

Modelo de Estructuración de la Gerencia de Completamiento de Pozos en una Empresa
Operadora del Sector de Hidrocarburos en Colombia – Énfasis en Gerencia y Economía de
Hidrocarburos

Edgar Alberto Mayorga Cespedes

Trabajo de Grado para Optar el título de Magister en Ingeniería de Petróleo y Gas

Director

Luis José Abaúnza Sepúlveda

Master of Science Petroleum Engineering

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Químicas

Escuela de Ingeniería de Petróleos

Maestría en Ingeniería de Petróleos y Gas

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

A mis Padres, por ser ese ejemplo y enseñanza acerca el valor de la vida y lo importancia de hacer las cosas de corazón con ética y perseverancia. Me han impulsado a superar mis propias metas día, día y crecer continuamente de manera personal y profesional.

A mi novia, mis hermanos y familiares, que siempre han sido un ejemplo de unidad y perseverancia, su apoyo y cariño invaluable me han ayudado siempre a alcanzar cualquier objetivo en la vida y su soporte en los momentos menos favorables me han impulsado a ser mejor persona a través del tiempo.

A todos mis amigos, que siempre me han apoyado confiando en mí, siendo la voz de mi conciencia cuando desfallezco o dejo proyectos inconclusos para retomar el camino y finalizarlo de la manera más destacable, siendo siempre mi segunda familia.

Edgar Mayorga

Agradecimientos

En el apoyo a este trabajo agradezco a:

A Dios que siempre es el guía en cualquier proyecto que iniciamos en nuestra vida, es aquel que nos proporciona sabiduría y paciencia para sortear cualquier inconveniente.

A la Escuela de Ingeniería de Petróleos UIS por establecer esta oportunidad de enriquecer nuestro conocimiento y agregar herramientas adicionales en nuestro desarrollo profesional y personal.

Al Ingeniero Jhon Franklin Gonzalez, que ha sido siempre mi gran compañero y amigo, donde en este trabajo especialmente fue un gran soporte, y gracias a su conocimiento y destreza en analítica de datos es una pieza fundamental para realizar varios apartes de este proyecto.

Al Ingeniero Edgar Mora, que con su trabajo y liderazgo ha desarrollado una visión clara para el departamento de Completamiento, visión que ha sido una guía en el modelo de Estructuración de la Gerencia de Completamiento desarrollado en este trabajo.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Objetivos	15
2. Análisis General de la Estructura Organizacional de las Empresas Operadoras del Sector Hidrocarburos en Colombia.	16
2.1 Sector de los Hidrocarburos en Colombia	18
2.2 Estructura Organizacional.....	19
2.3 Estructura Organizacional Operadoras del Sector Hidrocarburos en Colombia	21
3. Criterios de Análisis y Evaluación Actividades del Modelo Gerencia de Completamiento	32
3.1 Completamiento.....	32
3.2 Proceso de Valoración con Base en las Actividades de Completamiento	38
3.2.1. Estructura General del Proceso de Valoración de proyectos de Completamiento	40
3.3 Criterios de Evaluación y Análisis, Desarrollo Actividades de Completamiento	41
3.3.1. Fase de Evaluación	43
3.3.2. Fase de Selección.....	44
3.3.3. Fase de Detalle.....	45
3.3.4. Fase de Ejecución	46
3.3.5. Fase de Cierre	47
4. Modelos Gerenciales Evaluación y Selección Mediante un Análisis PAJ	49
4.1 Descripción de la Metodología	49
4.2 Desarrollo De La Metodología	51
5. Modelo de Estructuración de la Gerencia de Completamiento	62

5.1 Roles y Responsabilidades.....	62
5.2 Organigrama Base.....	68
5.3 Dimensionamiento	70
5.4 Recursos para establecer la Gerencia de Completamiento	73
5.5 Modelo de Estructuración Para la Gerencia de Completamiento	79
6. Conclusiones	86
7. Recomendaciones	88
Referencias Bibliográficas	89
Apéndices.....	94

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Empresas Operadoras del sector hidrocarburos en Colombia	22
Tabla 2 Tipos de organización cerrada y conectada.	30
Tabla 3 Actividades principales de Completamiento	37
Tabla 4 Criterios para la selección de la Gerencia de Completamiento	52
Tabla 5 Sub-criterios base de la Gerencia de Completamiento	52
Tabla 6 Perfil de Cargos, personal Gerencia de Completamiento	63
Tabla 7 Criterios de Evaluación Análisis Multi-criterio.....	71
Tabla 8. Principales Recursos Humanos Gerencia de Completamiento.....	74
Tabla 9. Rango Salarial Personal de Completamiento.....	76
Tabla 10. Softwares especializados para análisis de Completamiento	78

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1	Eslabones de sector de hidrocarburos en Colombia 18
Figura 2	Vinculación del Sector Petrolero con la economía nacional..... 19
Figura 3	Las cinco partes básicas de una organización..... 20
Figura 4	Estructura Organizacional Ecopetrol 23
Figura 5	Histórico de las Ganancias de Ecopetrol 24
Figura 6	Estructura Vicepresidencia de Desarrollo y Producción 2019 25
Figura 7	Estructura Gerencia de Perforación y Completamiento 2020 26
Figura 8	Organigrama General Estructura de Transición Hocol 27
Figura 9	Organigrama General Occidental de Colombia, LLC. 28
Figura 10	Organigrama Vicepresidencia de Servicios Técnicos Hocol..... 29
Figura 11	Ciclo de vida de los Yacimientos Productores de Hidrocarburos..... 33
Figura 12	Actividades de Completamiento en pozo productores de hidrocarburos..... 34
Figura 13	Procesos principales de la Etapa de Evaluación y Desarrollo 35
Figura 14	Procesos principales de la Etapa de desarrollo y Producción..... 36
Figura 15	Proceso de valoración de proyectos de la Gerencia de Completamiento 39
Figura 16	Áreas involucradas en el proceso de valoración de proyectos 41
Figura 17	Clasificación de estimados de costos..... 42
Figura 18	Modelo de atributos para la fase de Evaluación. 44
Figura 19	Modelo de atributos para la fase de Selección..... 45
Figura 20	Modelo de atributos para la fase de Detalle..... 46
Figura 21	Modelo de atributos para la fase de Ejecución: 47

Figura 22	Modelo de atributos para la fase de Cierre.	48
Figura 23	Esquema del modelo jerárquico PAJ	50
Figura 24	Características Personal de Completamiento Encuestados.....	53
Figura 25	Distribución en orden de relevancia criterios principales.....	54
Figura 26	Matriz de evaluación de Saaty.	55
Figura 27	Resultados de la matriz de criterios de acuerdo a la escala de Saaty.	55
Figura 28	Resultados normalizados de la matriz de criterios.	56
Figura 29	Criterios y alternativas del modelo PAJ de la gerencia de completamiento.....	58
Figura 30	Matriz de evaluación alternativas gerenciales criterio “Eficiencia”	59
Figura 31	Matriz de evaluación de acuerdo con el modelo de “Eficiencia”	60
Figura 32	Matriz de evaluación de acuerdo con el modelo de “Eficiencia”	60
Figura 33	Modelo PAJ para la definición de la gerencia de completamiento.	61
Figura 34	Modelo PAJ para la definición de la gerencia de completamiento.	61
Figura 35	Interconexión Roles personal que conforma la Gerencia de Completamiento. 65	
Figura 36	Roles y Responsabilidades Fase de Evaluación	66
Figura 37	Roles y Responsabilidades Fase de Selección.....	66
Figura 38	Roles y Responsabilidades Fase de Detalle.....	67
Figura 39	Roles y Responsabilidades Fase de Ejecución	67
Figura 40	Roles y Responsabilidades Fase de Cierre	68
Figura 41	Organigrama base Gerencia de Completamiento	69
Figura 42	Ejemplo, Ingreso de variables, análisis de criterios múltiples.....	72
Figura 43	Ejemplo, Resultados según las variables ingresadas.	72
Figura 44	Análisis Dofa Área de Completamiento	80

Figura 45	Dirección Estratégica.....	82
Figura 46	Funcionamiento de la Gerencia de Completamiento.....	83
Figura 47	Cultura Organizacional de la Gerencia de Completamiento	84
Figura 48	Modelo de Estructuración de la Gerencia de Completamiento	85

Lista de Apéndices

Apéndice A. Resultados Encuesta Expertos Completamiento

Apéndice B. Análisis PAJ Modelos Gerenciales

Apéndice C. Macro de Análisis Criterios Múltiples

“Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS”

Resumen

Título: Modelo de estructuración de la gerencia de completamiento de pozos en una empresa operadora del sector de hidrocarburos en Colombia*

Autor: Edgar Alberto Mayorga Cespedes**

Palabras Clave: Gerencia, Completamiento, Estructura, Procesos, PAJ, Atributos, Multicriterio.

Descripción: El completamiento de un pozo representa una de las etapas más importantes para el desarrollo de un campo productor de hidrocarburos y su planificación tiene que ser conceptualizada para todo el ciclo productivo del proyecto, iniciándose por el diseño antes de la perforación y finalizando en el abandono del activo cuando culmine su vida productiva.

Sin embargo, siendo el completamiento una de las etapas más importantes, muchas de las empresas operadoras del sector hidrocarburos en Colombia no cuentan con una gerencia independiente que este encargada de diseñar y soportar todas las actividades asociadas a esta área, generando deficiencias en los diseños, problemas de integridad en los pozos, afectaciones ambientales, sociales, económicas y legales causadas por malas prácticas, toma de decisiones equivocadas, fuga de conocimiento constante y repetición de errores por la no divulgación de lecciones aprendidas.

En consecuencia, se desarrolla en este trabajo el modelo de estructuración de la gerencia de completamiento, dentro de una compañía operadora del sector hidrocarburos en Colombia, el cual estará basado en analizar y definir las necesidades y objetivos resultantes de la evaluación de las diferentes actividades asociadas a esta disciplina usando en modelo de atributos, estableciendo un proceso de valoración de los proyectos asociados al completamiento y la evaluación de diferentes modelos gerenciales usando el proceso PAJ y dimensionándola con un análisis de criterios múltiples, construyendo de esta forma las bases del modelo gerencial, fortaleciendo los procesos de elección y diseño adecuado, asegurando la integridad de pozos, minimizando costos, reduciendo incidentes operacionales y de HSE que representan una gran carga económica, técnica y de reputación para las compañías del sector.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico Química. Escuela de Ingeniería de Petróleos

Abstract

Title: Structuring model of Well Completion Management in a Colombian operating company in the hydrocarbon sector *

Author: Edgar Alberto Mayorga Cespedes **

Key Words: Management, Completion, Structure, Process, AHP, Attributes, Multi-criteria.

Description: Well completion is one of the most important stages for the development of an oil field and its planning has to be conceptualized for the entire productivity project cycle, starting with the design before drilling and ending with well abandonment at the end of the productive cycle.

However, although well completion is one of the most important stages, it has been shown that many operating oil companies in Colombia don't have an independent management in charge of design and support the activities related with this area, generating design deficiencies, environmental, social, economic and legal effects relating with bad practices, wrong decision making, losing knowledge and repeating past mistakes by not communicate lessons learned.

For that reasons, the structuring model of well completion management in a Colombian operating company in the hydrocarbon sector is developed in this paper , which will be based in define and analyses the needs and objectives resulted of the different completion activities using an attributes model, establishing a process for evaluating the projects associated with completion and evaluation of different organization management models using the AHP process and sizing with the multi-criteria analysis, thus building the foundations of the completion management model, strengthening the selecting and design process, ensuring well integrity, minimizing cost, reducing operational and HSE issues, that represent most of the economic, technical and reputation problems to operative company's in the hydrocarbon industry.

* Degree Work

** Facultad de Ingeniería Físico Química. Escuela de Ingeniería de Petróleos

Introducción

El completamiento de un pozo representa una de las etapas más importantes para el desarrollo de un campo productor de hidrocarburos y su planificación tiene que ser conceptualizada para todo el ciclo productivo del proyecto iniciándose por el diseño del completamiento antes de la perforación y finalizando en el abandono del activo cuando culmine su vida productiva.

Es por esto que la eficiencia y la seguridad del vínculo establecido entre el yacimiento y la superficie determinado en la etapa de completamiento, dependen de la correcta y estratégica disposición de todos los parámetros que lo conforman, de esta forma se asegura la integridad del pozo, se aumenta la productividad y se disminuye significativamente el riesgo de problemas mecánicos, daños medio-ambientales y sobrecostos que afecten directamente a la compañía y su eficiencia operacional.

Actualmente muchas de las empresas operadoras del sector hidrocarburos en Colombia, no cuentan con una gerencia de completamiento independiente y con la autonomía suficiente para liderar las operaciones asociadas a esta actividad, actualmente estas dependencias están indexada a otros departamentos y gerencias de la organización con diferentes especialidades y/o prioridades, lo que no permite una correcta visualización de sus funciones, falta de definición de roles y responsabilidades y falta de programas de desarrollo del personal, generando al final la pérdida de identidad y limitaciones en la toma de decisiones, afianzando las deficiencias en los diseños de completamiento; problemas de integridad en los pozos; afectaciones ambientales, sociales, económicos y legales asociados a malas prácticas, toma de decisiones equivocadas, fuga de conocimiento constante y repetición de errores por la no divulgación de lecciones aprendidas, al

no tener empoderamiento y una área no conceptualizada adecuadamente que aporte a la organización.

Es por esto que mediante el diseño del modelo estructural de la gerencia de completamiento basado en los modelos actuales de gerencia y definido mediante un proceso PAJ (Proceso Analítico Jerárquico), se busca identificar los puntos más críticos dentro de la organización donde interviene el área de completamiento, una idea de su dimensionamiento usando un análisis de criterios múltiples, organizar de forma práctica y coherente la asignación de recursos a cada sector de interés, dando autonomía, visibilidad y empoderamiento, con una estructura organizacional clara, roles y responsabilidades definidos y capaz de asegurar todas las actividades asociado a las operaciones de completamiento, durante el ciclo de vida del activo y posterior abandono.

La implementación de este modelo de estructuración de la gerencia de completamiento permitirá a las empresas operadoras del sector hidrocarburífero que identifiquen falencias en sus procesos, fallas de integridad en los pozos, sobre costos operacionales, deficiencia operativa, entre otros inconvenientes relacionados a esta área del conocimiento, tener una estructura sólida capaz de resolver dichas adversidades de planeación y operacionales, bajo altos estándares de calidad y eficiencia operativa.

1. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un modelo de estructuración de la gerencia de completamiento de pozos, dentro de una empresa operadora del sector hidrocarburos en Colombia.

Objetivos Específicos

Analizar la estructura actual de algunos de los diferentes departamentos y gerencias que integran una empresa operadora del sector hidrocarburos en Colombia.

Establecer los criterios de análisis y evaluación para el diseño del modelo de estructuración de la gerencia de completamiento enmarcado en las actividades desarrolladas desde antes del inicio de la perforación y finalizando con el abandono del activo, basados en modelo de atributos.

Evaluación del modelo o modelos gerenciales base para la selección y desarrollo de los lineamientos de la Gerencia de Completamiento, basados en una metodología PAJ (Proceso Analítico Jerárquico).

Dimensionar y establecer el modelo de estructuración de la gerencia de completamiento en función de los criterios de análisis establecidos, derivados de cada una de las etapas del ciclo de vida de un yacimiento de hidrocarburo, evaluadas bajo un análisis de criterios múltiples.

2. Análisis General de la Estructura Organizacional de las Empresas Operadoras del Sector Hidrocarburos en Colombia.

La industria petrolera constituye uno de los principales motores de la economía colombiana, por ser el principal generador de renta externa y principal fuente de rentas para las regiones.

Sin embargo, siempre ha tenido que afrontar varias dificultades, algunas propias de la industria en el arduo trabajo de encontrar petróleo y otras muchas de carácter jurídico, político, ambiental, económico e incluso de orden público, obligándola a estar en permanente cambio y reorganización de sus estructuras.

Una de los ejemplos más relevantes de las dificultades a la que se expone la industria es tal vez una de las mayores catástrofes de la historia, el cual se dio en el 2010, cuando 20 de abril once trabajadores de BP desaparecen en la explosión en una plataforma petrolífera en el Golfo de México. Dos días después se hunde la plataforma de BP.

En abril del 2015 BP se declara culpable de 11 delitos por negligencia y fallos de seguridad en la plataforma de extracción de crudo Deepwater Horizon. “El reporte de BP concluye que una serie de fallas mecánicas, decisiones humanas, diseños de ingeniería, implementación operacional e interacción entre los equipos de trabajo convergieron para iniciar el reventón” (McAndrews, 2011).

Este antecedente evidenció un gran problema de integridad y negligencia en el diseño y respuesta de ingeniería por las partes involucradas, de los cuales muchos de los procesos mencionados, están asociados a la perforación y completamiento del pozo.

Desde el momento del desastre de Macondo compañías operadoras comienzan a identificar la necesidad de tener grupos especializados en integridad, completamiento y otras áreas enfocadas

a asegurar los procesos durante la vida productiva de los activos desde antes de su perforación hasta el abandono, comenzando una restructuración enfocada a fortalecer sus diferentes áreas de conocimiento.

A nivel nacional las empresas también empezaron a tener re-estructuraciones enfocadas a asegurar los procesos en toda la cadena productiva de la industria petrolera, sin embargo, áreas como el completamiento e integridad siguen indexadas a otras estructuras como la de perforación, o dependiendo de compañías prestadoras de estos servicios.

Posteriormente el 2 de marzo del 2018, Colombia experimenta un problema ambiental relacionado a la industria del petróleo cuando en el corregimiento de la Fortuna, habitantes de la zona detectaron los primeros afloramientos de crudo a un poco más de 200 metros del pozo Lizama 158, operado por Ecopetrol S. A.

En los informes finales se concluyó que durante la emergencia ambiental del pozo Lizama 158 se derramaron 550 barriles de petróleo. (Aguirre Fernández, 2018). En Julio del 2018 Ecopetrol entregó a las autoridades el reporte técnico sobre los factores críticos que se presentaron y ocasionaron el afloramiento de crudo en un predio ubicado a 230 metros del pozo Lizama 158, en este informe concluyó que las causas asociadas a la falla estaban relacionadas con algunas intervenciones de completamiento realizadas, y que junto a otros fenómenos propios del comportamiento de pozo, desencadenaron la emergencia ambiental.

Este evento nuevamente dejó en evidencia, la necesidad de reforzar las estructuras de la organización, posiblemente con la creación de gerencias encargadas directamente de operaciones específicas, como el completamiento que enmarcan el tema de integridad y aseguramiento de los pozos productores de hidrocarburo.

2.1 Sector de los Hidrocarburos en Colombia

La cadena del sector hidrocarburos corresponde al conjunto de actividades económicas relacionadas con la exploración, producción, transporte, refinación o procesamiento y comercialización de los recursos naturales no renovables conocidos como hidrocarburos (material orgánico compuesto principalmente por hidrógeno y carbono), dicho conjunto también está conformado por la regulación y administración de estas actividades. En esta cadena de actividades interfieren diferentes actores que se encargan de desarrollar diferentes acciones en pro de desarrollar el negocio, definiendo tres eslabones principales Figura 1.

Figura 1

Eslabones de sector de hidrocarburos en Colombia



Nota: Recuperado de (Martínez Gómez, 2013)

El tercer eslabón de la cadena productiva de la industria petrolera es el que agrupa las actividades de exploración y producción de petróleo que es realizado principalmente por las empresas operadoras.

Las empresas operadoras de la industria petrolera en Colombia, actualmente constituyen uno de los principales motores de la economía colombiana, por ser el principal generador de renta externa y principal fuente de rentas para las regiones. En Colombia hay alrededor de 22 compañías operadores en el sector hidrocarburos, como lo mostró el último Proceso Permanente de Asignación de Áreas (PPAA) supervisado por la ANH, las cuales han confirmado su interés para explotar y producir petróleo y gas. La mayoría de estas compañías ya tienen un largo recorrido en

el país como Ecopetrol, Occidental, Parex, Gran Tierra Energy, Frontera, Amerisur, Mansarovar, Hupecol, Hocol, Geopark, Ongc Videsh, entre otras. (López Suárez , 2019)

Históricamente la actividad petrolera fue construyendo múltiples relaciones con la economía nacional. En la Figura 2, se observa la vinculación del sector petrolero con el sector público mediante los ingresos fiscales percibidos por el gobierno principalmente por impuestos, regalías y participación en las utilidades de la estatal petrolera. (Enrique López, 2013)

Figura 2

Vinculación del Sector Petrolero con la economía nacional



Nota. Recuperado (Enrique López, 2013)

Como se puede observar la industria petrolera es de vital importancia para la economía, no solo de Colombia si no de cualquier país, por eso es importante que sus estructuras sean sólidas, y cada una de sus gerencias capaces de afrontar las turbulencias que se crean durante los diferentes ciclos de tiempo.

2.2 Estructura Organizacional

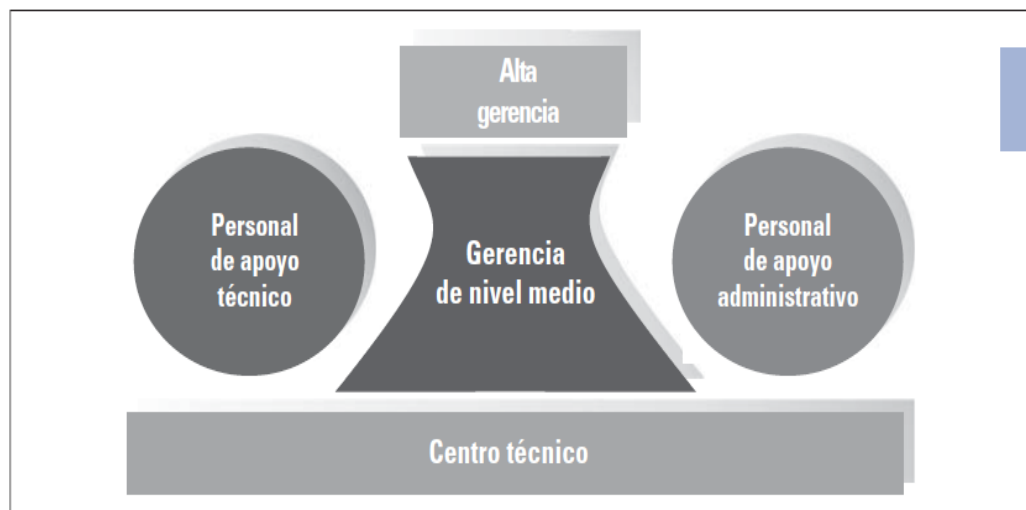
La estructura comprende la forma en que se dividen, agrupan y coordinan las actividades en una organización, así como las relaciones entre los gerentes y los empleados. Mintzberg define a la

estructura de la organización como "el conjunto de todas las formas en que se divide el trabajo en tareas distintas, consiguiendo luego la coordinación de las mismas". (Mintzberg, 1984)

El marco de trabajo propuesto por Henry Mintzberg sugiere que toda organización tiene cinco partes. Estas partes, mostradas en la Figura 3, incluyen el centro técnico, la alta gerencia, la gerencia de nivel medio, el apoyo técnico y el apoyo administrativo.

Figura 3

Las cinco partes básicas de una organización.



Nota. Recuperado de (Daft, 2011)

En las organizaciones enfocadas a la industria de los hidrocarburos también podemos encontrar cada una de las formas resumidas por Mintzberg, señaló cinco elementos pertenecientes a la estructura de las organizaciones como se muestra a continuación:

- Cumbre estratégica: representa lo más alto de la jerarquía de la organización, y está formada por el director y las autoridades más significativas.
- Línea media: formada por los gerentes, supervisores y responsables cuya posición en la empresa se encuentra entre la más alta dirección y el núcleo operativo.

- Estructura técnica o tecnoestructura: su papel es el de estandarizar los procesos de trabajo, diseñando su planteamiento formal y su control.
- Núcleo de operaciones: formado por el grueso de la organización, consiste en el conjunto de operarios que realizan las tareas de producción o de provisión de servicios, por lo que sus funciones, en última instancia, son las que mantienen viva a la organización.
- Personal de apoyo: compuesto por todo el personal y unidades que ofrecen servicios y que realizan funciones para con la organización sin pertenecer a su estructura operacional.

Así pues cada organización puede estructurarse siguiendo distintas “configuraciones”, pero cabe aclarar que no existen organizaciones cuya estructura corresponda con una configuración.

2.3 Estructura Organizacional Operadoras del Sector Hidrocarburos en Colombia

Para realizar un análisis del sector hidrocarburos en Colombia inicialmente se debe establecer como se clasifican las principales empresas de este sector, esto con el fin de poder contextualizar, su principal actividad económica, forma jurídica, tamaño, composición de capital entre otros aspectos que son importantes para entender el tipo de estructura organizacional que las constituye y en la cual basan su funcionamiento. En la Tabla 1 se muestra la clasificación de 10 de las empresas principales con operación en Colombia pertenecientes al sector hidrocarburos.

Tabla 1

Empresas Operadoras del sector hidrocarburos en Colombia

Clasificación de las Empresas Operadoras del Sector Hidrocarburos en Colombia					
Empresa	Actividad Económica	Forma Jurídica	Tamaño	Composición del Capital	Ámbito Operacional
Ecopetrol	Primario-Secundario	Sociedad Anónima	Gran Empresa	Mixta	Multinacional
Hocol	Primario	Sociedad Anónima	Gran Empresa	Privado	Multinacional
Occidental	Primario	Sociedad de Responsabilidad limitada	Gran Empresa	Privado	Multinacional
Geopark	Primario	Sociedad por acción simplificada	Gran Empresa	Privado	Multinacional
Gran Tierra	Primario	Sociedad de Responsabilidad limitada	Gran Empresa	Privado	Multinacional
Frontera Energy	Primario	Corporación	Gran Empresa	Privado	Multinacional
Parex	Primario	Sociedad de Responsabilidad limitada	Gran Empresa	Privado	Multinacional
Mansarovar	Primario	Sociedad de Responsabilidad limitada	Gran Empresa	Privado	Multinacional
Cepsa	Primario	Sociedad Anónima	Gran Empresa	Privado	Multinacional
ONGC	Primario	Sociedad de Responsabilidad limitada	Gran Empresa	Privado	Multinacional

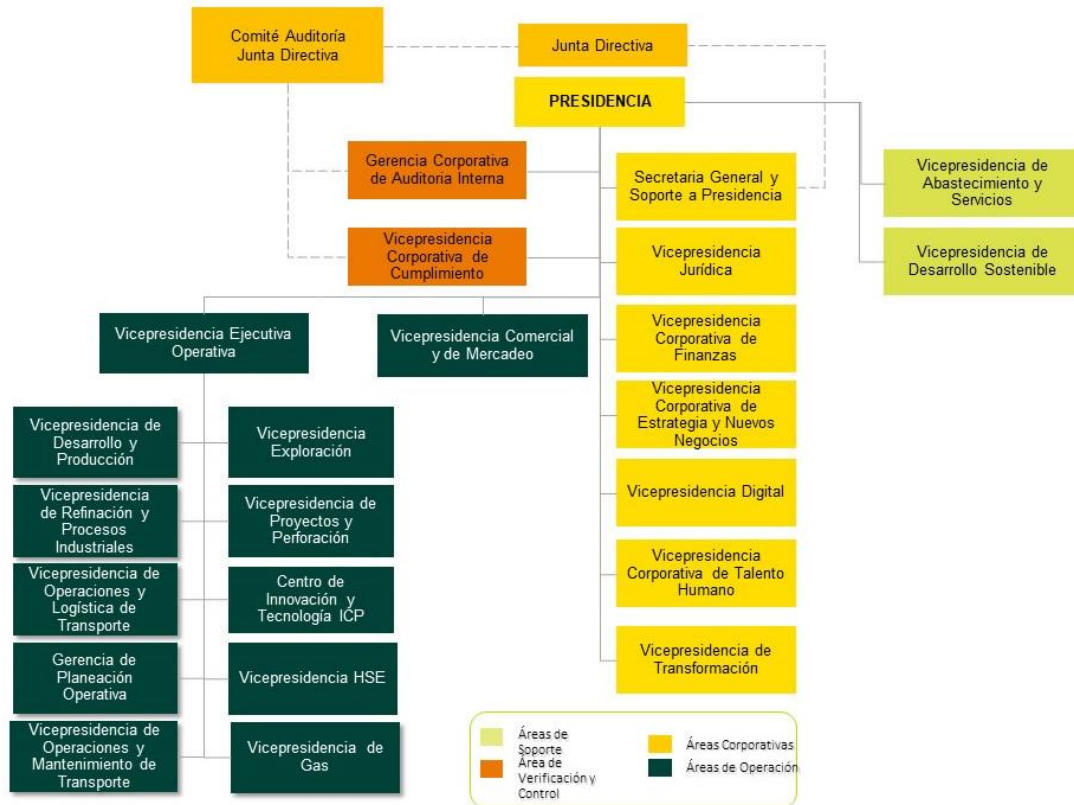
El sistema de clasificación de las empresas, nos da una idea más clara y precisa de cada compañía y nos permite entender mejor el entorno en el cual desarrolla su actividad, enfocando de manera más adecuada su análisis, competencia y estructura organizacional.

En el sector hidrocarburos, las empresas operadoras siguen basadas en el enfoque jerárquico, burocrático y formalizado que surgió en el siglo XIX. Sin embargo, los desafíos que presenta el entorno dinámico actual, requieren de mayor flexibilidad y capacidad de adaptación para casi todas las organizaciones, esto debido a que actualmente las empresas de este sector no tienen un entorno estable, y con la turbulencia de años recientes, los gerentes ya no pueden mantener la ilusión de orden y predictibilidad.

Por ejemplo a continuación podemos observar la estructura general de una de las empresas operadoras del sector hidrocarburos más grande del país, Ecopetrol S.A. Figura 4.

Figura 4

Estructura Organizacional Ecopetrol



Nota: Recuperado de (Ecopetrol S.A, 2020)

Ecopetrol es una de las empresas que mejor se ha podido adaptar a los cambios impuestos en los últimos años del sector hidrocarburos, es una empresa estatal de capital mixto. En los años 2015-2016 tuvo que enfrentarse a una de las crisis más importante por la caída de los precios de los hidrocarburos donde paso de tener utilidades por 13.1 billones en 2013, a arrojar una pérdida de 3.9 billones en el 2015 como se evidencia en la Figura 5, con una inversión reducida y pozos apagados. Sin embargo la organización se trasformó y cambio pasando de una estrategia basada

en la producción de 1'300.000 barriles limpios al 2020, a tener una estricta disciplina de capital, protección de la caja y eficiencia en costos.

Figura 5

Histórico de las Ganancias de Ecopetrol



Nota: Recuperado de la (Leal & Bohórquez Guevara, 2020)

Así mismo realizó reajustes a su estructura y comenzó a fortalecer el área técnica, tratando de minimizar los niveles jerárquicos, basando su estructura en modelo de organización por procesos, los cuales se agrupan en tres grandes grupos: estratégicos, productivos, y de soporte.

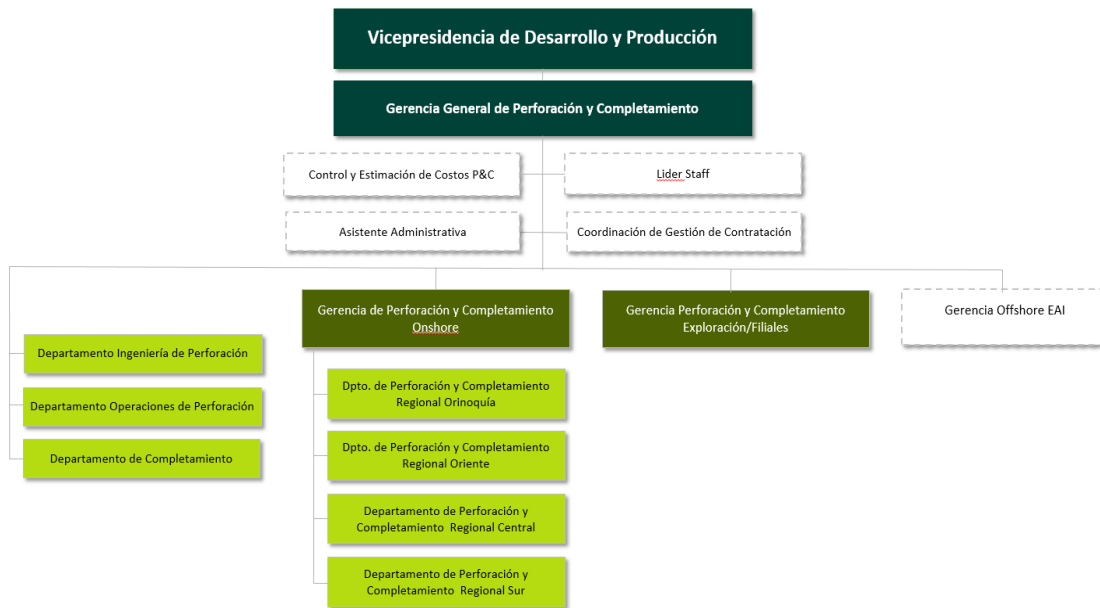
Esta estructura a esta enfocada con el fin de que la organización siga los lineamientos estratégicos de ser una empresa competitiva, generando valor agregado, poseedora de una eficiente cultura organizacional.

Con el fin de analizar más a fondo las estructuras de esta organización, a continuación en la Figura 6, podemos ver uno de los departamentos pilares de esta estructura, como lo es la vicepresidencia de proyectos y perforación que está enfocada en la etapa de evaluación y desarrollo de proyectos de explotación de hidrocarburos, la cual esta principalmente enfocada a las

actividades desarrolladas una vez se toma la decisión de explotar el yacimiento y aun cuando no ha comenzado las actividades de extracción.

Figura 6

Estructura Vicepresidencia de Desarrollo y Producción 2019



Nota: Recuperado de (Ecopetrol S.A, 2019)

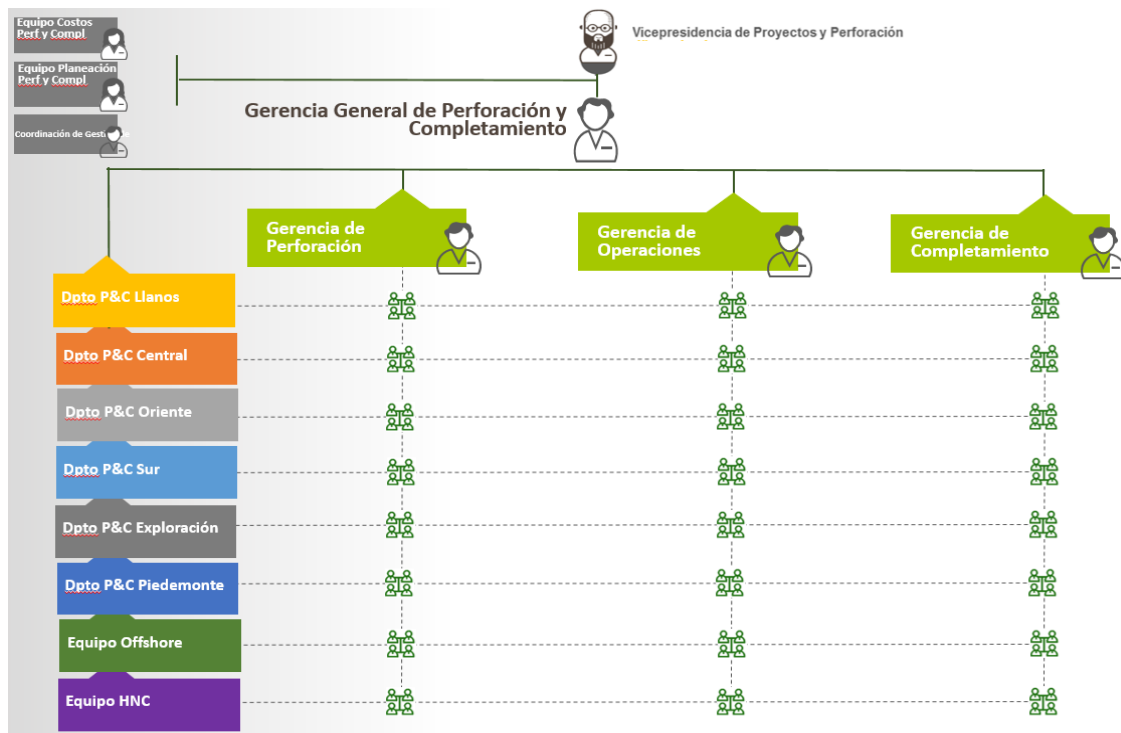
Como se puede ver dentro de la estructura, se vuelve a tener una organización jerárquica funcional, agrupando los procesos por grupo de especialidades y de una forma vertical simple lo que hace que cada grupo tenga una alta competitividad en sus asignaciones reportando de forma vertical a un jefe de departamento, facilitando la comunicación y la toma de decisiones.

Adicional a esto también se puede observar que el departamento de Completamiento esta indexado a la gerencia de perforación, sin embargo se observa ya el establecimiento del departamento de completamiento de manera independiente lo cual permite eliminar varios subprocesos y teniendo una estructura funcional, lo que facilita la toma de decisiones, haciendo el proceso más eficiente, actualmente dentro de la empresa se trabaja en la estructuración de la

Gerencia de Completamiento, demostrando la importancia de este departamento dentro de las empresas operadoras del sector hidrocarburos Figura 7.

Figura 7

Estructura Gerencia de Perforación y Completamiento 2020

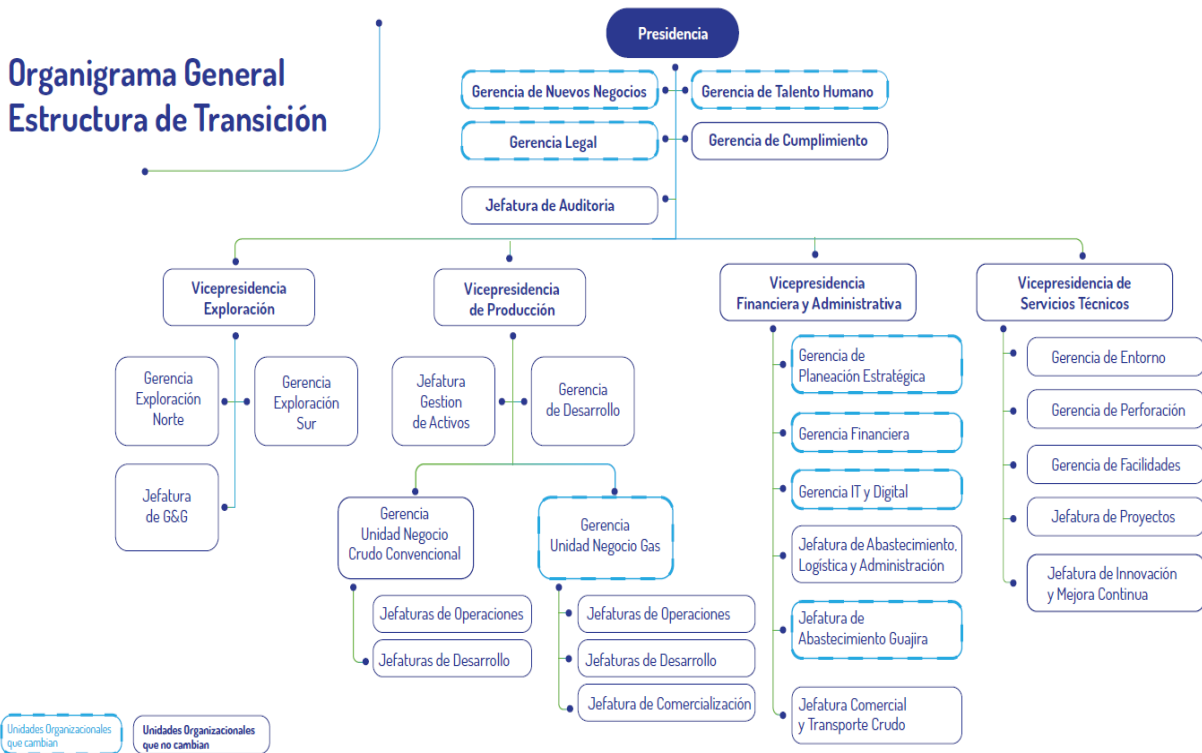


Nota: Recuperado de (Ecopetrol S.A, 2020)

Otras de las empresas operadoras grandes del sector tenemos como ejemplo a: Hocol y Occidental, estas empresas tienen estructuras muy similares a las de Ecopetrol, siendo organizaciones formales que a diferencia de Ecopetrol su origen de capital es privado, también están enfocadas a cambiar de estructuras organizacionales predecibles a organizaciones funcionales, lo cual les permite la especialización en todos los niveles, permite la mejor supervisión técnica posible, pues cada cargo responde ante “expertos” en su campo de especialización. En la Figura 8 podemos observar la estructura general de Hocol S.A

Figura 8

Organigrama General Estructura de Transición Hocol



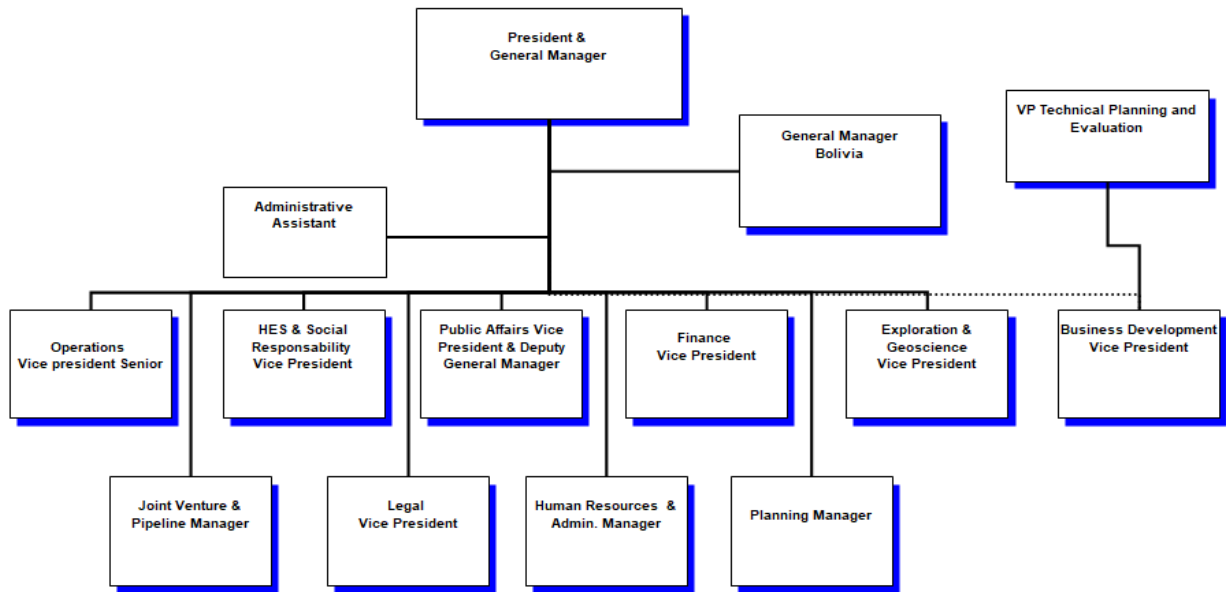
Nota: Adaptado de (Hocol, 2020)

Como se observa en el organigrama se busca una integración vertical desde la parte superior hasta la parte inferior de la organización, reforzando el concepto de una estructura funcional. Actualmente Hocol actúa como una empresa independiente pero hace parte del Grupo Empresarial de Ecopetrol, lo que ha llevado a que su estructura cada vez este correlacionado y estandarizada según la estructura del grupo empresarial.

Continuando con el análisis observamos en la Figura 9 la estructura general de Occidental nuevamente se observa una estructura funcional jerárquica clásica, donde se agrupan las diferentes actividades por especialidades, y cuenta con especialistas en los distintos niveles.

Figura 9

Organigrama General Occidental de Colombia, LLC.



Nota: Adaptado de (Occidental, 2020)

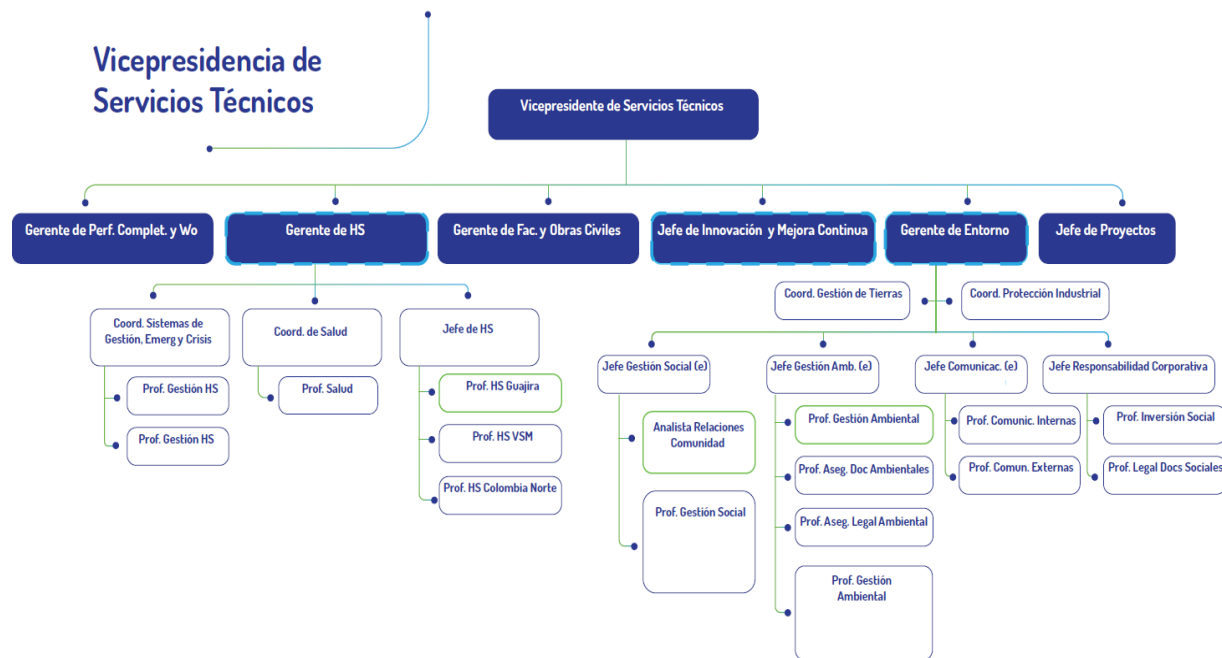
Ya realizando un análisis más a profundidad de cada una de estas dos últimas compañías a nivel de la estructura de cada departamento se puede observar que la estructura jerárquica funcional se mantiene, el principio de agrupar cada grupo de trabajo por especialidad alcanzando altos estándares técnicos en cada rama de la organización, pero en muchos casos se acentúa la falta de comunicación entre los grupos funcionales.

Otro de los aspectos importantes que se pueden observar es que esta misma estructura se mantiene en los diferentes niveles de la organización como se ve en la Figura 10, donde se despliega la vicepresidencia de servicios técnicos de Hocol, en esta nuevamente se ve el mismo modelo principal donde cada una de las áreas se agrupa por especialidades y todos responden ante un líder de área esto hace el proceso menos burocrático, sin embargo se sigue evidenciando una línea de mando directa, una de las cosas importantes como se ha resaltado a lo largo de este análisis, es que dentro de cada organigrama, la interacción con los grupos funcionales no se puede observar

de una manera clara y es un punto siempre a reforzar en este tipo de organizaciones con estructuras funcionales.

Figura 10

Organigrama Vicepresidencia de Servicios Técnicos Hocol.



Nota: Adaptado de (Hocol, 2020)

Otro aspecto a resaltar es que como se mencionaba dentro del análisis el área de completamiento se encuentra indexada al departamento de perforación y “workover”, lo que puede facilitar la comunicación entre estos grupos de trabajo al pertenecer al mismo departamento, pero a su vez generar priorización, asignación de recursos y más enfoque ante la actividad más grande que generalmente se centra en las actividades de perforación.

De la misma forma se pueden ver las estructuras de otras compañías operadoras del sector como lo es Geopark, Frontera, Gran Tierra entre otras, conservan el mismo principio de organización con una estructura funcional adecuada al tamaño y operación de la compañía, variando el número de departamentos, áreas de soporte y personal dentro de la misma.

Algunos autores plantean algunas otras clasificaciones particulares para las estructuras organizacionales que enmarcan también el comportamiento de las empresas del sector de hidrocarburos en Colombia, estas son las organizaciones cerradas y organizaciones conectadas, cuyas principales características se describen en la Tabla 2

Tabla 2

Tipos de organización cerrada y conectada.

Factores	Organización Cerrada	Organización Conectada
Estructura	Jerarquía	Redes
Alcance	Cerrada	Abierto
Recursos Clave	Capital	Talento Humano
Entorno	Estable	Dinámico
Eje Empresa	Directivo	Compromiso
Factor motivacional	Compensación	Compromiso
Gerencia	Controlada	Empoderada
Cumplimiento	Nivel Superior	Objetivos
Compensación	Por nivel	Por Labor
Actitud Laboral	Dominación	Liderazgo

Nota: Recuperado de (Prieto Herrera & Therán Barrios, 2018)

Como se puede observar las empresas del sector hidrocarburos en Colombia están constituidas por una mezcla entre diferentes estructuras corroborando la complejidad de las mismas y lo difícil de encajarlas en un solo prototipo

De manera complementaria, también es importante resaltar que las principales compañías operadoras del sector hidrocarburos en Colombia, tiene operaciones en el extranjero y en la mayoría de casos reportan ante una junta directiva quien está encargada de ayuda a direccionar,

verificar y tomar las decisiones importantes de inversión, sin embargo dentro de los diferentes niveles de cada organización se tienen establecidos los líderes responsables y tomadores de decisión, basados en los aspectos más relevantes a nivel técnico y económico.

En compañías más pequeñas que operan en el sector lo que se puede observar son estructuras organizacionales simples, ya que la línea media de mando es escasa y la comunicación entre áreas es directa, en este tipo de empresas generalmente la toma de decisiones están en la cabeza del gerente o dueño de la compañía respaldado por los líderes de las áreas técnicas quienes le brindan el soporte y la información.

La ciencia de la teoría del caos sugiere que las relaciones en los complejos sistemas adaptativos, incluidas las organizaciones, son no lineales y están constituidas por numerosas interconexiones y opciones divergentes que crean efectos no intencionales y hacen que todo sea impredecible. El mundo está lleno de incertidumbre, caracterizado por la sorpresa, el cambio rápido y la confusión. Los administradores no pueden medir, predecir ni controlar de la manera tradicional, el drama que tiene lugar dentro y fuera de la organización. No obstante, la teoría del caos reconoce también que esta aleatoriedad y este desorden, ocurren dentro de ciertos patrones de orden. Las ideas de la teoría del caos sugieren que las organizaciones deben verse más como sistemas naturales que como máquinas predecibles bien lubricadas. (Daft R, 2011).

La nueva forma de pensar se ha extendido a varias organizaciones para cambiar de las jerarquías tradicionales estrictas, a estructuras flexibles descentralizadas que enfatizan la colaboración horizontal, es por eso que la creación de la gerencia de completamiento está acorde con el nuevo enfoque de las organizaciones, y busca que su implementación ayude a la organización a asegurar procesos, y soportar el corazón del negocio de la compañía.

Sin embargo tendrá un reto considerable en la forma de su estructuración, y es que dentro de la misma tendrá que ser igualmente flexible, descentralizada y menos jerárquica y más colaborativa, con el apoyo de las demás gerencias funcionales, y toda la organización.

3. Criterios de Análisis y Evaluación Actividades del Modelo Gerencia de Completamiento

Con el fin de establecer el diseño del modelo de estructuración del departamento de completamiento, es necesario establecer: ¿qué es el completamiento de pozos y que actividades involucra? De otra parte, es necesario establecer los tipos de estructura que se pueden establecer dentro de las organizaciones y que variables se tienen que tener en cuenta para la creación de una nueva gerencia.

3.1 Completamiento

Actualmente varias empresas relacionadas a la industria de los hidrocarburos se han enfocado en el desarrollo técnico de las operaciones asociadas al completamiento de los pozos, la cual tiene que ser conceptualizada para todo el ciclo productivo del proyecto iniciándose por el diseño del completamiento antes de la perforación y finalizando en el abandono del activo cuando culmine su vida productiva.

El completamiento se define como el diseño, la selección y operación por la cual se busca dotar al pozo del equipo de subsuelo (Tuberías, empaques, herramientas, sistemas de levantamiento artificial, etc), necesario y adecuado a fin de producirlo en forma óptima de una manera segura y rentable, con el objetivo de drenar las reservas de hidrocarburos de los yacimientos, monitorear parámetros de yacimientos e inyectar/disponer efluentes (líquidos o no) o gas.

Figura 11

Ciclo de vida de los Yacimientos Productores de Hidrocarburos



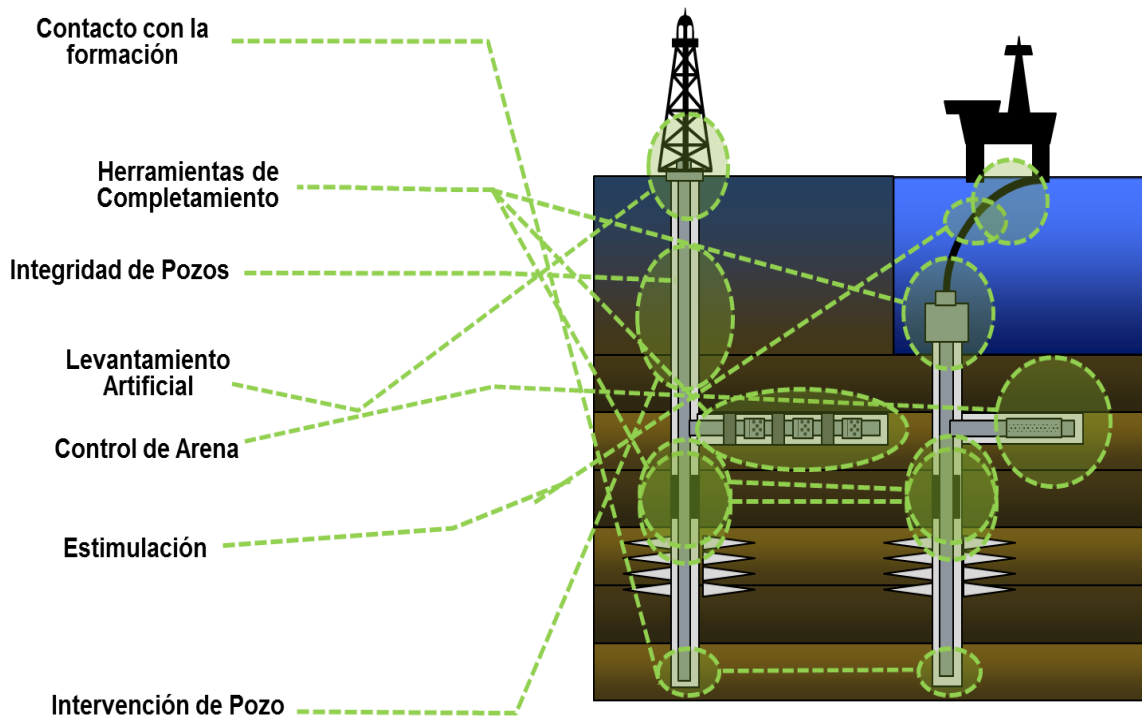
Nota: Adaptado en (Halliburton, 2019)

La etapa de completamiento se tiene que visualizar desde todas las áreas, y su adecuada sinergia permite que se garantice la integridad del activo durante toda su vida productiva, las actividades principales donde interviene el área de completamiento son:

- Integridad de pozo
- Técnicas para conectar el pozo con la zona productora
- Herramientas de completamiento, control de arena.
- Trabajos Remediales
- Levantamiento Artificial
- Estimulación
- Fracturamiento
- Intervención de Pozo
- Abandonos

Figura 12

Actividades de Completamiento en pozo productores de hidrocarburos



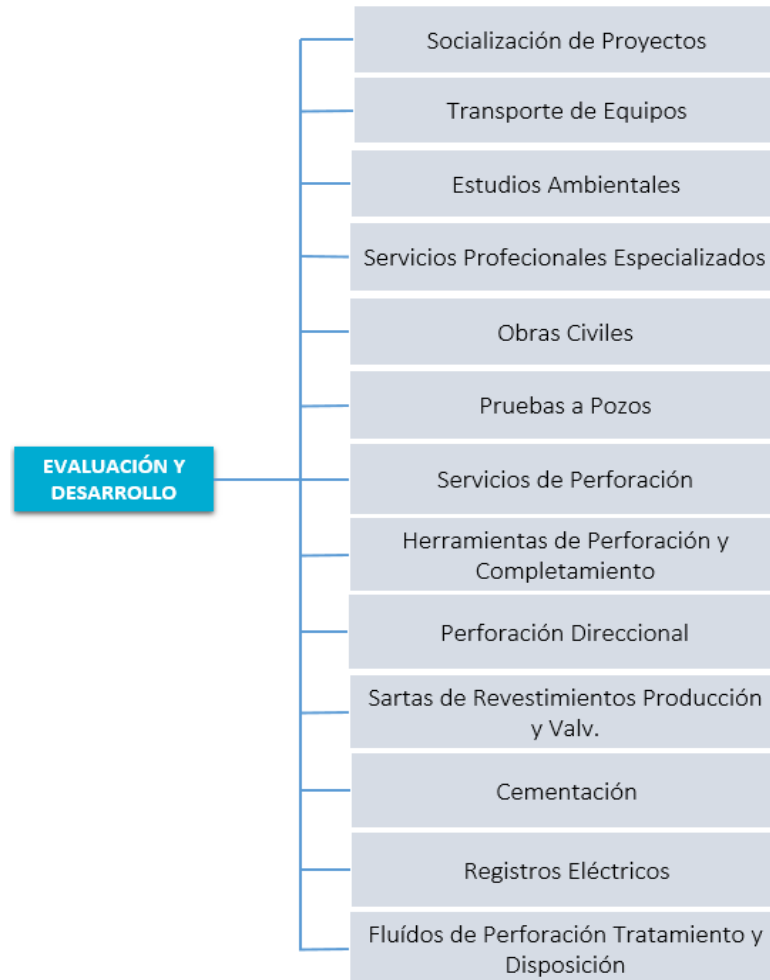
Nota: Adaptado de (Halliburton, 2019)

Como se mencionó anteriormente la etapa de completamiento se encuentra presente en toda la vida productiva del pozo sin embargo su actividad más relevante se da durante la etapa de evaluación, desarrollo, y la etapa de desarrollo de producción.

La etapa de evaluación y desarrollo está compuesta por los procesos que se llevan a cabo una vez se toma la decisión de explotar un yacimiento y cuando aún no ha comenzado las actividades de extracción. En este momento se realizan las pruebas que van a determinar la mejor manera para extraer la mayor cantidad de hidrocarburos de los yacimientos, en los diferentes campos. Figura 13, se muestra de manera general como se distribuye esta etapa.

Figura 13

Procesos principales de la Etapa de Evaluación y Desarrollo



Nota: Recuperado de (Martínez Gómez, 2013)

Esta es una etapa importante para el desarrollo de los proyectos asociados a los hidrocarburos, por lo tanto el personal y los requisitos de la industria se hacen más especializados, como es el caso de profesionales, con posgrados, capacitación especializada de la empresa y varios años de experiencia en el sector, donde estos dos últimos requerimientos son particularmente importantes. (Martínez Gómez, 2013)

La siguiente etapa importante donde esta involucradas las operaciones de completamiento es la etapa de desarrollo y producción, la cual es el final del upstream. Teniendo en cuenta todos los conocimientos adquiridos en las etapas previas de exploración y evaluación, esta es una de las etapas más importantes ya que a nivel de pozo, el aseguramiento es mayor permitiendo establecer un producción continua de los hidrocarburos a superficie de manera segura durante la vida útil del activo, siendo fundamental el aseguramiento de todos los sistemas asociados al completamiento. En la Figura 14, se resumen los procesos más importantes asociados a esta etapa donde se puede observar que en su gran mayoría están asociados al completamiento del pozo.

Figura 14

Procesos principales de la Etapa de desarrollo y Producción.



Nota: Recuperado de (Martínez Gómez, 2013)

Como se mencionaba anteriormente el ciclo de vida de un yacimiento productor de hidrocarburos involucra múltiples etapas de desarrollo, pero su evaluación debe estar estandarizada con el fin de seguir un proceso que permita identificar los retos técnicos, establecer costos y evaluar las alternativas técnico-económicas más adecuadas para el completamiento del pozo en cada uno de estos ciclos, por eso la Gerencia de Completamiento y las actividades desarrolladas en la misma se deberán regir por un proceso de evaluación de pozos estándar, construido mediante un modelo de atributos, y ajustado a las necesidades técnicas de evaluación relacionadas al completamiento del activo.

Dentro de las actividades principales que tiene que desarrollar las fases de completamiento, se resaltan las siguientes en la Tabla 3, según el ciclo de vida del yacimiento.

Tabla 3

Actividades principales de Completamiento

ACTIVIDADES PRINCIPALES DE COMPLETAMIENTO DURANTE EL CICLO DE VIDA DEL ACTIVO	
Exploración	* Evaluar en conjunto con las demás áreas la viabilidad del Proyecto * Definir en conjunto cual va a ser la estrategia de Producción del campo o activo. * Establecer una línea base de desarrollo asociada a la estrategia de Producción. * Analizar proyectos "Offset" * Evaluar complejidad del proyecto * Estimar costos para evaluar la viabilidad del proyecto
Construcción del Pozo	* Elaborar Requerimientos Mínimos de Subsuelo * Identificar opciones de diseño Completamiento * Diseñar y evaluar el Fluido de Completamiento * Seleccionar la mejor opción de completamiento * Seleccionar el sistema de Levantamiento * Identificar los riesgos asociados al Completamiento * Definir compañías de Servicio para la ejecución de cada etapa de completamiento * Definir los requerimientos de equipos para realizar el Completamiento

Completamiento	* Definir los requerimientos de entorno HSE, a ambientales, seguridad física * Recibir locaciones y equipos para el completamiento del pozo * Establecer estrategias de desarrollo (Fracturamiento, estimulación, cañoneo etc) * Realizar programas de Completamiento * Notificar a los contratistas * Realizar supervisión durante la ejecución de las actividades asociadas al completamiento. * Realizar talleres y reuniones pre-operacionales. * Realizar el seguimiento a los costos y los tiempos Operacionales
Producción	* Realizar lo programas para pruebas del Pozo * Realizar las pruebas iniciales del Pozo * Seleccionar herramientas y equipos para la prueba del Pozo * Verificar compatibilidad de los componentes de completamiento para producción * Asegurar el cumplimiento de todos los parámetros de integridad del pozo * Realizar los informes y aseguramiento de información de todas las actividades de completamiento. * Realizar cierre de costos del proyecto. * Entregar el pozo a producción.
Abandono	* Definir la estrategia de Abandono * Realizar el estimativo de costos * Realizar Matriz de riesgos * Seleccionar equipos de Completamiento para Abandono * Elaborar programas de abandono * Asegurar que se cumplan con todos los criterios de integridad una vez se abandone el pozo.

3.2 Proceso de Valoración con Base en las Actividades de Completamiento

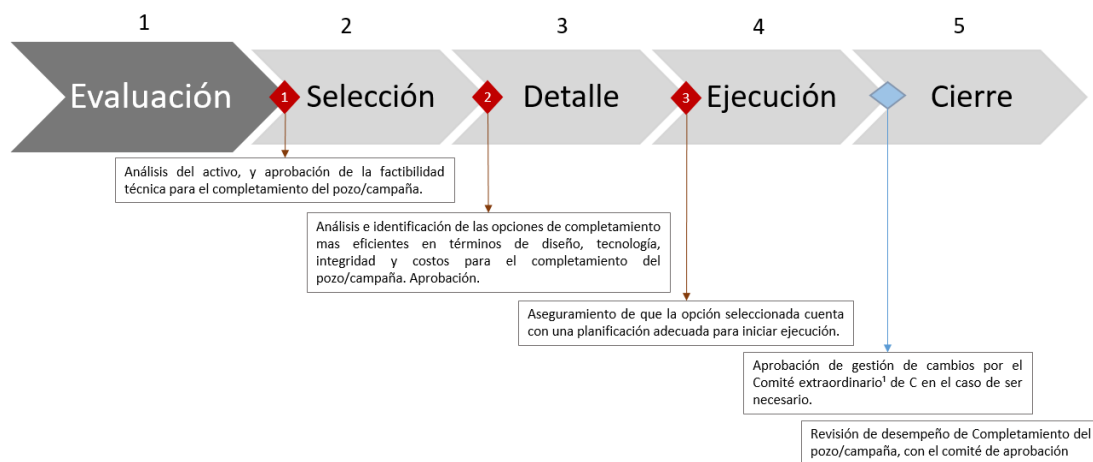
Los procesos para la toma de decisiones usadas en la evaluación de los ciclos de vida de los pozos o activos, son altamente usados y reconocidos en la industria de los hidrocarburos, y surge de las mejores prácticas, en este caso en Perforación y Completamiento, estos procesos establecen criterios de evaluación generales que permiten definir una serie de actividades línea de tiempo y los respectivos planes para su ejecución. Es importante resaltar que este proceso no describe el “paso a paso” del trabajo que se realiza, si no, que propone un marco y una estructura para el desarrollo de la funciones.

Este tipo de procesos son basados en la metodología de gestión de proyectos de inversión FEL (Front End Loading), el cual es una metodología basada en el concepto de puertas de decisión donde en cada puerta se aprueba o no, el pasaje de la siguiente etapa. Esta metodología permite acotar incertidumbres manteniendo los costos y los tiempos dentro de los rangos aceptables (Biggeri & Dusek, 2018). Esta metodología se puede ajustar según las necesidades de cada proyecto, para la gerencia de completamiento este proceso se establecerá estableciendo las compuertas según la etapa de maduración y el estado en que se encuentre el activo/yacimiento, independiente del ciclo de desarrollo que se encuentre el mismo. La ventaja de este tipo de procesos es que bajo un proceso estándar se pueden análisis cualquier fase del ciclo de vida del pozo e involucrar áreas transversales como soporte, para realizar una adecuada evaluación, maduración y ejecución.

A continuación en la Figura 15, se definen las 5 fases principales que se desarrollaran durante la implementación del proceso de valoración de los pozos/campañas, la progresión de las fases pasa por la aprobación de tres compuertas de decisión y el cumplimiento de dos hitos clave.

Figura 15

Proceso de valoración de proyectos de la Gerencia de Completamiento



3.2.1. Estructura General del Proceso de Valoración de proyectos de Completamiento

Para cualquier organización, es importante definir el modelo de gobernabilidad que regirá cada proceso y establecer quien serán los principales tomadores de decisión, durante las diferentes fases establecidas bajo el mismo.

La aprobación de las decisiones y aprobación de las fases se da en dos instancias, una compuerta de decisión la cual se realiza la revisión del cumplimiento de actividades, entregables y objetivos por parte del comité de completamiento y su par de perforación, y un comité multidisciplinario donde participan representantes de las demás áreas involucradas en el proyecto donde se evalúa el estatus del pozo/campaña y se aprueba/desaprueba la continuidad del mismo.

En la Figura 16, se puede observar dentro del proceso las cuatro áreas que participarían dentro del proceso valoración incluyendo las áreas aprobadoras y la interrelación con los demás departamentos, para asegurar una evaluación integral en cada etapa del ciclo de vida del yacimiento productor de hidrocarburos.

Dentro de la estructura de la organización, la Gerencia de Completamiento es independiente y su participación está a la par con los demás departamentos esto facilita que las actividades realizadas de las cinco etapas que se sugiere en el proceso de valoración (Figura 15), puedan ser evaluada de manera independiente asignando recursos según en base a las necesidades identificadas.

Figura 16

Áreas involucradas en el proceso de valoración de proyectos



3.3 Criterios de Evaluación y Análisis, Desarrollo Actividades de Completamiento

Con el fin de establecer la forma adecuada para agrupar y estandarizar las actividades de completamiento se definió realizar la estructura de cada una de las fases del proceso utilizando un modelo de atributos, el cual tiene como finalidad agrupar una serie de actividades interrelacionadas y la utilización eficaz de recursos, para cumplir el objetivo establecido en cada fase.

Se estandarizan cinco criterios como atributos principales que se van a desarrollar en las diferentes fases del proceso y de las cuales se establecen las actividades que deberán realizarse desde la gerencia de completamiento para el aseguramiento del activo durante las diferentes etapas del ciclo de vida del yacimiento, estos atributos se mencionan a continuación:

- **Técnicos:** Este atributo reúne todas las actividades enfocadas a la visualización del activo desde el punto técnico, dependiendo de la fase del proceso, de acá se deberá

desprender todas las actividades relacionadas a evaluar, planear, seleccionar y/o ejecutar el mejor diseño de completamiento.

- **Integridad:** Establece todas las actividades que permitan la visualización de riesgos del activo según su etapa de desarrollo, asegurando planes de mitigación y aseguramiento según la fase de desarrollo del mismo.
- **Costos:** Busca cuantificar los costos asociados a la estrategia de completamiento, y establecer en base a los criterios técnicos la mejor alternativa del yacimiento. El nivel de exactitud de la estimación de costos deberá ser mayor en las fases más avanzadas del proceso. A continuación se definen los niveles de exactitud de las estimaciones de costo:

Figura 17

Clasificación de estimados de costos.

Clase de estimado	Nivel de definición de proyecto (expresado como % de definición completa)	Uso final/ etapa (finalidad típica del estimado)	Metodología (método típico de estimación)	Rango de precisión esperado (intervalos típicos en rangos mínimo y máximo)	Esfuerzo de preparación
Clase 5	0% a 2%	visualización	Factores de capacidad, modelos paramétricos o analogías.	mín: -20% a -50% máx: +30% a 100%	1
Clase 4	1% a 15%	Estudios de factibilidad	Factorización de equipos o modelos paramétricos.	Mín: -15% a -30% Máx: +20% a 50%	2 a 4
Clase 3	10% a 40%	Estimado, autorización o control	Unidades de costos semi detalladas	Mín: -10% a -20% Máx: +10% a 30%	3 a 10
Clase 2	30% a 70%	Control u oferta	Unidades de costos detalladas con lista de materiales preliminar	Mín: -5% a -15% Máx: +5% a +20%	4 a 20
Clase 1	50% a 100%	Chequeo de estimado u oferta	Unidades de costos detalladas con lista de materiales preliminar	Mín: 3% a -10% Máx: +3% a +15%	5 a 100

Nota: Recuperado (Biggeri & Dusek, 2018)

- **Logísticos:** Agrupa las actividades relacionadas con la consecución de los equipos y materiales asociados al desarrollo de las diferentes actividades de

completamiento. Involucra de manera transversal áreas de soporte, abastecimientos y compras.

- Retroalimentación: Enmarca las actividades enfocadas a capturar, analizar, y documentar todas las lecciones aprendidas en el desarrollo del activo o de activos de la organización, y asegura que las mismas sean puestas en práctica durante las diferentes fases del proceso.

Al final de cada fase se debe recopilar la información adquirida mediante el desarrollo de las diferentes actividades, establecer los entregables correspondientes y una vez presentadas al área aprobadora obtener el aval para la continuación del proceso.

3.3.1. Fase de Evaluación

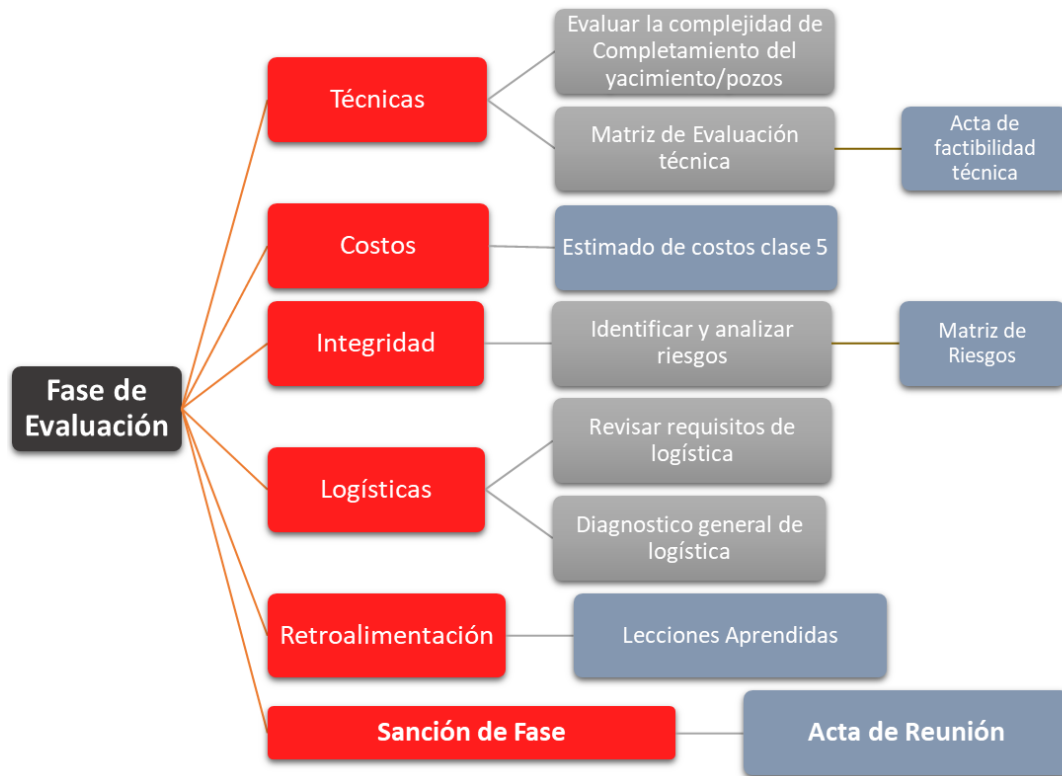
El objetivo de esta fase es determinar si es factible el desarrollo de yacimiento, realizando una perfectibilidad técnica, económica y de riesgos a nivel de completamiento de forma conceptual. Es la fase primaria en la proceso de valoración, en esta fase la información de campos análogos o proyectos de similares características es muy importante.

Como variables importantes de entrada para este proceso, se deben considerar:

- Informes de yacimientos,
- Informes de geología
- Visión estratégica del proyecto
- Estrategia de producción del yacimiento

Figura 18

Modelo de atributos para la fase de Evaluación.



3.3.2. Fase de Selección

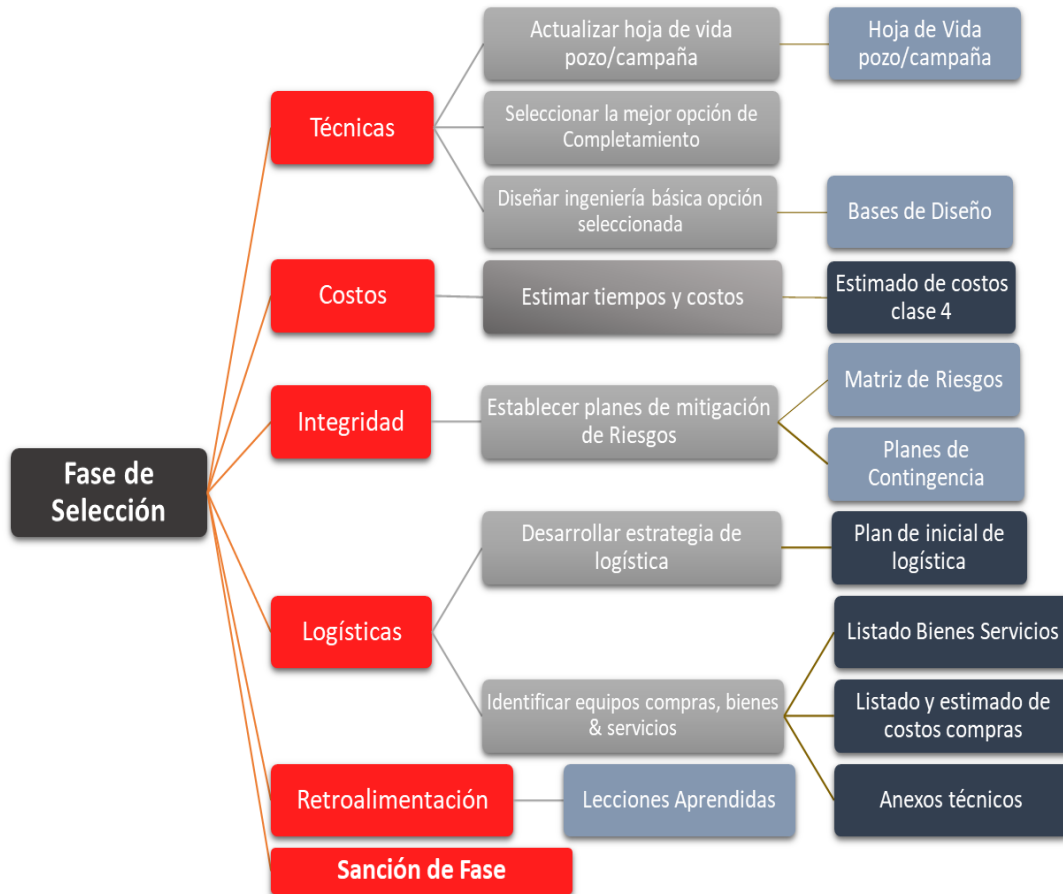
El objetivo de esta fase es elegir la opción óptima de diseño de completamiento del pozo/campaña teniendo en cuenta costos, tiempos y riesgos,

Como variables importantes de entrada en este proceso se deben asegurar la siguiente información:

- Requerimientos mínimos de Subsuelo
- Diagnostico general de logística de Completamiento (Fase de Evaluación)
- Matriz de Riesgos preliminar (Fase de Evaluación)

Figura 19

Modelo de atributos para la fase de Selección.



3.3.3. Fase de Detalle

El objetivo de esta fase es desarrollar la ingeniería correspondiente de la opción seleccionada en la fase anterior, igualmente realizar la asignación de recursos, servicios, equipos y demás información que permita asegurar el desarrollo de la siguiente fase.

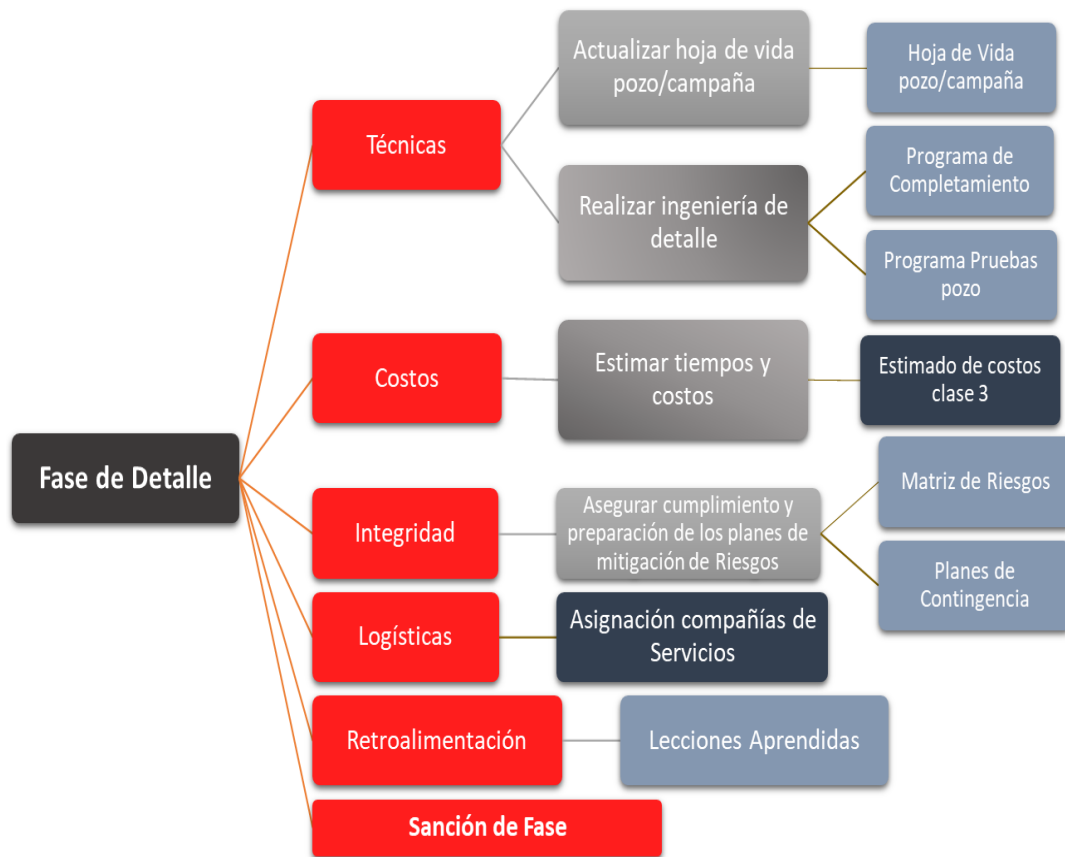
Como variables importantes de entrada en este proceso se deben asegurar la siguiente información:

- Bases de diseño (Fase de selección)
- Estimado de Costos clase 3 (Fase de selección)

- Plan Inicial de logística (Fase de selección)
- Contratos (Área de Abastecimientos)
- Asignación de recursos (Área de Proyectos)

Figura 20

Modelo de atributos para la fase de Detalle.



3.3.4. Fase de Ejecución

El objetivo de esta fase es ejecutar el plan de completamiento y pruebas, entregando el pozo cumpliendo todos los requerimientos de integridad.

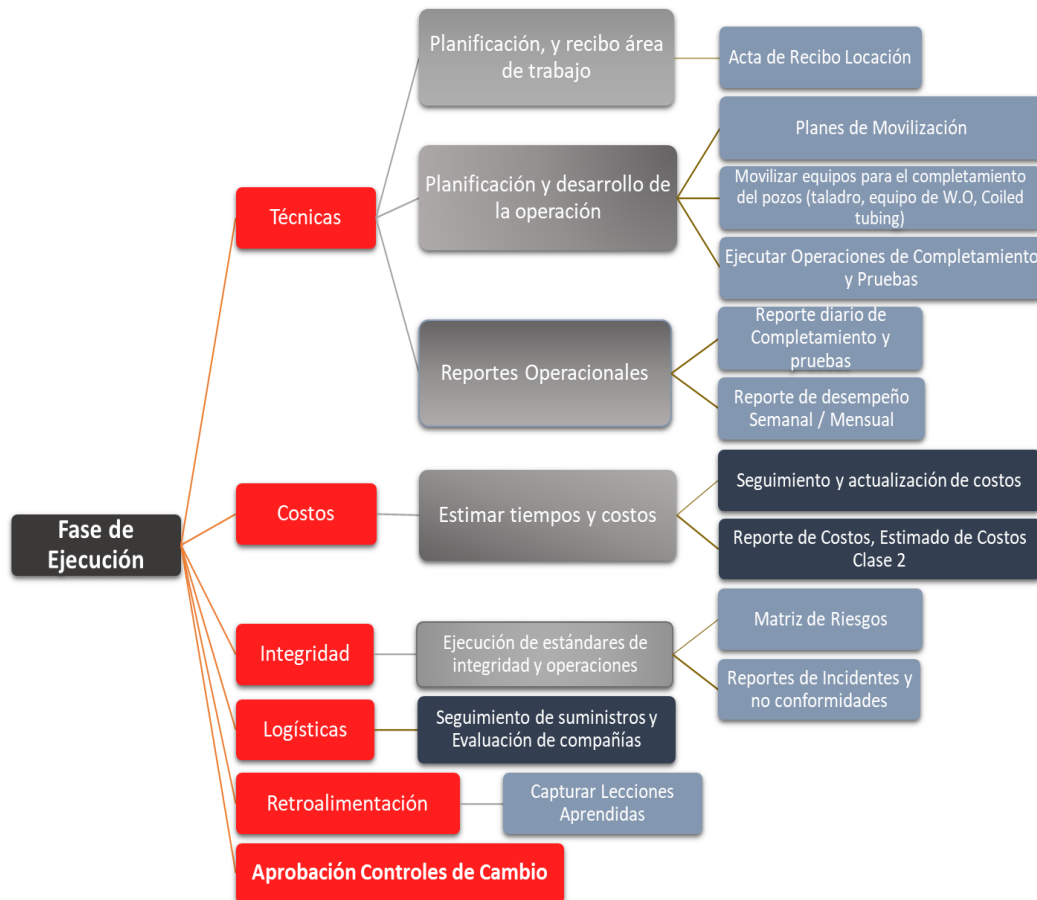
Como variables importantes de entrada en este proceso se deben asegurar la siguiente información:

- Matriz de riesgos actualizada (Fase de detalle)

- Programa de Completamiento (Fase de detalle)
- Estimado de Costos clase 2 (Fase de Selección)

Figura 21

Modelo de atributos para la fase de Ejecución:



3.3.5. Fase de Cierre

Revisar el desempeño del trabajo de completamiento en tiempo, costos y cumplimiento de objetivos.

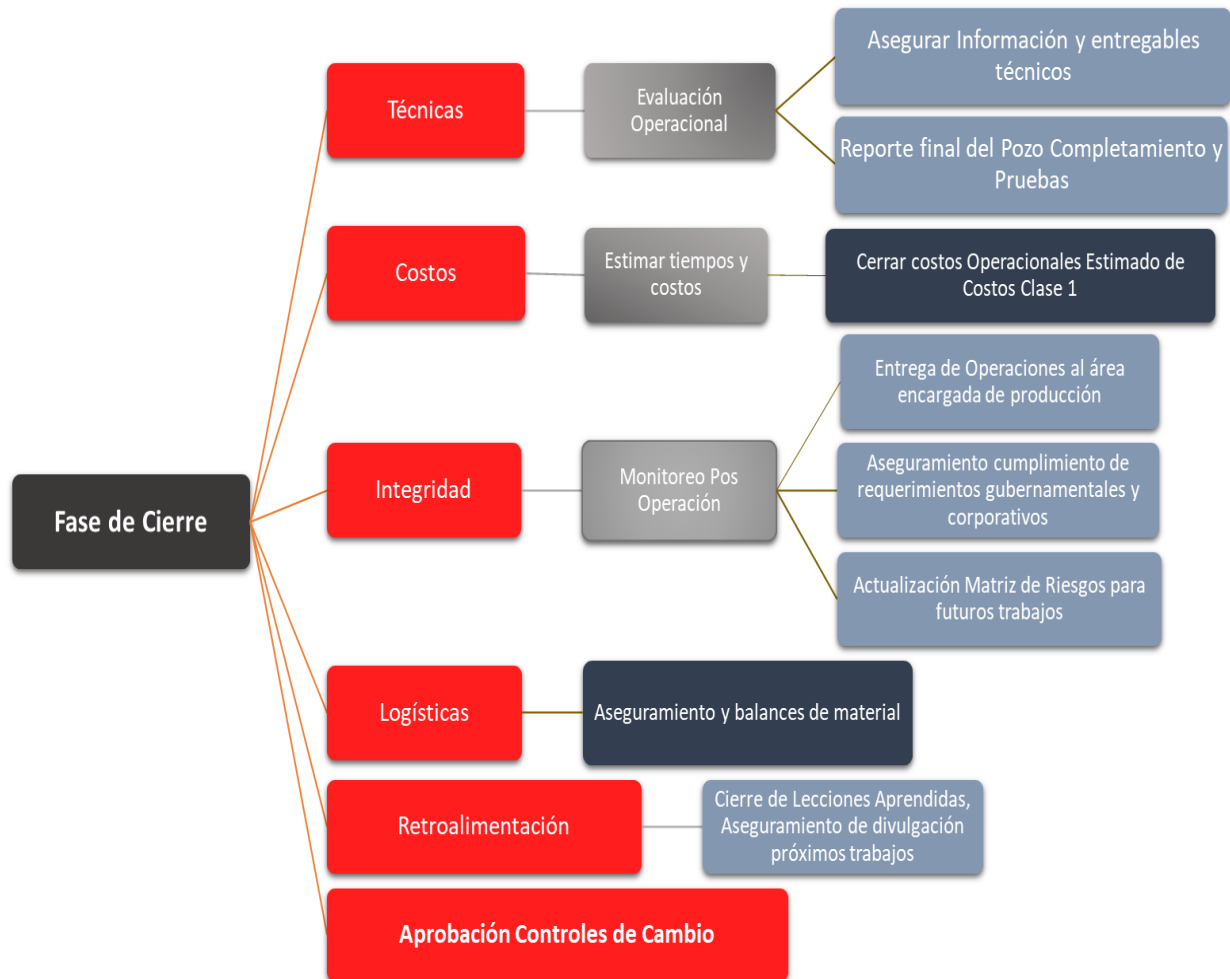
Como variables importantes de entrada en este proceso se deben asegurar la siguiente información:

- Reportes (Fase de Ejecución)

- Programa de Completamiento (Fase de detalle)
- Estimado de Costos clase 2 (Fase de Selección)

Figura 22

Modelo de atributos para la fase de Cierre.



Tener un proceso de evaluación estándar y enmarcado en las diferentes actividades de completamiento será la base para establecer y analizar los diferentes modelos gerenciales existentes y seleccionar cual o cuales se ajusta más a los requerimientos y objetivos durante las diferentes fases de valoración que tendrá encargada la gerencia de completamiento, durante el ciclo de vida del yacimiento.

4. Modelos Gerenciales Evaluación y Selección Mediante un Análisis PAJ

Un modelo es un prototipo que sirve de referencia para todos los que diseñan y confeccionan productos de la misma naturaleza, el modelo es la representación de una realidad que refleja pautas para ser imitadas.

Los modelos gerenciales son estrategias de gestión organizacionales que se utilizan en la dirección y el desarrollo del sistema y procesos de la empresa, el modelo seleccionado determinará pautas, y es una base de sustento que a la larga permite el desarrollo orientado de la empresa u organización que la utiliza.

Sin embargo ningún modelo por si solo es suficiente para poder direccionar la empresa, por lo que su aplicación de uno o varios modelos de forma creativa es el secreto del éxito.

4.1 Descripción de la Metodología

Para la selección del modelo de gerencia se realizó el análisis mediante la implementación de un modelo PAJ (Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) el cual consiste en una forma de análisis que tiene ventajas en términos de simplicidad y claridad, pese a lo cual su aplicación tiene un escaso desarrollo, al punto que se encuentran solo unos pocos antecedentes en Iberoamérica, algún incipiente tratamiento en el país y es prácticamente desconocido en la práctica profesional de la Evaluación de Proyectos.

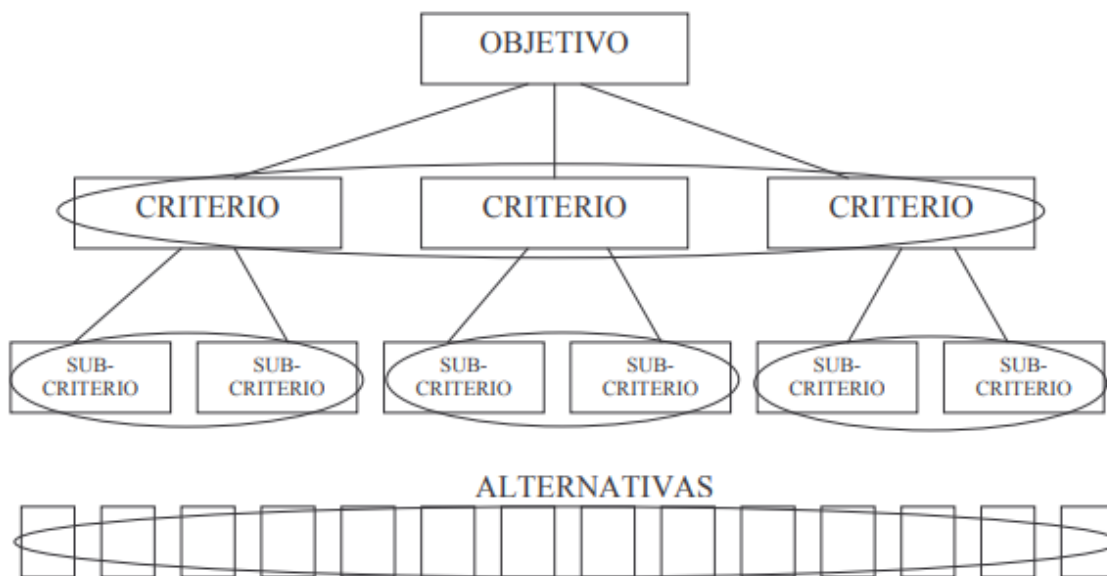
El PAJ parte de una metodología de trabajo sencilla, basada en la descomposición del problema (o el objetivo) en una estructura jerárquica. Este proceso se fundamenta en varias etapas que se destacan a continuación:

Primera etapa: En una primera etapa se construye una jerarquía básica, conformada por el Objetivo General y los Criterios que, a su vez, pueden estar constituidos por diversos niveles

jerárquicos. La jerarquía se construye de modo tal que los elementos de un mismo nivel sean del mismo orden de magnitud y puedan relacionarse con algunos o todos los elementos del siguiente nivel. En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de decisión (objetivo). Los elementos que afectan a la decisión son representados en los niveles inmediatos inferiores, de forma que los criterios ocupan los niveles intermedios.

Figura 23

Esquema del modelo jerárquico PAJ



Nota: Recuperado de (Alvarez Alonso , Arquero Hidalgo, & Martínez Izquierdo, 2008)

Segunda etapa: Una vez construida la estructura jerárquica del problema se da paso a la segunda etapa del proceso del PAJ: la valoración de los elementos. El decisor debe emitir sus juicios de valor o preferencias en cada uno de los niveles jerárquicos establecidos. Esta tarea consiste en una comparación de valores subjetivos "por pares" (comparaciones binarias). Estas comparaciones se basan tanto en factores cuantitativos como cualitativos.

Tercera etapa: El paso siguiente, tercera etapa, comprende el análisis de las distintas opciones (alternativas) propuestas para valorar en qué medida éstas satisfacen cada uno de los

Criterios. Este grado de satisfacción puede ser medido a partir de escalas diferentes, a saber: ordinal, cardinal, nominal, dependiendo de las particularidades del criterio.

Cuarta etapa: Por último, se sintetiza el resultado a partir del aporte relativo de cada alternativa a cada uno de los criterios y del nivel de preferencia relativo atribuido a éstos, para alcanzar el Objetivo General.

4.2 Desarrollo De La Metodología

Tomando como base la anterior descripción, se procederá al desarrollo de cada una de las fases; para la primera fase se definió que el objetivo general del análisis es:

- “Realizar la evaluación, selección y ejecución de los diseños adecuados de completamiento antes de la perforación y finalizando en el abandono del activo cuando culmine su vida productiva, asegurando la integridad de los pozos, de una manera eficiente, costo-efectiva, ambientalmente responsable y bajo todos los estándares técnicos que actualmente exige la industria.”

Como se puede apreciar el principal producto que se espera de la gerencia de completamiento según el objetivo establecido y las diferentes actividades plasmadas en el proceso de valoración, gira entorno a las habilidades del personal, por lo cual, el modelo gerencial deberá fortalecer este componente y su estructura base tomar cualidades importantes de los modelos gerenciales enfocados a las personas y el mejoramiento continuo.

Para la segunda etapa fueron definidos los principales criterios que serán la columna vertebral de la gerencia de completamiento, y direccionaran la base del modelo gerencial, para esto y acorde al análisis de las estructuras organizacionales actuales en el sector de hidrocarburos en Colombia, se definieron las características que deberá tener esta gerencia, Tabla 4

Tabla 4

Criterios para la selección de la Gerencia de Completamiento

Estructura Organizacional	Características de la Gerencia de Completamiento
Estructura	Funcional - Simple
Recursos Clave Personal	Plan de Desarrollo - Empoderamiento
Entorno	Estable - Dinámico
Proceso	Eficiencia-Agilidad-Flexibilidad
Calidad del Producto	Objetivo

De acuerdo con estas características se tomaron 10 criterios asociadas a estos y que serán el punto de partida para definir el diseño de la estructura de la gerencia, esto con el fin de poder realizar una evaluación de los diferentes modelos gerenciales y mediante una valoración y comparación entre los mismos establecer cuál o cuáles serán los más adecuados.

Tabla 5

Sub-criterios base de la Gerencia de Completamiento

Criterios	Definición
Funcional	La división del trabajo se agrupa por las principales actividades o funciones especializadas que deben realizarse.
Eficiente	Realizar las tareas y/o actividades de la forma correcta, consumiendo los menores recursos posibles
Empoderamiento de Personal	Desarrollar las habilidades del personal al máximo, dando las cualidades a las personas de tomar decisiones y afrontar las distintas situaciones que se le presente.
Flexible	Que se adapte fácilmente a los cambios y a las diversas situaciones o circunstancias
Dinámica	Capacidad determinada de adaptación y evolución de sus ventajas competitivas según los cambios del entorno.
Plan de desarrollo	Se enfoca en las personas y el desarrollo de éstas en beneficio de la empresa
Calidad de producto	Se refiere al estándar que deberá tener el producto una vez este sea elaborado o ejecutado
Ágil	Se refiere a la velocidad de ejecución de las tareas sin disminuir en calidad del producto
Estabilidad laboral	Hace mención del confort que las personas sentirían en una empresa o gerencia dada la estructura de esta.
Simple	Metodología no complicada, poco burocrática y fácil de manejar

Una vez se realizó la selección y definición de los criterios en las cuales se deberá enmarcar la gerencia de completamiento, se evaluó con un grupo de expertos en esta disciplina la relevancia que tendrán cada uno de estos, para lo cual se realizó una encuesta donde participaron 27 personas, cuyas características se enmarcan a continuación:

Figura 24

Características Personal de Completamiento Encuestados

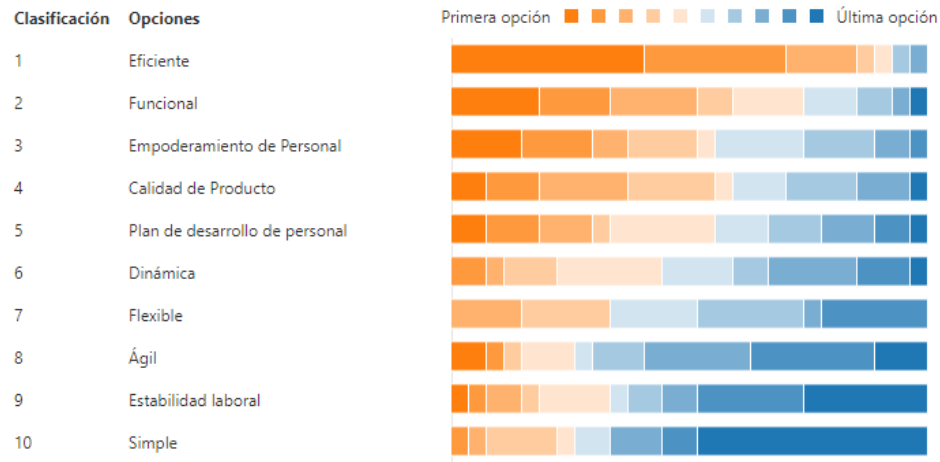


El mayor número de personas encuestadas son ingenieros de petróleo entre los 10 y 20 años de experiencia en la industria, realizando actividades asociadas al completamiento de pozos.

Para el análisis de las características principales del departamento de completamiento se solicitó que se realizara, según el juicio de cada persona, la distribución de las características que enmarcaran la gerencia de completamiento en orden de relevancia, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 25

Distribución en orden de relevancia criterios principales



Esta clasificación permite establecer el orden de los criterios en los que se deberá enmarcar la gerencia de completamiento y serán la base de la evaluación de los diferentes modelos gerenciales actuales, teniendo como los 3 criterios principales la eficiencia, la funcionalidad y el empoderamiento del personal. (Anexo A)

Cada uno de estos criterios fue comparado por pares para poder establecer la relación que existe entre estos, para lo cual se empleó la escala de Saaty^{††}, la cual busca evaluar por pares de alternativas cada uno de los criterios asignándole un valor desde 1 hasta 9, ilustrada en la Figura 26. Tomando como base esta escala, se asignó un valor, ya sea el valor entero o el recíproco de este a cada alternativa con base en las definiciones de cada uno de los criterios y alternativas descritas en numerales anteriores.

^{††} La comparación de las diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada matriz de decisión. (Saaty, 1980)

Figura 26

Matriz de evaluación de Saaty.

Escala de importancia para la comparación por pares de un AHP.	Rango numérico	Decimal Recíproco
Extrema	9	0.111
Muy Fuerte a Extremo	8	0.125
Muy Fuerte	7	0.143
Fuerte a Muy Fuerte	6	0.167
Fuerte	5	0.200
Moderado a Fuerte	4	0.250
Moderado	3	0.333
Igualmente	2	0.500
Iguales	1	1.000

Los resultados de la evaluación por pares del conjunto de criterios seleccionados para la evaluación de la gerencia de completamiento se ilustran en la Figura 27

Figura 27

Resultados de la matriz de criterios de acuerdo a la escala de Saaty.

CRITERIOS	EFICIENCIA	FUNCIONAL	EMPODERAMIENTO	PLAN DE DESARROLLO	CALIDAD DEL PRODUCTO	DINÁMICO	FLEXIBILIDAD	AGILIDAD	ESTABLE	SIMPLE
EFICIENCIA	1	3	3	4	5	5	5	6	7	9
FUNCIONAL	1/3	1	3	3	4	5	5	6	7	8
EMPODERAMIENTO	1/3	1/2	1	3	4	5	5	6	6	8
PLAN DE DESARROLLO	1/4	1/3	1/2	1	3	3	4	5	6	7
CALIDAD DEL PRODUCTO	1/3	1/4	1/3	1/2	1	3	4	5	5	7
DINÁMICO	1/5	1/5	1/4	1/3	1/4	1	3	3	4	5
FLEXIBILIDAD	1/6	1/6	1/5	1/5	1/5	1/2	1	3	4	5
AGILIDAD	1/7	1/7	1/6	1/6	1/6	1/3	1/4	1	3	5
ESTABLE	1/8	1/8	1/7	1/6	1/7	1/5	1/5	1/3	1	3
SIMPLE	1/9	1/9	1/8	1/7	1/8	1/7	1/5	1/4	1/3	1
TOTAL	3.00	5.83	8.72	12.51	17.88	23.18	27.65	35.58	43.33	58.00

Para poder determinar cuál es el puntaje de cada criterio según la escala de Saaty, los valores que se encuentran en la Figura 28 fueron normalizados con base en el total de cada criterio, para lo cual se encontró los siguientes resultados:

Figura 28

Resultados normalizados de la matriz de criterios.

CRITERIOS	MATRIZ NORMALIZADA										PONDERACIÓN
EFICIENCIA	0.33	0.51	0.34	0.32	0.28	0.22	0.18	0.17	0.16	0.16	0.27
FUNCIONAL	0.11	0.17	0.34	0.24	0.22	0.22	0.18	0.17	0.16	0.14	0.20
EMPODERAMIENTO	0.11	0.09	0.11	0.24	0.22	0.22	0.18	0.17	0.14	0.14	0.16
PLAN DE DESARROLLO	0.08	0.06	0.06	0.08	0.17	0.13	0.14	0.14	0.14	0.12	0.11
CALIDAD DEL PRODUCTO	0.11	0.04	0.04	0.04	0.06	0.13	0.14	0.14	0.12	0.12	0.09
DINÁMICO	0.07	0.03	0.03	0.03	0.01	0.04	0.11	0.08	0.09	0.09	0.06
FLEXIBILIDAD	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.08	0.09	0.09	0.05
AGILIDAD	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.07	0.09	0.03
ESTABLE	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02
SIMPLE	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01

Estos resultados serán empleados en conjunto con los que se obtengan al comparar cada par de los modelos gerenciales con cada criterio, para la selección del resultado final del modelo gerencial.

Para la fase 3 se describirán cada una de las alternativas a considerar en el modelo PAJ. Actualmente existen múltiples modelos gerenciales desarrollados por diferentes compañías y autores a lo largo de la historia, entre ellos los que más se resaltan por su versatilidad y funcionamiento son los siguientes:

Planificación Estratégica: Formaliza el proceso administrativo integral y organiza las líneas de acción enfocadas al logro de los objetivos organizacionales cuyos resultados garanticen su permanencia, crecimiento y rentabilidad esperada. La Planeación Estrategia implica un adecuado análisis del entorno, un concienzudo estudio del mercado y la formulación y diseño de las estrategias que direccionen a la empresa a la consecución de sus objetivos de negocio.

Calidad Total: Consiste en promover un proceso continuo que garantice y asegure el mantenimiento de estándares adecuados (generalmente altos, y según normas establecidas, en nuestro caso las ISO) los cuales se enfocan al logro de la satisfacción del cliente y del mercado.

Kaizen-Mejoramiento Continuo: Trabaja específicamente tres niveles de la calidad: El mantenimiento de procesos, los cuales fueron probados como óptimos, el mejoramiento de aquellos cuyo diagnóstico así lo definió, y en tercer lugar la innovación de toda clase y en todos los puntos del proceso productivo. Se caracteriza por una gran participación por parte de la gente en todos los estamentos de la empresa de quienes se reciben toda clase de sugerencias y aportes que afectan positivamente la productividad y la disminución de los costos.

Justo a Tiempo: Es un modelo de Calidad esencialmente diseñado para los procesos de producción. Originalmente fue implantado por la Toyota en Japón y toma los presupuestos de la Calidad y el Kaizen con énfasis en dos factores: La gestión de tiempos productivos y el control del desperdicio. Enfatiza una filosofía de “calidad en la fuente”, queriendo significar que deben hacerse bien las cosas desde la primera vez con un control adecuado del proceso de alistamiento. En la industria automotriz esto es indispensable, ya que ello permite mantener la satisfacción de las expectativas de los clientes.

Benchmarking: Es un proceso sistemático, estructurado, formal, analítico, organizado, continuo y a largo plazo, que sirve para evaluar, comprender, diagnosticar, medir y comparar las mejores prácticas comerciales, productos, servicios, procesos de trabajo, operaciones y funciones de aquellas organizaciones que consideramos líderes y que de alguna manera se constituyen en nuestra competencia.

Empoderamiento: Más que un modelo, se refiere a un comportamiento gerencial (habilidad gerencial o de dirección) cuya práctica y ejercicio implican un estilo de liderazgo que desarrolle en la gente una capacidad de autonomía en su desempeño y además demuestren su habilidad para asumir riesgos calculados y tomar decisiones sin necesidad de que medie la presencia de una autoridad o la presión de una supervisión.

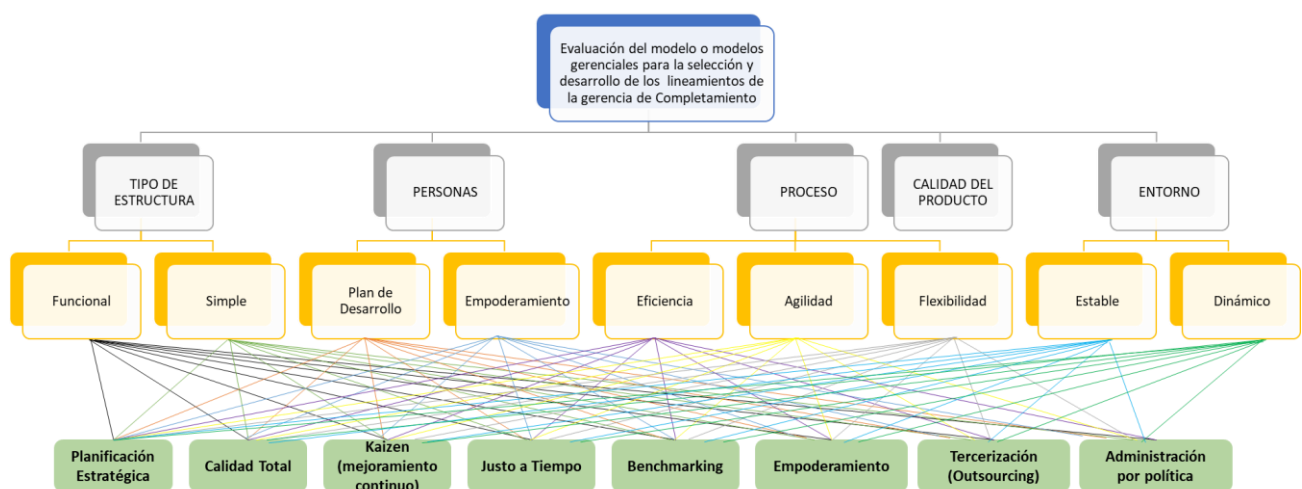
Tercerización: Proceso planificado de transferencia de actividades para que éstas sean realizadas por subcontratistas o terceros. Opera a través de la asociación entre una compañía principal y un tercero, a quien se le delega procesos que no generan valor agregado al negocio principal de la empresa.

Administración por Políticas (Hoshin Kanri): En inglés se conoce el método como “Policy Deployment” o “Management by Policies”; en ambos casos se traduce como “Administración por Políticas” lo que implica el adecuado despliegue de las decisiones estratégicas que la empresa va a ejecutar. En conclusión, el Hoshin Kanri se reconoce como una filosofía gerencial que busca el despliegue estratégico de sus decisiones (“efecto de cascada”) mediante la participación de todos los miembros de la organización.

En relación con la cuarta y última fase se sintetizaron los resultados de los criterios y las alternativas, los cuales se resumen en la siguiente figura:

Figura 29

Criterios y alternativas del modelo PAJ de la gerencia de completamiento.



Como se puede apreciar en esta figura, cada una de las alternativas se evaluará con cada criterio y será implementada la misma metodología que la empleada en la evaluación de los criterios.

Un ejemplo de esta ponderación se ilustra en la Figura 30, en la cual se puede apreciar la evaluación del criterio Eficiencia en cada uno de los modelos gerenciales.

Figura 30

Matriz de evaluación alternativas gerenciales criterio “Eficiencia”

EFICIENCIA	Planificación Estratégica	Calidad Total	Kaizen (mejoramiento continuo)	Just in time	Benchmarking	Empoderamiento	Tercerización (Outsourcing)	Administración por política
Planificación Estratégica	1	1/5	1/7	1/5	3	1/6	5	1/5
Calidad Total	5	1	1/5	1/5	4	1/3	5	1/7
Kaizen (mejoramiento continuo)	7	5	1	3	5	5	7	5
Just in time	5	5	1/3	1	5	3	6	3
Benchmarking	1/3	1/4	1/5	1/5	1	1/3	3	1/3
Empoderamiento	6	3	1/5	1/3	3	1	3	1/3
Tercerización (Outsourcing)	1/5	1/5	1/7	1/6	1/3	1/3	1	1/5
Administración por política	5	7	1/5	1/3	3	3	5	1
TOTAL	29.5	21.7	2.4	5.4	24.3	13.2	35.0	10.2

En esta matriz se evidencia como el modelo gerencial de administración por políticas, es muy fuerte en relación con el modelo de calidad total, este resultado se da producto de la definición de los modelos gerenciales sumado a la experiencia y calificación cualitativa. Con el ejemplo anterior se puede apreciar como cada modelo gerencial recibió una calificación y al final por cada columna se sumaron estos valores, los cuales fueron empleados para normalizar cada uno de los valores asignados en la matriz para así poder promediar cada uno de los modelos y determinar, por cada criterio de evaluación, el modelo que mejor satisface el criterio evaluado.

Continuando con el análisis del criterio “Eficiencia” los resultados obtenidos se consignan en la Figura 31. En esta figura se puede destacar que el modelo de gerencia de Kaizen resulta ser el más eficiente, seguido de “Justo a tiempo” y administración por política.

Figura 31

Matriz de evaluación de acuerdo con el modelo de “Eficiencia”

EFICIENCIA	Matriz Normalizada								Ponderación
Planificación Estratégica	0	0	0	0	1/8	0	1/7	0	0.05
Calidad Total	1/6	0	0	0	1/6	0	1/7	0	0.09
Kaizen (mejoramiento continuo)	1/4	1/4	2/5	5/9	1/5	3/8	1/5	1/2	0.34
Just in time	1/6	1/4	1/7	1/5	1/5	2/9	1/6	2/7	0.20
Benchmarking	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
Empoderamiento	1/5	1/7	0	0	1/8	0	0	0	0.10
Tercerización (Outsourcing)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
Administración por política	1/6	1/3	0	0	1/8	2/9	1/7	0	0.15

El procedimiento descrito anteriormente se repitió para cada uno de los 9 criterios considerados en la evaluación, obteniéndose los resultados de cada criterio y modelo de gerencia resumidos en la Figura 32.

Figura 32

Matriz de evaluación de cada variable según el análisis PAJ

Criterio / Alternativa	EFICIENCIA	FUNCIONAL	EMPODERAMIENTO	PLAN DE DESARROLLO	CALIDAD DEL PRODUCTO	DINÁMICO	FLEXIBILIDAD	AGILIDAD	ESTABLE	SIMPLE
Planificación Estratégica	0.05	0.06	0.10	0.32	0.11	0.16	0.11	0.04	0.20	0.06
Calidad Total	0.09	0.06	0.09	0.06	0.28	0.13	0.06	0.15	0.16	0.07
Kaizen (mejoramiento continuo)	0.34	0.15	0.15	0.21	0.20	0.21	0.11	0.06	0.26	0.06
Just in time	0.20	0.12	0.06	0.04	0.12	0.11	0.03	0.26	0.14	0.20
Benchmarking	0.04	0.08	0.03	0.07	0.03	0.02	0.04	0.06	0.05	0.08
Empoderamiento	0.10	0.11	0.30	0.10	0.04	0.13	0.16	0.23	0.03	0.25
Tercerización (Outsourcing)	0.02	0.25	0.05	0.02	0.05	0.10	0.32	0.16	0.02	0.24
Administración por política	0.15	0.17	0.22	0.18	0.17	0.14	0.16	0.04	0.13	0.03
PONDERACIÓN	0.27	0.20	0.16	0.11	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01

Finalmente, del resultado del modelo PAJ se obtuvo que el Kaizen o Mejoramiento Continuo, es el modelo de gerenciamiento que se debería de implementar en la gerencia de completamiento; como se recordará, este modelo busca mantener los procesos que funcionen correctamente, mejorar los que sean definidos e innovar en aquellos que se encuentren rezagados. El resumen de la puntuación para cada modelo gerencial se encuentra en la Figura 33.

Figura 33

Modelo PAJ para la definición de la gerencia de completamiento.

Criterio / Alternativa	PRIORIZACIÓN
Planificación Estratégica	0.11
Calidad Total	0.10
Kaizen (mejoramiento continuo)	0.21
Just in time	0.13
Benchmarking	0.05
Empoderamiento	0.14
Tercerización (Outsourcing)	0.10
Administración por política	0.16

Cabe resaltar que un modelo gerencial, por amplio que sea, no podría agrupar todos los conceptos que una gerencia requiere para su funcionamiento, es por ello el modelo gerencial a recomendar estará basado en los 3 modelos gerenciales resultantes del análisis.

Figura 34

Modelo PAJ para la definición de la gerencia de completamiento.

Criterio / Alternativa	Priorización
Planificación Estratégica	0,11
Calidad Total	0,10
Kaizen (mejoramiento continuo)	0,21
Just in time	0,13
Benchmarking	0,05
Empoderamiento	0,14
Tercerización (Outsourcing)	0,10
Administración por política	0,16

Con base en el resultado del modelo PAJ se establece los modelos gerenciales de Kaizen, Administración por políticas y empoderamiento, como las líneas bases para la estructuración del modelo de la gerencia de Completamiento (Anexo B).

5. Modelo de Estructuración de la Gerencia de Completamiento

En base al análisis realizado en el capítulo anterior se determinó como base del modelo para la estructura de la gerencia del completamiento tres modelos gerenciales Kaizen, Administración por Políticas y empoderamiento, la combinación de los fundamentos de estos tres modelos serán la base de la estructura de la gerencia de completamiento y la su filosofía de funcionamiento dentro de la compañía operadora del sector hidrocarburos en Colombia, en la que se evalué implementar.

Sin embargo aunque la base fundamental de la estructura serán los tres modelos gerenciales nombrados previamente, las teorías y normas de otro tipo de modelos gerenciales también serán usadas como herramientas para establecer la estructura de la gerencia de completamiento ya que como se ha mencionado a lo largo de este trabajo ningún modelo no basta por si solo para direccionar una organización.

5.1 Roles y Responsabilidades

Para establecer los roles y responsabilidades del personal que conforme la gerencia de completamiento, se tomó como base el proceso del valoración del activo para las actividades de completamiento descrito en capítulos anteriores y enmarcando las actividades principales. Adicionalmente el personal deberá estar asociado a las áreas involucradas en el proceso de valoración, y sus funciones estarán enmarcadas en los siguientes roles principales que se mencionan a continuación.

- Responsable: “R” Rinde cuentas por el resultado de la actividad.
- Consultado: “C” Debe ser consultado para confrontar, retar, sugerir acerca de la actividad.
- Ejecutor: “E” Ejecuta o lidera el desarrollo de cada actividad.

- Soporte: “S” Contribuye, participa, aporta para co-ejecutar la actividad.
- Informado: “I” Debe ser informado del desarrollo y/o resultado de la actividad.

Con el fin de establecer el personal que pertenecerá a la gerencia de completamiento es necesario establecer los perfiles generales de los profesionales que conformaran los diferentes equipos de trabajo. Por lo tanto a continuación se relaciona el personal que interactuara dentro de la gerencia, definiendo el cargo, perfil profesional, responsabilidades y experiencia laboral, tal como se muestra en la Tabla 6

Tabla 6

Perfil de Cargos, personal Gerencia de Completamiento

GERENCIA DE COMPLETAMIENTO	
CARGO DEL PERSONAL	RESPONSABILIDADES
Gerente de Completamiento	Establecer los lineamientos que garanticen la planeación y ejecución de los programas de completamiento, de acuerdo con los estándares, la estrategia empresarial, visualización de oportunidades técnicamente viables hasta la ejecución de las actividades de completamiento, con el propósito de asegurar la entrada en operación y el cierre de los proyectos.
Gerente de Proyectos	Planificar, ejecutar y monitorizar las acciones que forman parte de un proceso de desarrollo del activo, en las diferentes fases del ciclo de vida del yacimiento. Es responsable de la adecuada interacción entre todas las partes que deben participar en los procesos de desarrollo.
Gerencia de Yacimientos	Encargado de planificar Campañas de Exploración, desarrollo, buscar y coordinar nuevas oportunidades de Inversión para la compañía. Gestionar la adquisición de información y estudios que permitan la evaluación de bloques y de yacimientos.
Gerencia de Perforación	Establecer los lineamientos que garanticen la planeación y ejecución de los programas de perforación, de acuerdo con los estándares, la estrategia empresarial, visualización de oportunidades técnicamente viables hasta la ejecución de las actividades de perforación, con el propósito de asegurar la entrada en operación y el cierre de los proyectos.
Ing. Completamiento	Planear y soportar técnica y administrativamente el desarrollo de las operaciones de completamiento, de acuerdo con los estándares de seguridad y medio ambiente.
Coord.. de Operaciones de Completamiento	Planear, ejecutar y supervisar las operaciones de Completamiento y Workover de pozos exploratorios y de desarrollo de los proyectos asignados. Experiencia específica en Campo desarrollando actividades de Completamiento y Workover
Asistente de Completamiento	Coordinar en campo la logística de personal, equipos, herramientas y vehículos de carga pesada para el desarrollo de la operación. Asistir al Comapany man en las diferentes actividades en campo durante la ejecución de las actividades de equipo completamiento y/o Workover.
Company Man de Completamiento	Responsable de garantizar que el pozo sea completado de acuerdo a la planeacion dentro de los tiempos y costos establecidos.
Sr Ingeniero de Completamiento	• Diseño y operación de los diferentes sistemas de levantamiento artificial • Planeación, coordinación, supervisión, ejecución y evaluación de programas de completamiento y workover. • Evaluación de ofertas de servicios y adquisición de materiales • Planeación y diseño de completamiento de pozos • Implementación de acciones de mejoramiento de las operaciones de completamiento y workover • Supervisión de proyectos de completamiento y workover • Elaboración y control de presupuestos

CARGO DEL PERSONAL	RESPONSABILIDADES
Líder Completamiento	Responsable de liderar, planear y supervisar diseños de completamiento . Experiencia técnica en operaciones de inspección de equipos críticos, evaluación de programas técnicos, identificación de integridad y gestión de pozos.
Jefe Regional de departamento	Establecer los lineamientos que garanticen la planeación y ejecución de las diferentes actividades del activo de acuerdo con los estándares, la estrategia empresarial, asegurar la entrada en operación y el cierre de los proyectos. Es el encargado de asegurar la interacción de los diferentes equipos de trabajo asociados a los diferentes proyectos del activo.
Profesional Yacimientos	Soporte a la definición de estrategias de explotación de campos productores de hidrocarburos a través de proyectos de recuperación primaria, secundaria y/o terciaria. Elaboración de planes de desarrollo integrando análisis determinísticos y probabilísticos con base en información de subsuelo, superficie y entorno.
Profesional Ing. Subsuelo	Soporte en tareas de control y ejecución de las operaciones de reacondicionamiento y mantenimiento de pozos, manejo de operaciones de subsuelo, supervisión de Well Service, operaciones de Slick Line, conocimiento de operaciones de registro, cañoneo, cementación y estimulación.
Profesional Producción	Soporte en planificación de las estrategias de producción o extracción de sus fluidos. Bajo su responsabilidad se encuentra el desarrollo de prácticas de explotación óptima para cada sistema de hidrocarburos.
Líder áreas moderadoras	Capacidad para liderar las diferentes áreas moderadoras y generar una adecuada interacción de esta área con el área ejecutoras del departamento de Completamiento
Proyectos	Encargado de estructurar, ordenar y coordinar en forma sistemática toda la información relativa a la planificación y control de los proyectos ejecutados por la Compañía.
Presupuestales	Control de presupuesto, análisis de variaciones presupuestales, información directiva, seguimiento de contribución marginal por producto y proyecto.
Logística	Diseñar y administrar procesos de la cadena de suministros para el manejo de bienes y servicios.
Líder áreas de Soporte	Capacidad para liderar las diferentes áreas de soporte y generar una adecuada interacción de esta área con el área ejecutoras del departamento de Completamiento
HSE/AMBIENTAL	Soporte para la elaboración de informes ante los diferentes entes gubernamentales; diseño, seguimiento y control y/o implementación de planes de gestión ambiental
ABASTECIMIENTO	Relacionamiento con proveedores · Gestión contractual · Comunicaciones · Información financiera · Diversidad e Inclusión en la Cadena de Abastecimiento.
OBRAS CIVILES	Soporte para manejar y diagnosticar problemas relacionados con el manejo y operatividad de diferentes obras de infraestructura, solucionar problemas comunes relacionados con los diferentes tipos de terreno que le permiten hacer los correctivos necesarios para su estabilización.
ENTORNO	Apalancar el desarrollo del proceso de gestión del entorno, en diferentes territorios, de acuerdo con la estrategia corporativa y la normatividad aplicable, con el propósito de asegurar las condiciones de viabilidad de la región para las operaciones.

Posterior a establecer los perfiles del personal involucrado en los procesos que evaluará la gerencia de completamiento se realiza el análisis para la asignación de roles y responsabilidades, basados en una matriz RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed), esta matriz es una herramienta que mapea tareas y entregas y las relaciona con los roles dentro del proyecto, y la toma de decisiones y responsabilidades se asigna cada rol usando los términos anteriores. Esta matriz como se mencionaba anteriormente se realizó realizando una correlación entre las fases de valoración, las actividades de completamiento principales de cada fase, el personal que interviene y rol desarrollado.

Figura 35

Interconexión Roles personal que conforma la Gerencia de Completamiento



Con base en la interconexión y la metodología establecida en las matrices RACI se estableció la asignación de roles y responsabilidades que se presentan a continuación las matrices generadas para cada fase del proceso de valoración y evaluación de la que estará a cargo la gerencia de completamiento, adicionalmente dada la importancia dentro del proceso de valoración se incluye las áreas de soporte dentro de las matrices.

Figura 36

Roles y Responsabilidades Fase de Evaluación

FASE DE EVALUACIÓN																			
ACTIVIDADES DE COMPLETAMIENTO	AREAS		Áreas Ejecutoras									Áreas Moderadoras				Áreas de Soporte			
	APROBADORAS		Operaciones		Ingeniería			Trasversales											
	Gerente de Completamiento	Gerencia de Yacimientos																	
	Gerente de Proyectos	Gerencia de Perforación	Ing. Completamiento	Coord. de Operaciones de Completamiento	Sr Ingeniero de Completamiento	Líder Completamiento	Jefe Regional de departamento	Profesional Yacimientos	Profesional Ing. Subsuelo	Profesional Producción	Líder áreas moderadoras	Proyectos	Presupuestales	Logística	Líder áreas de Soporte	HSE/AMBIENTAL	ABASTECIMIENTO	OBRAS CIVILES	ENTORNO
Conformar Equipo de Completamiento	R	S									R				R				
Evaluar Complejidad del Proyecto			E	R	E	R					R	E	E	E	R	E	E	E	E
Matriz de Evaluación Técnica			E	R	E	R	I	E	E	E	S	I			S				
Estimar Costos Clase 5			S	C	E	R	I				C		E		C		E		
Identificar y analizar riesgos			S	C	E	R	I	C	C	C									
Revisar requisitos Logística			S	I	E	R								E					
Diagnostico general Logística				I	E	R	I							E					
Verificación Lecciones Aprendidas			E	I	E	I		C	C	C									
Reuniones de Aseguramiento			E	R	S	R													
Sanción de Fase	R	R			S	E	I	S	S	S	S				S				
Roles		Responsable	R		Consultado	C		Ejecutor	E		Soporte	S		Informado	I				

Figura 37

Roles y Responsabilidades Fase de Selección

FASE DE SELECCIÓN																				
ACTIVIDADES DE COMPLETAMIENTO	AREAS		Áreas Ejecutoras									Áreas Moderadoras				Áreas de Soporte				
	APROBADORAS		Operaciones		Ingeniería			Trasversales												
	Gerente de Completamiento	Gerencia de Yacimientos	Ing. Completamiento	Coord.. de Operaciones de Completamiento	Autoridad Técnica	Sr Ingeniero de Completamiento	Líder Completamiento	Jefe Regional de departamento	Profesional Yacimientos	Profesional Ing. Subsuelo	Profesional Producción	Líder áreas moderadoras	Proyectos	Presupuestales	Logística	Líder áreas de Soporte	HSE/AMBIENTAL	ABASTECIMIENTO	OBRAS CIVILES	ENTORNO
Gerente de Proyectos	Gerencia de Perforación																			
Actualizar hoja de vida pozo/Campaña			S	C		E	R		C	C	C	I								
Seleccionar mejor opción de Completamiento			E	R	E	E	R	I	C	C	C	I				S				
Ingeniería básica						E	R		C	C	C	C				I				
Estimar Costos Clase 4	I	I	S	C	C	E	R	I				S	C	E		S		E		
Establecer Planes de Mitigación			E	C	E	E	R	I	C	C	C	S				S	S	S	S	
Revisar requisitos Logística			S	C		E	R								E			E		
Desarrollar estrategia de Logística			S	C	C	E	R						C		E			E		
Identificar equipos, bienes y Servicios			E	I		R	I					S			E			E		
Verificar Lecciones Aprendidas			E	I	I	R	I		S	S	S	S				S				
Reuniones de Aseguramiento			S	C	C	E	R	I	C	C	C	S				S				
Sanción de Fase	R	R			C	S	E	E	S	S	S	S				S				
Roles		Responsable	R		Consultado	C		Ejecutor	E		Soporte	S		Informado	I					

Figura 38

Roles y Responsabilidades Fase de Detalle

FASE DE DETALLE																					
ACTIVIDADES DE COMPLETAMIENTO	AREAS APROBADORAS		Áreas Ejecutoras									Áreas Moderadoras				Áreas de Soporte					
	Gerente de Proyectos	Gerencia de Completamiento	Gerencia de Yacimientos	Operaciones		Ingeniería			Trasversales				Líder áreas moderadoras	Proyectos	Presupuestales	Logística	Líder áreas de Soporte	HSE/AMBIENTAL	ABASTECIMIENTO	OBRAS CIVILES	ENTORNO
				Ing. Completamiento	Coord. de Operaciones de Completamiento	Sr Ingeniero de Completamiento	Líder Completamiento	Jefe Regional de departamento	Profesional Yacimientos	Profesional Ing. Subsuelo	Profesional Producción										
Actualizar hoja de vida pozo/Campaña			S	C	R	I	I	C	C	C	S					S					
Realizar Ingeniería de Detalle			E	C	E	R															
Estimar Costos Clase 3	I	I	S	C	E	R	I					S	I	E				E			
Planes de Mitigación			S	C	E	R	I					S					S	S	S	S	
Asignación de Compañías					S	E	R								S			E			
Verificar Lecciones Aprendidas			E	C	R	I		S	S	S	S						S				
Reuniones de Aseguramiento			E	C	R	I		C	C	C	S						S				
Sanción de Fase	R	R			S	E	R	S	S	S	S						S				
Roles	Responsable	R			Consultado	C			Ejecutor	E			Soporte	S			Informado	I			

Figura 39

Roles y Responsabilidades Fase de Ejecución

FASE DE EJECUCIÓN																						
ACTIVIDADES DE COMPLETAMIENTO	AREAS APROBADORAS		Áreas Ejecutoras									Áreas Moderadoras				Áreas de Soporte						
	Gerente de Proyectos	Gerencia de Perforación	Autoridad Técnica	Operaciones			Ingeniería			Trasversales			Lider áreas moderadoras	Proyectos	Presupuestales	Logística	Lider áreas de Soporte	HSE/AMBIENTAL	ABASTECIMIENTO	OBRAS CIVILES	ENTORNO	
				Asistente de Completamiento	Company de Completamiento	Coord.. de Operaciones de Completamiento	Sr Ingeniero de Completamiento	Líder Completamiento	Jefe Regional de departamento	Profesional Yacimientos	Profesional Ing. Subsuelo	Profesional Producción										
Recibo de Áreas			C	S	E	R		I					S	I			C	S		S	S	
Planificación y Desarrollo Operación			C	S	E	R		I			S	S	S				S	S		S		
Reporte de Operaciones			I	E	R	I	S	I	I	S				S				S				
Reporte Costos Clase 2				E	R	I		I	I					S	I							
Aseguramiento de Integridad			C	S	E	R	S	I			C	C	C					S	C	C		C
Seguimiento y suministro, Evaluación Compañ.				E	R	I		I									S			S		
Capturar Lecciones Aprendidas			C	S	E	R	S	I			S	S	S	S				S				
Reuniones de Aseguramiento				S	E	R	S	I	I		C	C	C	S	C			S				
Roles		Responsable	R				Consultado	C			Ejecutor	E			Soporte	S		Informado	I			

Figura 40

Roles y Responsabilidades Fase de Cierre

FASE DE CIERRE																					
ACTIVIDADES DE COMPLETAMIENTO	AREAS APROBADORAS		Áreas Ejecutoras									Áreas Moderadoras				Áreas de Soporte					
	Gerente de Proyectos	Gerencia de Completamiento	Gerencia de Yacimientos	Asistente de Completamiento	Company de Completamiento	Coord. de Operaciones de Completamiento	Sr Ingeniero de Completamiento	Líder Completamiento	Jefe Regional de departamento	Profesional Yacimientos	Profesional Ing. Subsuelo	Profesional Producción	Líder áreas moderadoras	Proyectos	Presupuestales	Logística	Líder áreas de Soporte	HSE/AMBIENTAL	ABASTECIMIENTO	OBRAS CIVILES	ENTORNO
Evaluación Operacional				S	E	R	E	I	I				S				S				
Cierre y ajuste costos Clase 1				S	E	R	S	I	I				S	I	E				S		
Monitoreo Pos-operaciones				S	S	E	S	R					S				S				
Balance de Materiales				E	R	I	S	I								E			S		
Cierre Lecciones Aprendidas	I		I	S	E	R	S	I		C	C	C	S				S				
Reuniones de Aseguramiento				S	E	R	S	I		C	C	C	S				S				
Sanción de Fase	R		R		S	S	E	R	I	I	I	I	C				S				
Roles	Responsable			R			Consultado	C		Ejecutor	E		Soporte	S			Informado	I			

5.2 Organigrama Base

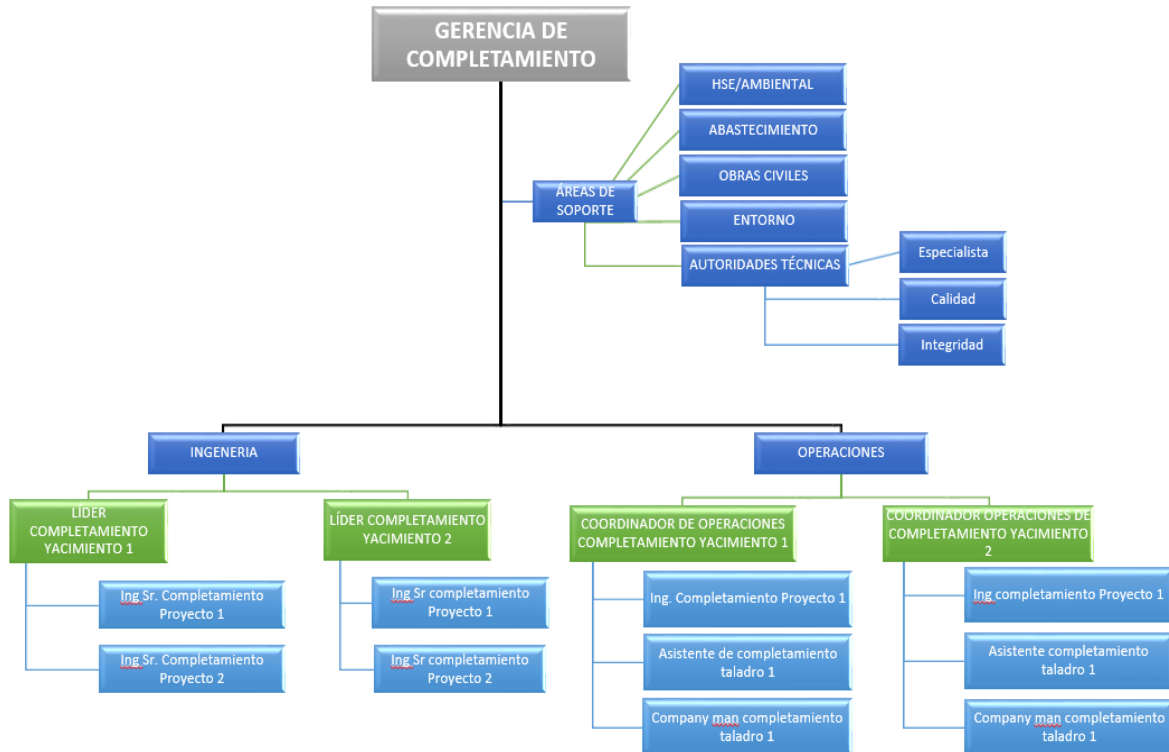
El organigrama es la representación de manera esquemática de la estructura que tendrá la gerencia de completamiento, identificando las cadenas de mando, como se realizará la agrupación de los miembros de la misma y las funciones y relaciones jerárquicas de la plantilla.

Este proceso permitirá sentar las bases de la gerencia, con información que permitirá coordinar la asignación de recursos, y cuyo sistema está fundamentado en el proceso de valoración de los proyectos de completamiento establecido previamente.

Como se evidencio en el primer capítulo las compañías operadoras del sector hidrocarburos basan sus estructuras funcionales, organizando la estructura a partir de las funciones es por esto que la el organigrama base para la gerencia de completamiento está diseñado en base a una estructura funcional jerárquica.

Figura 41

Organigrama base Gerencia de Completamiento



Como se estipuló en el dimensionamiento de la gerencia, la cantidad de personas en el área de ingeniería y operaciones estará definida en función de las variables de complejidad del proyecto, el tamaño del mismo, el número de yacimientos que se estén evaluando y el número de proyectos que se requieran para desarrollar cada uno de estos yacimientos, lo cual depende directamente del tamaño y distribución que exista dentro de la organización.

Con el organigrama tipo y teniendo en cuenta las funciones y áreas que interviene en el proceso de valoración que es el eje fundamental de la gerencia ya se puede determinar y asignar los roles y responsabilidades de cada integrante de la gerencia.

5.3 Dimensionamiento

Para dimensionar el tamaño de la estructura con la que debe contar la gerencia de completamiento se realizó un análisis de criterios múltiples, también abreviado como AMO, este instrumento se utiliza para evaluar diversas posibles soluciones a un determinado problema, en este caso permitirá determinar el tamaño de la gerencia basados en el personal que la integrara, de acuerdo a las necesidades de la organización y considerando un número variable de criterios.

En primera estancia para establecer el requerimiento de personal se tendrán en cuenta dos criterios principales los cuales se nombran a continuación:

- Fase del proceso de valoración de completamiento: Se debe determinar en cuál de las cinco fases del proceso se encuentra el proyecto (Evaluación, Selección, Ejecución, Detalle, Cierre) con base en esto y en las matrices RACI se tendrán los recursos básicos necesarios.
- Complejidad: Este parámetro se define entre tres rangos Bajo, Medio y Alto, y establece el nivel de dificultad que tendrá el desarrollo del activo desde el enfoque de completamiento. Esta evaluación se realiza en base a varios sub criterios dependiendo igualmente de la fase de valoración.

A continuación en la tabla Tabla 7, se presentan los diferentes criterios de evaluación que se tendrán en cuenta para el análisis de criterios múltiples con el cual se dimensionará el personal necesario para la gerencia según cada proyecto de completamiento evaluado.

Tabla 7

Criterios de Evaluación Análisis Multi-criterio

ANALIS DE CRITERIOS MULTIPLES			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
FASES PROCESO VALORACIÓN	COMPLEJIDAD	SUB CRITERIOS	
Fase de Evaluación	BAJA	# Campos # Pozos/Campo	Procesos EOR Fracking Campos Análogos
	MEDIA		
	ALTA		
Fase de Selección	BAJA	# Campos # Pozos/Campo # Tipos de Completamientos	Procesos EOR Fracking Campos Análogos
	MEDIA		
	ALTA		
Fase de Detalle	BAJA	# Campos # Pozos/Campo # Tipos de Completamientos	Procesos EOR Fracking Campos Análogos
	MEDIA		
	ALTA		
Fase de Ejecución	BAJA	# Campos # Pozos/Campo # Taladros	Procesos EOR Fracking Campos Análogos
	MEDIA		
	ALTA		
Fase de Cierre	BAJA	# Campos # Pozos/Campo # Taladros	
	MEDIA		
	ALTA		

Posterior a identificar cuáles son los criterios que se tendrán en cuenta para la matriz se procede a realizar el proceso de ponderación de cada variable y realizar la evaluación estableciendo cada uno de los resultados según la información suministrada para el análisis, de esta forma se tendrá una visualización general de la cantidad de recursos de personal necesarios y por consiguiente los recursos adicionales que se necesitan para la gerencia en cada etapa de los proyectos asociados a completamiento.

En la siguiente imagen se observa un ejemplo, donde se alimenta el modelo con diferentes datos de entrada y una vez se realizan las iteraciones correspondientes se establece la recomendación de la cantidad de personal necesario.

Figura 42

Ejemplo, Ingreso de variables, análisis de criterios múltiples.

INFORMACIÓN PROYECTOS DE COMPLETAMIENTO				
CRITERIOS		SUB CRITERIOS	DATOS DE ENTRADA	COMPLEJIDAD
FASE PROCESO DE VALORACIÓN	Ejecución	# Campos	5	MEDIA
		EOR	SI	
		Fracking	NO	
		Complejidad Campos Análogos	BAJA	
		Tipos de completamiento	5	
		# Taladros	5	
		# Pozos /Campo	15	

Figura 43

Ejemplo, Resultados según las variables ingresadas.

INFORMACIÓN PROYECTOS DE COMPLETAMIENTO				
CRITERIOS		SUB CRITERIOS	DATOS DE ENTRADA	COMPLEJIDAD
FASE PROCESO DE VALORACIÓN	Ejecución	# Campos	5	MEDIA
		EOR	SI	
		Fracking	NO	
		Complejidad Campos Análogos	BAJA	
		Tipos de completamiento	5	
		# Taladros	5	
		# Pozos /Campo	15	

RESULTADOS	
Cargos	# Personas
Lider Completamiento	1
Sr Completamiento	1
Ing Completamiento	0
Coord Completamiento	1
Asistente	5
Company	5

En el Anexo C, se encuentra la macro base de análisis multicriterio para la evaluación y dimensionamiento de la gerencia de completamiento.

Como se mencionó anteriormente este tipo de modelos se puede delimitar según las necesidades de cada organización y seguir alimentado con la información suministrada por el proyecto y recopilada a lo largo del proceso de valoración, por lo cual da información muy valiosa para poder estructurar en este caso la gerencia de completamiento.

Debe considerarse que el procedimiento es un auxilio metodológico a la toma de decisión, que debe considerarse con la debida prudencia, pues de cualquier manera, en el proceso de evaluación multicriterio, como también en otros procedimientos usados con el mismo fin, no se pueden eliminar totalmente los factores subjetivos.

5.4 Recursos para establecer la Gerencia de Completamiento

Los recursos que se necesitan determinar en la gerencia será un paso adicional el cual se debe afianzar y analizar previo a la creación de la misma, una vez se evalúe el modelo gerencial y decida su implementación, sin embargo a continuación se presentan los recursos principales que deberán ser la base de la gerencia de completamiento.

Recursos Humanos. Como se visualiza en los modelos gerenciales establecidos como base para la gerencia de completamiento el personal será el recurso más importante de toda la gerencia, ya que serán las encargadas de controlar el resto de los recursos para hacer funcionar el proceso. El foco de conocimiento de esta gerencia será personal con experiencia en operaciones de completamiento y se designará dentro de la estructura con base en el análisis de roles y responsabilidades previamente evaluado.

El número de personas estará calculado con base en el análisis de criterios múltiples de la primera sección del capítulo, el cual tiene en cuenta la fase de valoración en la que se encuentre el proceso, su complejidad y el tamaño del proyecto a desarrollar.

Tabla 8.

Principales Recursos Humanos Gerencia de Completamiento

GERENCIA DE COMPLETAMIENTO			
CARGO DEL PERSONAL	PERFIL PROFESIONAL	REQUISITOS LEGALES	EXPERIENCIA
Gerente de Completamiento	Profesional titulado en Ingeniería de Petróleos Ingenierías diferentes a petroleos (civil, mecanica etc., o carreras afines a la rama de exploración y producción de hidrocarburos deberá certificar experiencia y/o Posgrado enfocados al sector hidrocarburos (Exploración y Producción)	LEY 20 DE 1984. ARTÍCULO 2º. Para poder ejercer la profesión de Ingeniería de Petróleos en el territorio de la República de Colombia, se requiere obtener la matrícula expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería de Petróleos.	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>15 Años)
Ing. Completamiento	Profesional titulado en Ingeniería de Petróleos. Ingenierías diferentes a petroleos (civil, mecanica etc., o carreras afines a la rama de exploración y producción de hidrocarburos deberá certificar experiencia y/o Posgrado enfocados al sector hidrocarburos (Exploración y Producción)	LEY 20 DE 1984. ARTÍCULO 2º. Para poder ejercer la profesión de Ingeniería de Petróleos en el territorio de la República de Colombia, se requiere obtener la matrícula expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería de Petróleos.	Experiencia en operaciones de Completamiento (>3 Años)
Coord.. de Operaciones de Completamiento	Profesional titulado en Ingeniería de Petróleos. Ingenierías diferentes a petroleos (civil, mecanica etc., o carreras afines a la rama de exploración y producción de hidrocarburos deberá certificar experiencia y/o Posgrado enfocados al sector hidrocarburos (Exploración y Producción)	LEY 20 DE 1984. ARTÍCULO 2º. Para poder ejercer la profesión de Ingeniería de Petróleos en el territorio de la República de Colombia, se requiere obtener la matrícula expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería de Petróleos.	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>10 Años)
Asistente de Completamiento	Profesional titulado en Ingeniería de Petróleos. Ingenierías diferentes a petroleos (civil, mecanica etc., o carreras afines a la rama de exploración y producción de hidrocarburos deberá certificar experiencia y/o Posgrado enfocados al sector hidrocarburos (Exploración y Producción)	LEY 20 DE 1984. ARTÍCULO 2º. Para poder ejercer la profesión de Ingeniería de Petróleos en el territorio de la República de Colombia, se requiere obtener la matrícula expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería de Petróleos.	Experiencia desempeñando trabajo en campo, operaciones de completamiento. (>1 Años)
Company Man de Completamiento	Profesional titulado en Ingeniería de Petróleos, Ingenierías diferentes a petroleos (civil, mecanica etc., o carreras afines a la rama de exploración y producción de hidrocarburos deberá certificar experiencia y/o Posgrado enfocados al sector hidrocarburos (Exploración y Producción)	LEY 20 DE 1984. ARTÍCULO 2º. Para poder ejercer la profesión de Ingeniería de Petróleos en el territorio de la República de Colombia, se requiere obtener la matrícula expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería de Petróleos.	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>10 Años)
Sr Ingeniero de Completamiento	Profesional titulado en Ingeniería de Petróleos. Ingenierías diferentes a petroleos (civil, mecanica etc., o carreras afines a la rama de exploración y producción de hidrocarburos deberá certificar experiencia y/o Posgrado enfocados al sector hidrocarburos (Exploración y Producción).	LEY 20 DE 1984. ARTÍCULO 2º. Para poder ejercer la profesión de Ingeniería de Petróleos en el territorio de la República de Colombia, se requiere obtener la matrícula expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería de Petróleos.	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>10 Años)
Líder Completamiento	Profesional titulado en Ingeniería de Petróleos. Ingenierías diferentes a petroleos (civil, mecanica etc., o carreras afines a la rama de exploración y producción de hidrocarburos deberá certificar experiencia y/o Posgrado enfocados al sector hidrocarburos (Exploración y Producción).	LEY 20 DE 1984. ARTÍCULO 2º. Para poder ejercer la profesión de Ingeniería de Petróleos en el territorio de la República de Colombia, se requiere obtener la matrícula expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería de Petróleos.	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>15 Años)

Es importante resaltar que al ser el área de completamiento especializada y netamente relacionada con la industria hidrocarburífera deberá estar en línea la ley 20 de 1984 donde principalmente se resaltan los siguientes artículos:

Artículo 2º. Para poder ejercer la profesión de Ingeniería de Petróleos en el territorio de la República de Colombia, se requiere obtener la matrícula expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería de Petróleos, el cual se crea en la presente ley. (Nacional, 1984)

Artículo 3º. Sólo podrán obtener la matrícula a que se refiere el artículo 2º de la presente ley, para ejercer la profesión y usar el título correspondiente, dentro del territorio nacional:

a) Quienes hayan obtenido u obtengan el título profesional de Ingenieros de Petróleos en universidades oficialmente reconocidas y que funcionen, funcionaren o hayan funcionado legalmente en el país.

b) Los nacionales o extranjeros que hayan obtenido u obtengan el título profesional de Ingeniero de Petróleos en universidades que funcionen en cualquier país con el cual Colombia tenga celebrados tratados o convenios sobre reciprocidad e intercambio de títulos universitarios en los términos de dichos tratados o convenios y siempre que los documentos que los acrediten estén legalizados por las entidades oficiales competentes del respectivo país y autenticados por los servicios consulares de Colombia. Cuando fuere el caso dichos documentos deben acompañarse de su traducción oficial al castellano. (Nacional, 1984)

Artículo 9º. Quienes no ostenten la matrícula profesional de Ingeniero de Petróleos conforme a lo dispuesto en la presente ley, no podrán ejercer la profesión ni desempeñar las funciones especificadas en el artículo 5º de la presente ley, ni hacer uso del título ni de otro cualquiera correspondiente a sus especializaciones, ni de las abreviaturas, comúnmente usadas para indicar tales títulos y oficios en placas, membretes, tarjetas, anuncios, avisos o publicaciones. (Nacional, 1984)

Es importante que el personal que no se ingeniero de petróleo, acrediten su experiencia, funciones y habilidades en la industria y especialmente en el área de completamiento, con el objetivo de mejorar su desarrollo profesional.

Recursos Financieros. En el caso específico de la gerencia de completamiento la administración y manejo estará soportado directamente por la vicepresidencia o Gerencia General

a la que pertenezca, sin embargo como el recurso humano será el pilar principal de la gerencia es necesario establecer el recurso financiero que se generaría asociado a la contratación del personal, y variará según el cargo, nivel de estudio, experiencia y cargo a desempeñar.

Con base en las ofertas publicadas en diferentes buscadores, se determinó el rango salarial promedio para los ingenieros de completamiento, con el fin de poder de establecer de manera preliminar los recursos financieros asociados al personal.

Tabla 9.

Rango Salarial Personal de Completamiento

GERENCIA DE COMPLETAMIENTO - RECURSO HUMANO			
CARGO DEL PERSONAL	EXPERIENCIA	SALARIO PROMEDIO Millones de Pesos	FUENTE
Gerente de Completamiento	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>15 Años)	18-20 M	https://www.elempleo.com/co/ofertas-trabajo/gerente-de-completamiento-y-dst/1881053666
Ing. Completamiento	Experiencia en operaciones de Completamiento (>3 Años)	6-8 M	https://www.elempleo.com/co/ofertas-trabajo/asistente-de-company-man-/1385389018
Coord.. de Operaciones de Completamiento	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>10 Años)	13-15 M	https://www.elempleo.com/co/ofertas-trabajo/coordinador-operaciones-de-completamiento/1884240120
Asistente de Completamiento	Experiencia en operaciones de Completamiento (>1 Años)	3-6 M	https://personas.serviciodeempleo.gov.co/detalle_oferta.aspx?sede_id=1626159837&proceso_id=2&dep_id=41
Company Man de Completamiento	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>10 Años)	15-18M	https://www.elempleo.com/co/ofertas-trabajo/company-man-completamiento-y-workover/1881461889
Sr Ingeniero de Completamiento	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>10 Años)	13-15M	https://www.elempleo.com/co/ofertas-trabajo/ingeniero-senior-workover-y-completamiento/1881360876
Líder Completamiento	Experiencia desempeñando funciones de liderazgo en ingeniería, operaciones de completamiento. (>15 Años)	15-18M	https://www.elempleo.com/co/ofertas-trabajo/lider-de-completamiento-y-workover/1884449390

Debido a los rangos salariales establecidos para estos cargos, la legislación colombiana en el artículo 132, el Código Sustantivo del Trabajo establece que “cuando el trabajador devengue un salario ordinario, superior a diez (10) salarios mínimos legales mensuales, valdrá la estipulación escrita de un salario que además de retribuir el trabajo ordinario, compense de antemano el valor de prestaciones, recargos y beneficios tales como el correspondiente al trabajo nocturno, extraordinario o al dominical y festivo, el de primas legales, extralegales, las cesantías y sus intereses, subsidios y suministros en especie; y, en general, las que se incluyan en dicha estipulación, excepto las vacaciones.” Dentro del factor prestacional, está incluido el valor por concepto de: prima de servicios, auxilio a la cesantía e intereses a la cesantía (prestaciones sociales), por lo que el empleador no tiene que destinar un porcentaje mes a mes para cumplir eventualmente con el pago de esa obligación.

En consecuencia, se debe tener en cuenta que un trabajador con salario integral le cuesta mensualmente a la empresa, entre el 34.19 % y el 40.57 % adicional a su salario. (Ramón, 2019)

Recursos Materiales. Los recursos materiales están formados por todos aquellos bienes tangibles de los que dispone la organización, como maquinaria, inmuebles, vehículos, material de oficina, equipos informáticos, materias primas o el stock del almacén. A continuación se desglosan sus características más destacadas:

Tangibles: Computadores, Equipos de ergonomía, facilidades de Oficina etc.

Recursos Tecnológicos. La tecnología es un recurso muy importante en una empresa. Aquí se cuenta los sistemas y procesos que forman parte de actividad y que sirven para almacenar los recursos intangibles. Adicionalmente otro de los insumos principales con los que se deben contar en la gerencia de completamiento son las licencias de los softwares especializados de completamiento para análisis y evaluaciones técnicas.

Tabla 10.

Softwares especializados para análisis de Completamiento

COMPLETAMIENTO	
Software	Aplicación
OpenWells	Sistema de informe de operaciones, el cual brinda una solución integral para rastrear, informar y analizar las operaciones desde su ejecución hasta el abandono.
Rodstar	Software predictivo para diseñar sarta de varillas con acero, fibra de vidrio, o fibra de carbón de manera automáticamente en segundos por medio de la ecuación de onda. Aplicable en la selección y diseño de sistema de levantamiento artificial.
WellFlo	Es una aplicación autónoma, poderosa y simple de usar para diseñar, modelar, optimizar e identificar problemas de pozos individuales de crudo y gas, ya sean naturalmente fluyentes o levantados artificialmente. Análisis Nodal
Subpump	Software para el diseñar, analizar y optimizar el rendimiento de los sistemas de levantamiento BES.
Pcpump	Software para realizar el análisis de calidad, diseño y evaluaciones para los sistemas de bombeo por cavidad progresiva.
PipeSim	Software para la simulación de flujo multifásico de pozos productores de hidrocarburo, con el fin de realizar optimizaciones de producción.
Cerberus	Software para de simulación de intervenciones con tubería flexible (Coiled tubing), Cable (wireline) y tubería, en operaciones realizadas en pozos productores de hidrocarburos.
Prosper	Software para el modelamiento de pozos productores de hidrocarburo, capas de describir la mayoría de fenómenos físicos que ocurren en el pozo y en las tuberías.
Wellca	Software para la simulación de esfuerzos, cargas comportamientos de presión entre otros, asociados a los diferentes eventos que se puedan presentar en pozo productores de hidrocarburo.

Desarrollo del Personal. Como lo muestran los modelos gerenciales que serán la base para la gerencia de completamiento, analizados y seleccionados en el capítulo anterior uno de los principales pilares de la gerencia tiene que ser el mejoramiento continuo y el desarrollo del personal, por lo tanto se debe establece dentro del presupuesto recursos adicionales para este rubro. Este proceso tendrá como objetivos:

- Aumentar el potencial laboral de los trabajadores para resolver problemas y tareas personales en el campo del funcionamiento y desarrollo de la organización.
- Incremento de la eficiencia laboral.
- Disminución de la rotación del personal.

- Capacitación del personal líder
- Formación de empleados jóvenes y capaces.
- Lograr una mayor independencia del mercado laboral.
- Adaptación a las nuevas tecnologías.
- Crecimiento de las habilidades sociales de los empleados y su satisfacción laboral.

Esta metodología debe ser basada en los recursos tecnológicos con el fin de durante los diferentes procesos la capacitación de la gente sea autodidacta, por lo tanto las empresas cuenta con estructuras informáticas que dan acceso a cursos especializados para el personal enfocados a desarrollar las cualidades de cada persona según lo consideren. Adicionalmente se tiene que visualizar un plan de carrera definido que permita establecer los objetivos del empleado dentro de la gerencia y sus expectativas a corto, mediano y largo plazo.

5.5 Modelo de Estructuración Para la Gerencia de Completamiento

Al transcurrir de los años la industria de los hidrocarburos ha tenido que evolucionar circunstancialmente, dado principalmente al aumento de la complejidad para la explotación y producción de crudo, donde los procesos son tecnificados, la seguridad durante el trabajo ha aumentado, los yacimientos de hidrocarburo se encuentran más profundos y/o su extracción se hace más compleja, reglas ambientales más exigente y el uso de nuevas tecnologías sea convertido en un componente adicional, factores económicos que han reflejado fuertes respuestas en el precio del barril de petróleo han obligado a las empresas del sector a reaccionar ante la coyuntura actual, y adoptar modelos de gerencia que permitan adaptación al cambio, reducción de costos y mayor eficiencia operacional.

Es por esto que en respuesta a las actuales necesidades de la industria, a la volatilidad de los mercados y la complejidad creciente que tienen los proyectos asociados a la exploración y

explotación de hidrocarburos que departamentos y gerencias especializadas con objetivos claros, y una misión y visión bien establecidas ayudaran a las organizaciones a tener mejor adaptabilidad y ser más competitivas ante los nuevos retos del mercado. En este punto es donde la gerencia de completamiento aporta a la organización, con una filosofía basada en procesos eficientes, mejora continua y una política clara de que el personal es el centro y el éxito de la estrategia gerencial.

El primer paso que se adoptará para comenzar a establecer el modelo de gerencial base para el departamento de completamiento es realizar un diagnóstico de la situación actual, y establecer la posición de gerencia de completamiento dentro de la organización. Para esta valoración, se utilizara una Matriz DOFA, el cual permite identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, teniendo un diagnóstico completo del desarrollo de la etapa de completamiento en las empresas operadoras en Colombia dedicadas al sector de hidrocarburos.

Figura 44

Matriz DOFA Área de Completamiento



Basados en el diagnóstico DOFA, es posible comenzar a definir cuál va a ser el flujo de trabajo a nivel de la gerencia de completamiento y cuál es su finalidad dentro de la compañía, este

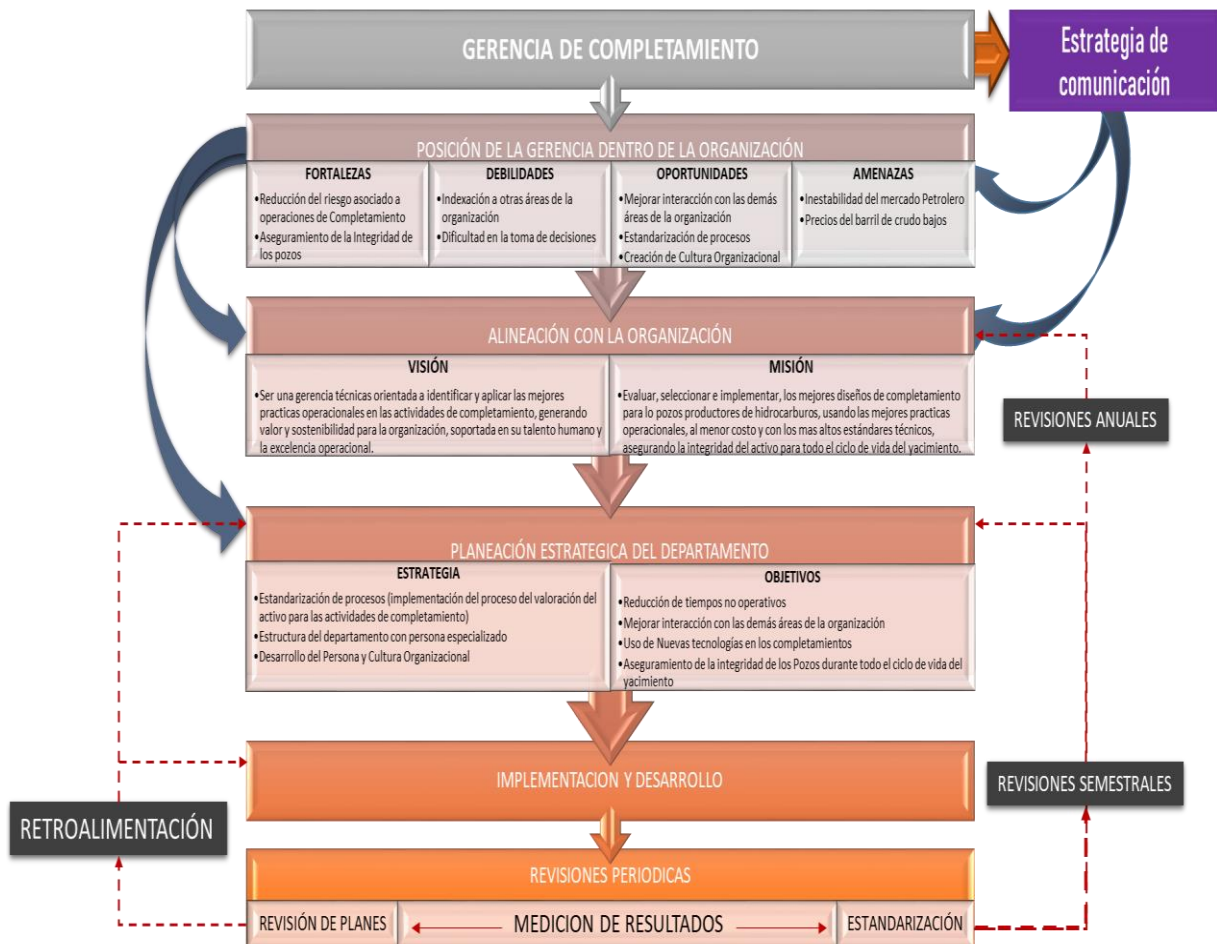
flujo de trabajo tendrá que ajustarse de forma independiente a las necesidades específicas y estar en línea con la misión y visión general de la organización, sin embargo siempre tiene que estar enmarcada en los mismos principios asociados a su objetivos principal. A continuación se encuentra la misión y la visión de la Gerencia de Completamiento.

- Visión: Ser una gerencia técnica orientada a identificar y aplicar las mejores prácticas operacionales en las actividades de completamiento, generando valor y sostenibilidad para la organización, soportada en su talento humano y la excelencia operacional.
- Misión: Evaluar, seleccionar e implementar, los mejores diseños de completamiento para los pozos asociados a la extracción de hidrocarburos, usando las mejores prácticas operacionales, al menor costo y con los más altos estándares técnicos, asegurando la integridad del activo para todo el ciclo de vida del yacimiento.

Una vez es establecida la misión y visión de la gerencia de completamiento es posible diseñar la primera sección del modelo gerencial de la gerencia de completamiento, este será la dirección estratégica de la gerencia y el flujo de trabajo base. Esta primera estancia estará basada en el modelo de Administración por políticas buscando establecer un proceso participativo, estableciendo metas y objetivos claros en base a la identidad de la gerencia, y estableciendo puntos de medición, evaluación y retroalimentación en el periodo establecido.

Figura 45

Dirección Estratégica



El modelo de dirección estratégica permite identificar a nivel de la gerencia de completamiento, sus objetivos principales y de esta forma trazar el rumbo a seguir para alcanzar los mismos durante el proceso de planeación. En esta primera fase del modelo adicionalmente se tienen componentes importantes como lo es el seguimiento, la retroalimentación y una estrategia de comunicación, esta última establecida como un pilar fundamental dentro de la implementación del modelo.

La segunda faceta del modelo estará basada en definir la estrategia en la cual se desarrollará el trabajo de la gerencia de completamiento, esta parte del modelo está fundamentada

principalmente en el modelo gerencial de Kaizen, estableciendo durante el proceso la búsqueda del mejoramiento continuo, Figura 46

Figura 46

Funcionamiento de la Gerencia de Completamiento



Esta etapa de la estructura del modelo gerencial se tiene como eje principal el personal, y se centra en mejorar de manera continua el proceso de valoración de los proyectos de completamiento en base en la información obtenida durante todas las etapas de maduración del mismo, medición y análisis de los resultados y la retroalimentación obtenida por la interacción con las demás áreas de la organización que están involucradas en el proceso. Adicionalmente el proceso de valoración como se estableció en capítulos anteriores está basado en la misma filosofía de mejoramiento continuo donde se analiza y se nutre continuamente en cada etapa a partir de las

lecciones aprendidas permitiendo su constante evolución y aporta al modelo de funcionamiento de la gerencia de completamiento.

Finalmente para el modelo de estructuración de la gerencia de completamiento y teniendo como principal recurso el talento humano, parámetro importante, evidenciado en la estancia 2, se estableció la cultura organizacional como parte fundamental de la estructura de la gerencia, esto permitirá fortalecer continuamente la confianza y capacidades de cada individuo perteneciente a la misma creando sentido de pertenencia, apoderándose y sintiéndose representado con el modelo estructurado para la gerencia.

Figura 47

Cultura Organizacional de la Gerencia de Completamiento

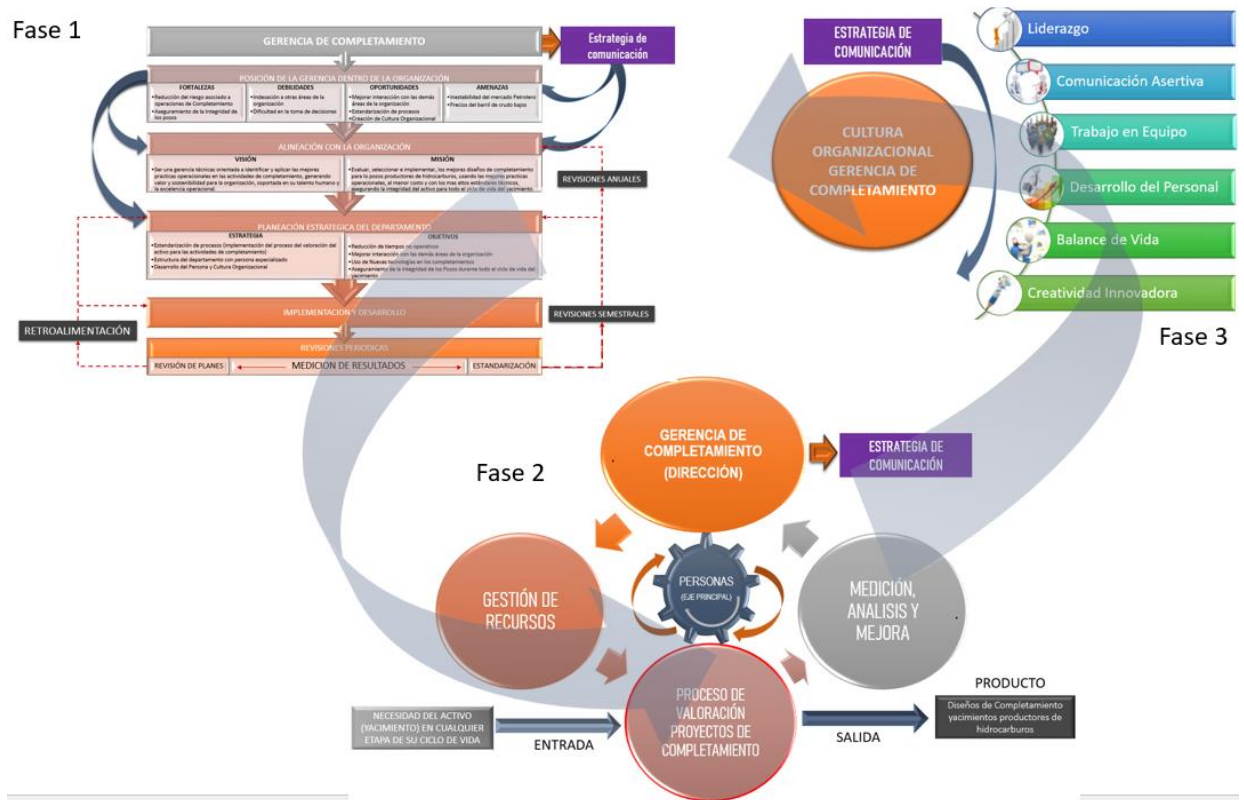


El diseño del modelo estructural de la gerencia de completamiento, identifica los puntos más críticos dentro de la organización donde interviene el área, y organizar de forma práctica y coherente la asignación de recursos técnicos, económicos y humanos en cada sector de interés, dando autonomía, visibilidad y empoderamiento, con una estructura organizacional clara, roles y

responsabilidades definidos y capaz de asegurar todas las actividades asociado a las operaciones de completamiento, durante el ciclo de vida del activo y posterior abandono.

Figura 48

Modelo de Estructuración de la Gerencia de Completamiento



Este modelo de estructuración de la gerencia de completamiento permitirá a las empresas operadoras del sector hidrocarburos que identifiquen falencias en sus procesos, fallas de integridad en los pozos, sobrecostos operacionales, deficiencia operativa entre otros inconvenientes relacionados a esta área de conocimiento, tener una guía para establecer la gerencia de completamiento con una estructura sólida capaz de resolver dichas adversidades de planeación y operacionales, bajo altos estándares de calidad y eficiencia operativa.

6. Conclusiones

Las estructuras actuales de los diferente departamentos y gerencias que integran una empresa operadora del sector hidrocarburos en Colombia, son funcionales, pero siguen siendo linealmente jerárquicas, donde su distribución es realizada por departamentos con base en sus especialidades y roles dentro de la organización, estas estructuras son flexibles y se adapta al tamaño y operación de la compañía.

El proceso de valoración de proyectos establecido para la gerencia de completamiento, enmarca cinco etapas principales: Evaluación, Selección, Detalle, Ejecución y Cierre, permite agrupar basado en un modelo de atributos las diferentes actividades de completamiento, desarrolladas desde antes del inicio de la perforación y finalizando con el abandono del activo, dando claridad y enmarcando los objetivos que deberá estar como base de la estructura en el modelo gerencial.

La evaluación de diferentes modelos gerenciales, con la metodología PAJ (Proceso Analítico Jerárquico), permitió establecer para el desarrollo de los lineamientos de la gerencia de Completamiento, los modelos de Keizen, Administración por políticas y Empoderamiento.

El modelo de estructuración de la gerencia de Completamiento, basado en los diferentes análisis desarrollados en el trabajo permite identificar los puntos más críticos dentro de la organización donde interviene el área, organizar de forma práctica y coherente la asignación de recursos, y brinda herramientas que ayudan a su dimensionamiento, lo cual genera un modelo gerencial conciso, completo, estructurado adecuadamente y que cumple con el objetivo establecido y bajo el cual fue concebido.

La muestra tomada en consideración para la jerarquización de los Sub criterios se basó en la consulta de menos de 30 especialistas de completamiento, sin que esto implique menos confiabilidad de los datos, principalmente porque el modelo PAJ se basa en datos cualitativos más no cuantitativos. No obstante, sí el número de personas especialistas que evalúen las diferentes alternativas es mayor, los resultados podrían refinarse permitiendo reflejar una situación acorde a la experiencia de los evaluadores.

El modelo de estructura desarrollado para la Gerencia de Completamiento en este trabajo es una guía para las empresas operadoras del sector de hidrocarburo en Colombia, que identifiquen falencias en el diseño de sus completamientos, problemas de integridad, sobre costos y altos tiempos de operación, establecer la gerencia de completamiento con una estructura sólida capaz de resolver dichas adversidades de planeación y operacionales, bajo altos estándares de calidad y eficiencia operativa.

Se identificó que para cualquier estructura y estrategia gerencial que se quiera establecer dentro de las diferentes organizaciones, paralelamente se debe desarrollar de manera eficiente, clara y concisa el plan de divulgación y comunicación, ya que esto garantizará que los miembros de la organización, interiorizar la misma, participar en el mejoramiento continuo, y puedan reconocer sus funciones, roles y posición dentro de la misma de manera clara y los retos que implica.

7. Recomendaciones

El proceso de valoración de la gerencia de completamiento deberá ajustarse a las necesidades de cada empresa operadora del sector hidrocarburos en Colombia, pero la estructura principal deberá mantenerse, esto permitirá la estandarización para el análisis de todos los procesos asociados a las actividades de completamiento dentro de las necesidades del activo, sin importar la etapa de maduración o el ciclo de vida en que se encuentre el mismo.

El análisis de criterios múltiples desarrollado para el dimensionamiento de la estructura de la gerencia de completamiento, podrá considerar variables adicionales de análisis, si así es considerado por la empresa en la cual se esté estructurando la gerencia de completamiento, y será el punto de partida para la elaboración del organigrama y la asignación de recursos necesarios para el establecimiento de la gerencia en base a la modelo establecido en este trabajo.

El modelo de estructuración de la gerencia de completamiento, es una guía para cualquier compañía operadora del sector hidrocarburos en Colombia, por lo tanto dada su configuración de mejoramiento continuo, dirección estratégica y cultura organizacional, permite que sea ajustado según las necesidades particulares de la organización.

Para al modelo de estructuración de la gerencia de completamiento es necesario establecer una buena estrategia de comunicación dentro de la organización, que permita transmitir a todos los integrantes los objetivos, actividades, roles y responsabilidades de la misma.

Referencias Bibliográficas

- Aduna Mondragón, A. P., García Mata, E., & Chávez Gutiérrez, É. J. (Consultado 14 de Septiembre de 2020). *Modelos de Gestión de Recursos Humanos*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tepeji/n8/a13.html>
- Aguirre Fernández, R. (08 de Julio de 2018). *elcolombiano*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/colombia/hay-descuido-en-la-infraestructura-petrolera-FK8963447>
- Alvarez Alonso , M., Arquero Hidalgo, A., & Martínez Izquierdo, E. (2008). *Empleo del AHP (Proceso Analítico Jerárquico) incorporado en SIG para definir el emplazamiento óptimo de equipamientos universitarios. Aplicacion en una biblioteca*. Boadilla del Monte: Facultad de informatica (U.P.M).
- Azwell, T., Blum, M., Hare, A., Joye, S., Kubendran, S., Laleian, A., . . . White, L. (2011). *The Macondo Blowout Enviroment Report*. Deepwater Horizon Study Group.
- Biggeri, M., & Dusek, A. S. (2018). Desarrollo de estimados de costos. *Petrotecnia*, 58-63.
- bizneo. (Consultado 15 de Septiembre de 2020). *Cómo hacer un organigrama empresarial*. Obtenido de Bizneo Glog: <https://www.bizneo.com/blog/organigrama-de-una-empresa/>
- Cardenas Quevedo, J. (2016). *Estrategias Gerenciales en momentos de crisis economica para la industria de los hidrocarburos en Colombia*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Daft, R. (2011). *Teoría y diseño organizacional*. Cruz Manca, Santa Fe: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

- Ecopetrol S.A. (Diciembre de 2019). *Portal Ecopetrol*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/EstructuraOrganizacional/Composicioncomitedirectivo>
- Ecopetrol S.A. (Abril de 2020). *Portal Ecopetrol*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/EstructuraOrganizacional>
- Ecopetrol S.A. (Agosto de 2020). *Portal Ecopetrol*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/EstructuraGeneralGPN>
- Ecopetrol S.A. (2020). *Resultados Primer Trimestre 2020*. Bogotá: Ecopetrol S.A .
- Enrique López, E. M. (2013). *La economía petrolera en Colombia (Parte II)*. Bogotá: Banco de la Republica.
- Foliaco Gamboa, J. (Junio de 2011). *Política de Empresas*. Obtenido de Administración por Políticas-Hoshin Kanri: <http://jfoliacopoliticas.blogspot.com/p/el-hoshin-kanri-o-administracion-por.html>
- Gascó, T. (25 de Julio de 2016). *Análisis DAFO*. Obtenido de Emprende pyme.net: <https://www.emprendepyme.net/analisis-dafo>
- Germán Velásquez, V. (28 de Abril de 2018). *Marketing Puro*. Obtenido de <https://puromarketing-germanvelasquez.blogspot.com/2018/04/modelos-gerenciales.html>
- Gilli, J. J., Arostegui, Á., Doval, I., Iesulauro, A., & Shulman, D. (2007). *Diseño Organizativo Estructura y Procesos*. Argentina: Granica S.A.
- Grandio Botella, A., & Bou Llusar, J. (1994). Burocracia y Liderazgo: De la dirección de operaciones a la de recursos humanos. *IV Congreso Hispano-Frances de la Asociacion*

Europea de Dirección de Empresas (AEDEM) (págs. 7-26). Cáceres: Camara oficial de Comercio e industria de Cáceres.

Halliburton. (2019). *Halliburton*. Obtenido de https://www.halliburton.com/content/dam/ps/public/cps/contents/Books_and_Catalogs/web/CPSCatalog/01-Introduction.pdf

Halliburton. (2019). *Halliburton*. Obtenido de <https://hal100.com/next-100/>

Haworth, S. (23 de Abril de 2019). *dpm*. Obtenido de <https://thedigitalprojectmanager.com/es/grafico-raci-manera-mas-simple/>

Hocol. (2020). *Estructura de Transición*. Bogotá.

Jauregui, A. (2017). *Recursos de una Empresa: Tipos y Ejemplos Reales*. Obtenido de [lifeder.com: https://www.lifeder.com/recursos-empresa/](https://www.lifeder.com/recursos-empresa/)

Leal, A., & Bohórquez Guevara, K. (25 de Febrero de 2020). *La Republica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/en-2019-ecopetrol-logro-utilidades-por-133-billones-la-cifra-mas-alta-en-seis-anos-2969501>

López Suárez , A. (30 de Mayo de 2019). *Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/hay-22-empresas-listas-para-buscar-y-producir-crudo-530124>

López, E., Montes, E., Garavito, A., & Collazos, M. M. (2013). *La economía petrolera en Colombia (Parte II). Relaciones intersectoriales e importancia en la economía nacional*. . Bogota: Banco de la Republica.

Luis Bassa, C. (2011). *Modelos para el análisis de atributos contemplados por los clientes en una estrategia de Marketing Relacional*. Barcelona: Universidad de Barcelona (Tesis Doctoral).

- Martínez Gómez, A. (2013). *Columna Vertebral del Sector Hidrocarburos*. Seguros Sura.
- McAndrews, K. (2011). Consequences of Macondo: A Summary of Recently Proposed and Enacted Changes to US Offshore Drilling Safety and Environmental Regulation. *SPE Americas E&P Health, Safety, Security, and Environmental Conference*, 21-23 March (pág. 9). Houston Texas, USA: Society of Petroleum Engineers.
- Mintzberg, H. (1984). *La estructuración de las organizaciones*. Barcelona: Ariel.
- Mongue, E., & Zhunio, B. (2013). Aplicación de Modelos Gerenciales en los Establecimientos de Alimentos y Bebidas del Centro Histórico de Quito. *RICIT No. 5*, 40-68.
- Nacional, R. d.-G. (14 de Septiembre de 1984). *CPIP*. Obtenido de Consejo Profesional de Ingenieros de Petroleo: <https://www.cpip.gov.co/index.php/ley-20-de-1984/>
- Occidental. (2020). *Occidental*. Obtenido de <https://www.oxy.com/aboutOccidental/Pages/Management.aspx>
- Pandolfo, A., Rojas, J., Kurek, J., Pandolfo, L., Lublo, R., Guimaraes, J., & Reinehr, R. (2008). Aplicación del modelo de evaluación de proyectos habitacionales para la medición de la satisfacción de las necesidades del usuario. *Ingenieria de Construcción*, 42-51.
- Pelaez Uribe, C. V. (2012). *Peláez Uribe, C. V. (2012). Vicepresidencia de producción de Ecopetrol SA “La Mega de Producción de barriles limpios hacia el 2020*. Bogotá: Universidad EAN (Tesis de grado).
- Prieto Herrera, J. E., & Therán Barrios, I. (2018). *Administración, Teorías, autores, fases y reflexiones*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Ramón, J. (18 de Julio de 2019). *Castropelaez Abogados*. Obtenido de <https://castropelaez.com/derecho-laboral/sabe-cuanto-le-cuesta-a-su-empresa-un-trabajador-con-salario-integral/>

- Sati Star. (2014). *Policy Deployment*. Obtenido de Sati Star: <https://satistar.com/consulting/our-services/leadership-cultural-transformation/policy-deployment/>
- Taipe Simbaña, B. D. (2020). *Análisis técnico económico para la rehabilitación de los pozos cerrados en el campo Cuyabeno Sansahuari (Bloque 58) utilizando la metodología front – end loading (FEL)*. Quito: Universidad Central de Ecuador (Trabajo de Grado).
- Teneche Pérez, W. A., & Fernández, M. F. (2016). *Diseño de un Modelo Gerencial para la Empresa Andry de la Ciudad de Dosquebradas del departamento de Risaralda*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira (Trabajo de Grado).
- Unknown. (23 de Junio de 2018). *Desarrollo Organizacional*. Obtenido de Cultura Organizacional: <http://dorganizacionaluni.blogspot.com/2018/06/cultura-organizacional.html>

Apéndices

Apéndice A. Resultados Encuesta Expertos Completamiento

Apéndice B. Análisis PAJ Modelos Gerenciales

Apéndice C. Macro de Análisis Criterios Múltiples