/cursos/Visual-Basic.NET/5490-Programacion-en-Visual-Basic-Net.html>>.

MÁS ADELANTE. [Consultado el 20 de Marzo del 2018]. Disponible en internet: <<http://www.masadelante.com/faqs/servidor>>.

MICROSOFT. [Consultado el 16 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/visual-basic/>>.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 181495. Bogotá, Colombia. 02 de Septiembre de 2009. 22 p.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Resolución 180742. Bogotá, Colombia. 16 de Mayo de 2012. 8 p.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Resolución 90341. Bogotá, Colombia. 27 de Marzo de 2014. 18 p.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Resolución 41251. Bogotá, Colombia. 23 de Diciembre de 2016. 24 p.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Resolución D-149 de 2017. Bogotá, Colombia. 31 de Marzo de 2017. 20 p.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Resolución 40687. Bogotá, Colombia. 18 de Julio de 2017. 18 p.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Decreto 1616. Bogotá, Colombia. 28 de Agosto de 2014. 3 p.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (MME). [Consultado el 11 de Marzo del 2018]. Disponible en internet: < <https://www.minminas.gov.co/formas-oficiales>>.

PORRAS, Oswaldo. EL ESTADO Y SU ORGANIZACIÓN, Colombia. Febrero 2005. Disponible en internet: <http://www.ceppia.com.co/Documentos-tematicos/ESTRUCTURA-DEL-ESTADO-COLOMBIANO/Estado-y-su-organizacion-DDT.pdf>

SCHLUMBERGER. Oilfield glossary. Disponible en internet: <http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/f/formation_damage.aspx>

OK HOSTING. [Consultado el 22 de Marzo del 2018] Disponible en internet: <<https://okhosting.com/blog/tipos-de-software-su-clasificacion/>>.

ANEXOS

ANEXO A.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(EXPLORACIÓN).

ANEXO B.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(PERFORACIÓN).

ANEXO C.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(TERMINACIÓN DE POZOS).**

ANEXO D.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(TAPONAMIENTO Y ABANDONO DE POZOS).**

ANEXO E.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(PRUEBAS EXTENSAS).**

ANEXO F.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(EXPLOTACIÓN).

ANEXO G.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(CONTROL DE YACIMIENTOS).**

ANEXO H.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(DESMANTELAMIENTO DE CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES).**

ANEXO I.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(INFORMES).

ANEXO J.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 181495 DE 2009
(SANCIONES Y OTRAS DISPOSICIONES).**

ANEXO K.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 180742 DE 2012.

ANEXO L.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 90341 DE 2014.

ANEXO M.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 41251 DE 2016.

ANEXO N.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN D-149 DE 2017.

ANEXO O.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RESOLUCIÓN 40687 DE 2017.

ANEXO P.
DIAGRAMA DE FLUJO DEL DECRETO 1616 DE 2014.

ANEXO Q.
GUÍA DE MANEJO DEL PROGRAMA LEGALPETROL.

