

Propuesta De Solución Para Los Sobre Costos Operativos De Ecopetrol S.A. En Campo  
Rubiales-Meta, Mediante El Cambio De Tecnología De Las Unidades De Inyección Stand-By  
De Tipo Combustión Por Unidades De Tipo Eléctricas

Proyecto Aplicado para optar título de Especialista en Gestión de Proyectos

Autor:

GERMAN ALFREDO RODRIGUEZ

Diciembre 2019

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia– UNAD

Escuela De Ciencias Administrativas, Contables, Económicas Y De Negocios - ECACEN

Especialización Gestion De Proyectos

## **Dedicatoria**

El presente proyecto de grado va dedicado a mi esposa Diana Milena Quintana, quién siempre ha sido un gran apoyo incondicional en todos los momentos, a mis hijos Juan Jose y Simón, quienes son el motor de mi vida y la principal razón para ser cada día una mejor persona y un mejor profesional.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por permite culminar una etapa más de mi vida profesional, ya que sin su apoyo nada sería posible, a mi hermosa familia que siempre están para poyarme en todos los momentos.

También quisiera agradecer a la Universidad Nacional a Distancia (UNAD), por todos los servicios de aprendizaje brindados durante el ciclo de la especialización Gestión de Proyectos y un agradecimiento especial al tutor William Oswaldo Ortegón, quién fue el guía para la construcción del presente documento.

## Resumen

Cada día el gran reto de las compañías es buscar ser autos sostenibles y rentables, generando valor, además de que esta manera es posible incrementar los ingresos mucho más fácil. Por esta razón buscan siempre la optimización de los costos operativos y hoy en día se quiere realizar través de los avances, la innovación y la gestión tecnológica, para lograr ser competitivos en los mercados. Es por esta razón, que surge la propuesta para lograr solucionar una problemática de sobre costos, identificada en una de las facilidades de inyección del Campo Rubiales – Meta, perteneciente a la empresa Ecopetrol S.A., la cual consiste en realizar el cambio de tecnología de 2 unidades de inyección de tipo combustión por unidades de tipo eléctricas, utilizando el método Waterfall bajo los lineamientos del PMBOK®.

***Palabras clave:** Auto sostenible, innovación tecnológica, gestión tecnológica, sobre costos, Waterfall*

## **Abstract**

Every day the great challenge of companies is to seek to be self-sustainable and profitable, generating value, in addition to this way it is possible to increase revenues much easier. For this reason they always seek the optimization of operating costs and nowadays they want to carry out through advances, innovation and technological management, in order to be competitive in the markets. It is for this reason, that the proposal arises to solve a problem of cost overruns, identified in one of the facilities of injection of the Rubiales - Meta Field, belonging to the company Ecopetrol SA, which consists of making the change of technology of 2 combustion type injection units per electrical type units, using the Waterfall method under the guidelines of the PMBOK®.

**Keywords:** *Self-sustainable, technological innovation, technological management, on costs, Waterfall.*

## Tabla de Contenido

Capítulo 1.....	9
1.1. Formulación del Problema.....	9
1.1.1. Descripción.....	9
1.1.2. Diagrama Causa-Efecto (ISHIKAWA).....	11
1.1.3. Formulación del problema.....	12
Objetivos.....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Justificación.....	15
Marco Referencial.....	16
Teórico.....	16
Antecedentes.....	17
Conceptual.....	18
Estado actual.....	18
Capítulo 2.....	20
2.1. Metodología.....	20
2.2. Fase 1: Inicio.....	22
2.3. Fase 2: Planificación.....	25
2.4. Fase 3: Ejecución.....	36
2.5. Fase 4: Monitoreo y Control.....	38
2.6. Fase 5: Cierre.....	43
Capítulo 3.....	44
Administración del Proyecto.....	44
3.1 Recursos Disponibles.....	44
3.1.1. Recurso Humano.....	44
3.1.2. Recurso Técnico.....	44
3.1.3 Recurso Material.....	45
3.1.4 Cronograma.....	47
Capítulo 4.....	48
Resultados Esperados.....	48
Lista de Referencias.....	50

Anexos y Apéndices .....	51
Apéndice A: Definiciones.....	52
Apéndice B: Localización geográfica.....	53
Vita.....	54

## Lista de Tablas

Tabla 1 Identificación de Stakeholders.....	23
Tabla 2 Estimación de los Costos .....	29
Tabla 3 Plan de Recursos Humanos.....	30
Tabla 4 Métodos de Comunicación .....	30
Tabla 5 Valoración de Impacto y Probabilidad .....	32
Tabla 6 Valoración de riesgos.....	32
Tabla 7 Análisis DOFA .....	33
Tabla 8 Matriz Cualitativa de los riesgos .....	33
Tabla 9 Matriz RACI .....	36
Tabla 10 Revisión de Pre-Arranque.....	40
Tabla 11 Control y monitoreo de los riesgos .....	43
Tabla 12 Ahorros Estimados.....	48

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 EDT.....	27
Ilustración 2 Cronograma de Investigación .....	28
Ilustración 3 Manejo de los Grupos de Interés .....	42
Ilustración 4 Cronograma Propuesto .....	47

## Capítulo 1

### 1.1. Formulación del Problema

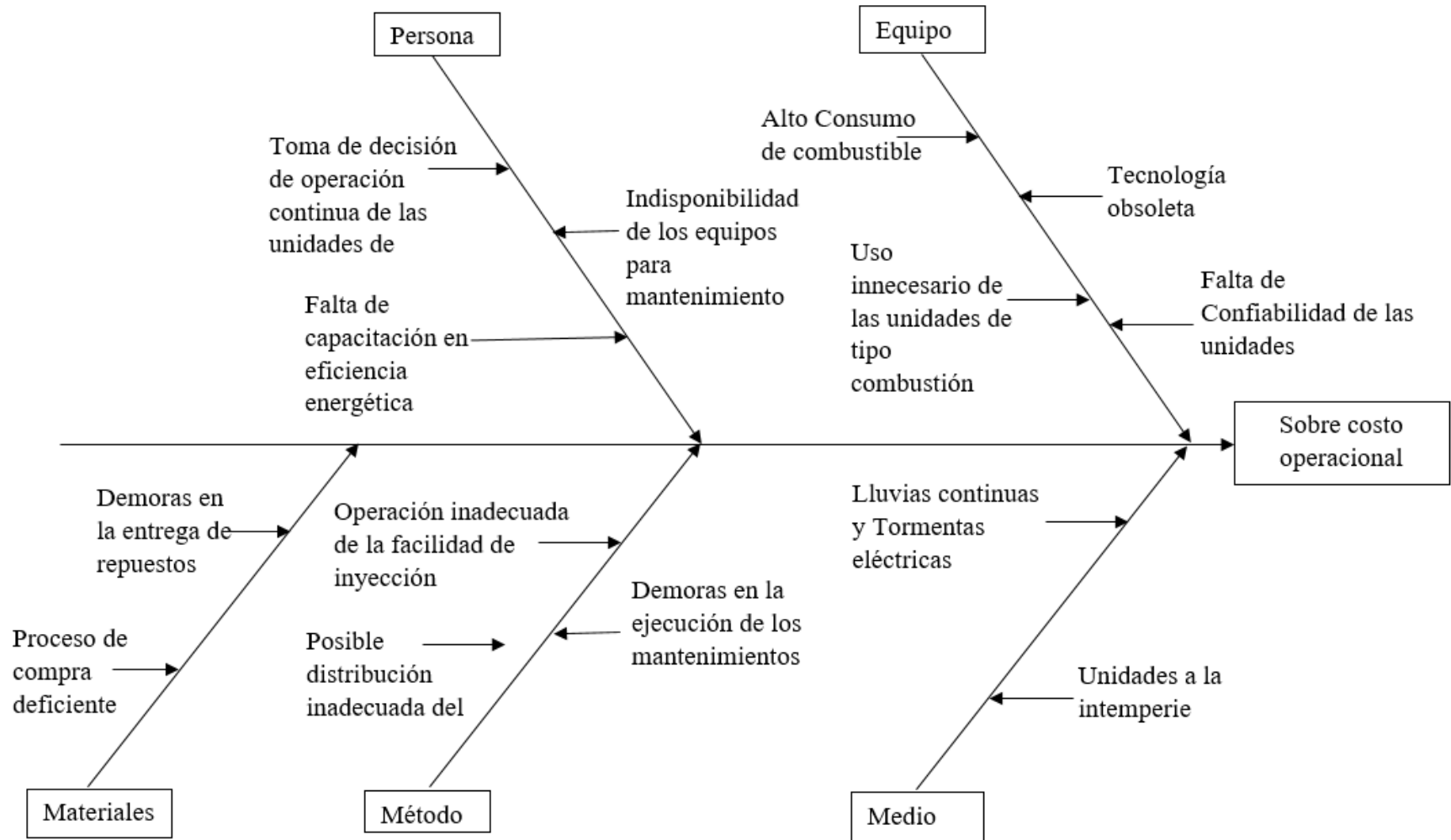
#### 1.1.1. Descripción

La crisis del petróleo que tomó a todos por sorpresa en el año 2015, ya que los presupuestos para ese año se habían elaborado basándose en el promedio del precio del crudo Brent de los últimos 5 años, el cual había estado en promedio por encima de los 95 USD, obligó a todas las compañías operadoras de hidrocarburo o petróleo, a reinventarse y optimizar al máximos los costos operativos, puesto que el valor del crudo Brent alcanzó un valor histórico de 28 USD en el 2016, lo que generó mucha incertidumbre en la rentabilidad de las empresas Colombianas. Por esta razón año tras año se ha estado buscando todas las posibles maneras de optimizar y reducir los costos operativos de alguna u otra manera. Es aquí donde nos encontramos con la operación de Campo Rubiales, ya que al ser uno de los campos más atípicos que tiene el país, sin olvidar que actualmente es el campo más grande y productor de hidrocarburo, tiene un buen margen de rentabilidad, pero por la vida útil del campo, este margen se debe de incrementar cada vez un poco más. Por esta razón se identifica la operación de la facilidad de inyección del PAD 7, el cual genera sobre costos que disminuyen o afectan el margen de rentabilidad actualmente del campo.

Estos sobre costos se deben al contrato de alquiler que se tiene de 2 bombas de tipo combustión, por el cual se realiza el pago con un costo promedio de 245 (doscientos cuarenta y cinco) pesos Mcte por barril inyectado, cada una de las bombas tiene una capacidad de inyección de 100.000 BWPD (Barriles de Agua Por Día), lo que equivaldrían a un costo diario de alquiler de \$24.500.000 pesos Mcte por cada una, sin incluir el costo del combustible esto nos da un

contrato de alquiler anual por \$8.942.500.000 COP, valor que es posible optimizar para la compañía.

**1.1.2. Diagrama Causa-Efecto (ISHIKAWA)**



Para lograr la reducción del sobre costo operacional que está teniendo Campo Rubiales, enfatizando en la facilidad de inyección del PAD 7, se sugieren las siguientes estrategias:

Optimizar el proceso de compra y realizar una selección adecuada de proveedores.

Revisar con el área de ingeniería, la filosofía de operación y la distribución de agua de la facilidad de inyección del PAD 7.

Verificar la correcta instalación de los para rayos del área.

Realizar un plan de capacitación a los operadores y supervisores de la facilidad, sobre eficiencia energética y la importancia de los mantenimientos de las unidades.

Realizar el cambio de las unidades inyección de tipo combustible, por tipo eléctricas.

### **1.1.3. Formulación del problema**

La empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, es actualmente la empresa Estatal que más ingresos genera para el país, es por esta razón que cada granito de arena que se sume y ayude a la optimización de los costos operacionales de la compañía, convierte a la empresa más atractiva para el Estado si sus ingresos y utilidades se incrementan cada año, como las utilidades mostradas para lo que va corrido del año en curso. De esta manera, el Estado ya no pensara en vender una de sus últimas compañías Estatales. Esto nos conlleva a formularnos el siguiente interrogante:

¿Cómo se pueden disminuir los costos operacionales de la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol S.A.), para que esta siga siendo la empresa que más genera ingresos para el Estado?

Para buscar una propuesta de solución a la interrogante generada, delimitaremos la propuesta de investigación al campo de producción de petróleo más grande que tiene por el momento la compañía en el país. Por esta razón nos centralizaremos en el Campo Rubiales, ubicado en el departamento del Meta, en la facilidad de inyección y disposición de agua número 7 conocido por el nombre de PAD 7.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar la metodología para el cambio de tecnología de las unidades de inyección stand-by de tipo combustión por unidades de tipo eléctricas, para la optimización de costos de operación de la empresa Ecopetrol S.A.

### **Objetivos Específicos**

Elaborar un cronograma de actividades requeridas para el cambio de tecnología.

Definir los pasos a seguir para la estructuración de la propuesta.

## **Justificación**

La Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol S.A., es la compañía más grande del país, y de las pocas compañías de las cuales el estado Colombiano, es el accionista mayoritario, por lo tanto es la compañía que más aporta recursos económicos al país, convirtiéndola en la más importante. Por esta razón el foco económico que tiene la compañía es bastante importante, así que toda reducción y/u optimización de costos que se puedan lograr dentro de ella, son importantes y valederos.

Como lo hemos mencionado anteriormente la facilidad de inyección de agua, denominada PAD 7 del Campo Rubiales, ubicado en el departamento del Meta, es actualmente la facilidad de inyección más grande del campo, con una capacidad nominal de inyección de más de 1.400 KBWPD (Miles de Barriles de Agua Por Día), por lo tanto es necesario asegurar la disponibilidad del respaldo stand-by que se tiene para las unidades de inyección principales, sin incrementar los costos de operación del PAD, y poder así asegurar la eficiencia de inyección del PAD. Para ello se pretende realizar el cambio de tecnología de las unidades de respaldo stand-by de motor diésel, por dos (2) bombas de tipo eléctricas centrífugas horizontales, que sean propiedad directa de la operación, para disminuir los costos de contratación por el alquiler de unidades y el consumo de combustible de las mismas.

## Marco Referencial

### Teórico

Para nuestra investigación se tomará como referencia, las teorías económicas, puesto que en toda la historia ha sido un hito importante para la sociedad, ya que de esta manera se toman las decisiones de cómo enfrentarse a los problemas que día a día nos acogen. Jimenez (2017) afirma. “A lo largo de la historia cada sociedad ha tenido que decidir qué mecanismos debía adoptar para enfrentarse de la manera adecuada a sus problemas económicos (...). Por este motivo han surgido los denominados sistemas económicos, que no son más que distintas formas de organizar una sociedad con el objetivo de resolver sus problemas económicos básicos”. Así pues nos remontaremos al año 1776, donde Adam Smith dio vida al pensamiento económico, con la publicación de su obra “*La riqueza de las naciones*”, abriendo el camino para la llamada “*Escuela Clásica*”, que junto a David Ricardo, John Stuart Mill, y Robert Malthus, “defendieron que son los agentes económicos privados los que buscando satisfacer sus propios intereses, consiguen incrementar el bien común sin pretenderlo. Esto lo consiguen guiados por la “mano invisible” del mercado” (Jimenez, 2017). Por lo tanto al ser la Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, una sociedad de economía mixta, permite que con los ingresos de capital privado, lograr inversiones que generaran ganancias y dividendos, de los cuales pueden llegar a beneficiarse todo el país o al menos la región que recibe las regalías.

Lo anterior nos conlleva a nuestra segunda teoría “el Marxismo”, centrada en la teoría de Karl Marx, valor-trabajo. Jimenez (2017) afirma:

Según esta, el valor de los productos está fijado por la cantidad de trabajo que se incorpora a la producción, de forma que tan solo una parte de dicho valor llega a los trabajadores

en forma de salario, mientras que la mayor parte se destina a retribuir a los propietarios de las fábricas y el capital.

De esta manera, la compañía optimizando sus costos de producción, puede llegar a generar mayores dividendos, utilidades y regalías para el país, de donde se beneficiarían todos los colombianos de manera directa, si son accionistas o indirecta con los aportes realizados a regalías.

### **Antecedentes**

Es muy importante saber que cada vez que producimos un barril de petróleo, se están incorporando nuevas reservas probadas para el país, Portafolio (2019) afirma “actualmente, por cada barril que se produce en el país, se incorporan 1,56 barriles de reservas probadas” lo que incrementa la vida útil de Colombia, como un país petrolero. Lo que muchos desconocen, es que los pozos productores de crudo también tiene una vida útil, y su vida útil depende el incremento de agua dentro del yacimiento, puesto que la producción de crudo es inversamente proporcional a la de agua. Así pues, si queremos seguir produciendo la misma cantidad de crudo, de un pozo productor de hidrocarburo, se debe de tratar un incremento más de agua, lo que conlleva a un problema para cualquier empresa operadora y productora de hidrocarburo.

Por esta razón la importancia de la facilidad de inyección de agua, denominada PAD 7, ya que permite disponer de un gran volumen del agua generada de los pozos del campo, puesto que permite mantener la producción de petróleo diaria del país y agregando reservas para el mismo. Lo que ayuda fuertemente a la economía de nuestro país.

## **Conceptual**

Es importante manejar y conocer los conceptos de barriles de agua producidos por día o su abreviación en inglés BWPD (Barrels Water Per Day), ya que con esta unidad se manejan los datos de volúmenes de agua de la facilidad de inyección, en la cual nos estamos delimitando. También se debe de conocer la diferencia entre un motor de combustión y uno eléctrico, para conocer las ventajas que tiene una tecnología sobre la otra; el motor de combustión es capaz de transformar en movimiento, la energía proveniente de la compresión y explosión del combustible, generando así los vapores suficientes para poder generar movimiento, sin embargo estos vapores y gases deben ser expulsados luego al medio ambiente, generando los conocidos gases de efecto invernadero. Por otra parte tenemos los motores eléctricos, los cuales convierten la energía eléctrica en energía mecánica, mediante los campos magnéticos generados en las bobinas internas alrededor del rotor. Para lograr estos campos magnéticos se requiere de una inducción de voltaje, que para nuestro caso se requieren voltajes del rango de media tensión, que son superiores a los 1000 voltios.

## **Estado actual**

A pesar de que Ecopetrol está mostrando excelentes utilidades en lo que va corrido del año 2019, también están incrementando los costos operacionales, como lo es el caso del costo de levantamiento el cual al finalizar el año 2018, este ya tenía un incremento de 1,20 USD por Barril, principalmente por los incrementos de agua de producción y costos de combustibles líquidos. Por esta razón nos centramos en la facilidad de inyección de agua más grande que tiene la compañía, PAD 7, de campo Rubiales - Meta, el cual cuenta con 21 unidades de bombeo con motores eléctricos y de combustión interna discriminadas de la siguiente manera: 1 bomba marca

GE de capacidad de 80 KBWPD (Miles de Barriles de Agua Por Día) 10 bombas marca GE de capacidad de 35 KBWPD (Miles de Barriles de Agua Por Día) cada una, 3 bombas marca Centrilift de capacidad de 40 KBWPD (Miles de Barriles de Agua Por Día), 2 bombas de marca RuhrPumpen de capacidad de 100 KBWPD (Miles de Barriles de Agua Por Día) cada una, 2 bombas marca Sulzer de capacidad de 160 KBWPD (Miles de Barriles de Agua Por Día) y 3 bombas marca OBS de capacidad de 100 KBWPD (Miles de Barriles de Agua Por Día) con motor de tipo combustión cada una; para una capacidad nominal de inyección de 1.410 KBWPD (Miles de Barriles de Agua Por Día).

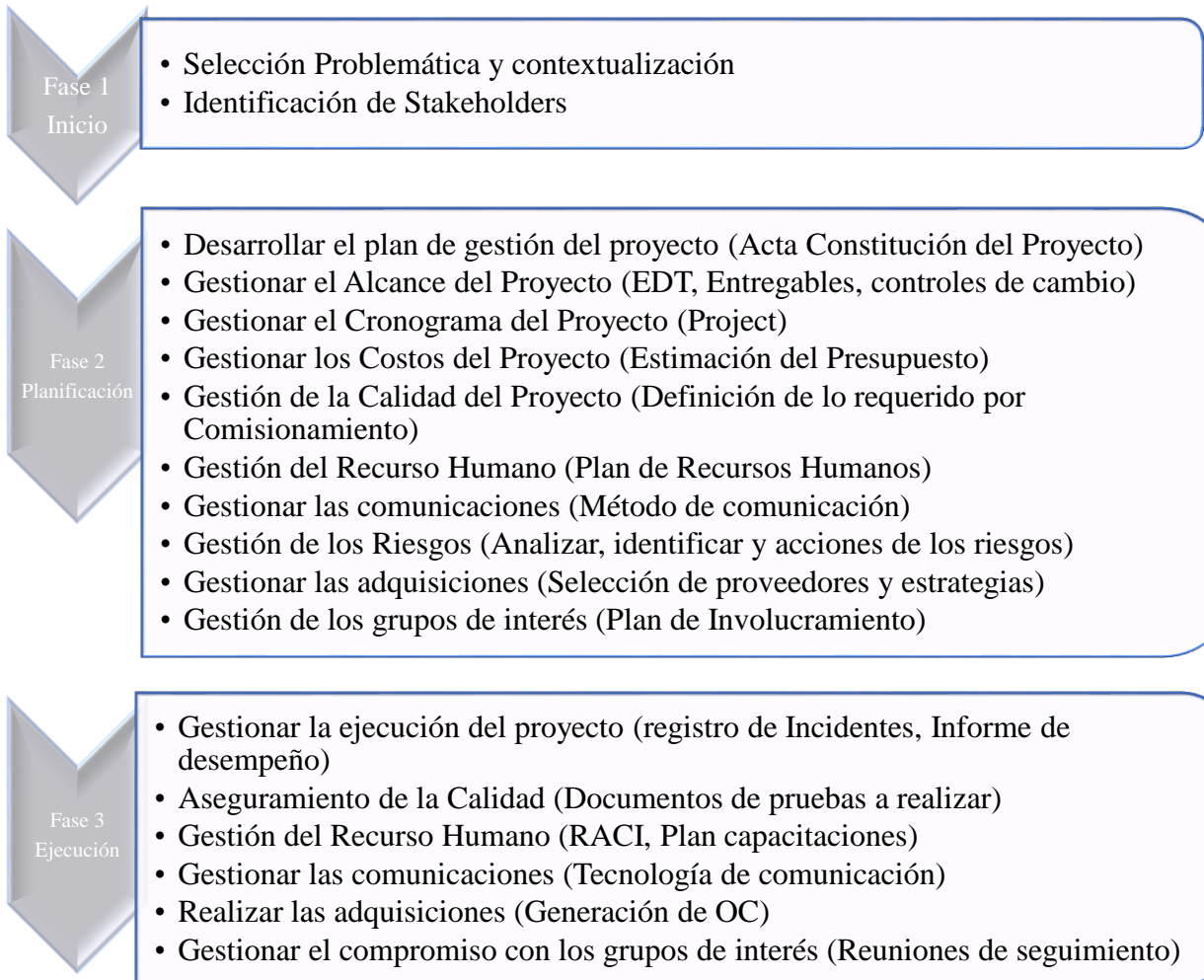
Actualmente las unidades de bombeo con motor de tipo combustión son utilizadas como unidades de respaldo stand-by, por las cuales se tiene un contrato de alquiler de aproximadamente de 245 pesos Mcte por barril inyectado y se está pagando aproximadamente cerca de 700.000.000 de pesos Mcte mensuales debido a los mantenimientos preventivos y correctivos de las demás unidades.

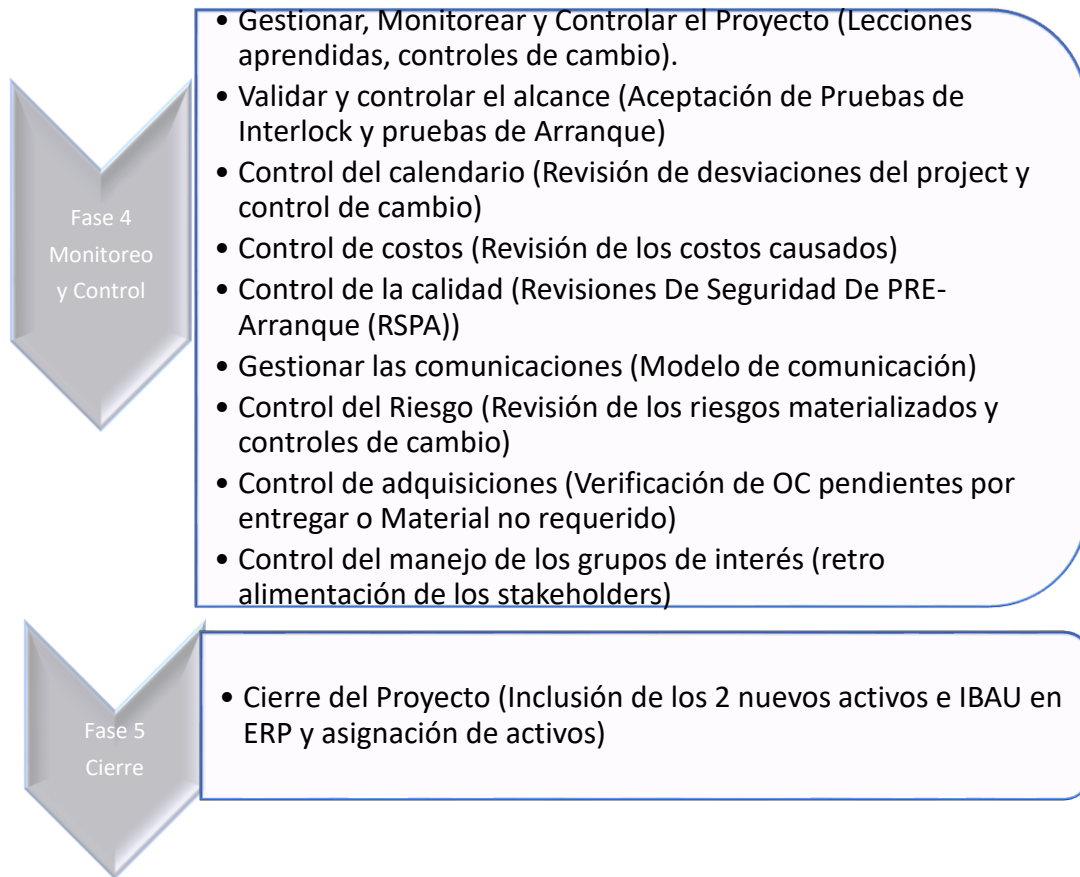
## Capítulo 2

### 2.1. Metodología

En este capítulo se realiza el diseño de la metodología para el proyecto “Propuesta De Solución Para Los Sobre Costos Operativos De Ecopetrol S.A. En Campo Rubiales-Meta, Mediante El Cambio De Tecnología De Las Unidades De Inyección Stand-By De Tipo Combustión Por Unidades De Tipo Eléctricas” siguiendo el modelo tipo Waterfall o Cascada, el cual consiste en desarrollar el proyecto de manera secuencial y dando aplicación a cada una de las fases dadas por la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) en su sexta edición. Este proyecto se encuentra adscrito a la línea de investigación de Gestión de la innovación y del Conocimiento y sub línea Vigilancia tecnológica e inteligencia tecnológica.

Para el diseño metodológico se elaboran 5 Fases; Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre. Estas fases son secuenciales, por tanto cada una es predecesora de la siguiente:





## 2.2. Fase 1: Inicio

Para la primera fase se identifican a los stakeholders del proyecto, ya que se tiene identificado el problema:

Tabla 1 Identificación de Stakeholders

2.2.1. Registro De Interesados (Stakeholders)												
Elaborado por: German Rodriguez												
Información de identificación						Información de evaluación					Clasificación de los interesados	
Nombre	Puesto	Organización / Empresa	Ubicación	Rol en el proyecto	Información de contacto	Intereses	Expectativas principales	Grado de influencia	Grado de interés	Fase de mayor interés	Interno / Externo	Observar/ Comunicar / Satisfacer / Colaborar
Mauricio Restrepo	Supervisor de PAD	Ecopetrol	Campo Rubiales	Personal de operaciones quién recibe el proyecto	Avantel 6980	Información financiera y de obra constante	Recibir a satisfacción la operación del equipo	alto	alto	Planeación Ejecución Comisionamiento Puesta en Marcha	Interno	Colaborar
Jairo Díaz	Coordinador Inyección	Ecopetrol	Campo Rubiales	Personal de operaciones quién recibe el proyecto	Avantel 6975	Información financiera y promesa valor del proyecto	Aumento disponibilidad operativa	alto	alto	Ejecución Comisionamiento Puesta en Marcha	Interno	Colaborar
Alexander Cardona	Jefe Departamento Mto	Ecopetrol	Campo Rubiales	Lider de Proyecto	Avantel 6942	Información financiera y de obra constante	Responsable de todos los procesos del proyecto	alto	alto	En todas las fases del proyecto	Interno	Colaborar
Bernardo Forero	Gerente de Campo	Ecopetrol	Campo Rubiales	Aprobador de primer nivel	Avantel 6901	Información financiera y promesa valor del proyecto	Disminuir consumo Combustible y costo operativo	alto	alto	Planeación Puesta en Marcha	Interno	Satisfacer
Francy Ramirez	VRE	Ecopetrol	Campo Rubiales	Aprobador de segundo nivel	Ext 37696	Información financiera y promesa valor del proyecto	Disminución costos operativos	alto	Medio	Planeación Puesta en Marcha	Interno	Comunicar

William Hita	Profesional ADIN	Ecopetrol	Campo Rubiales	Personal de apoyo transversal	Avantel 6985	Compra de materiales	Cumplir con los hitos que le corresponden en el proyecto	Medio	Bajo	Consecución Materiales	Interno	Comunicar
Ramiro Jaimes	Profesional	ANLA	Calle 37 No. 8-40 Bogotá, Colombia	Personal de apoyo transversal	2540100	Verificación Cumplimiento o Licencia	Cumplir con el valor de inyección permitido en la licencia	Bajo	Bajo	Puesta en Marcha	Externo	Observar

### 2.3. Fase 2: Planificación

<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO</b>				
<b>PROYECTO</b>	<b>“PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LOS SOBRE COSTOS OPERATIVOS DE ECOPETROL S.A. EN CAMPO RUBIALES-META, MEDIANTE EL CAMBIO DE TECNOLOGÍA DE LAS UNIDADES DE INYECCIÓN STAND-BY DE TIPO COMBUSTIÓN POR UNIDADES DE TIPO ELÉCTRICAS”</b>			
<b>PATROCINADOR</b>	<b>Ecopetrol S.A.</b>			
<b>PREPARADO POR:</b>	German Rodriguez	DIA	MES	AÑO
		28	010	2019
<b>REVISADO POR:</b>	William Oswaldo Ortegón	DIA	MES	AÑO
		31	10	2019
<b>APROBADO POR:</b>	William Oswaldo Ortegón	DIA	MES	AÑO
		31	10	2019
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>				
<p>Se requiere realizar el diseño de la metodología para la reducción de los costos operativos, mejorar la eficiencia y el respaldo de inyección en la facilidad del PAD 7 de Campo Rubiales – Meta. Para ello es necesario realizar el cambio de dos (2) de las unidades de bombeo marca OBS alquiladas de tipo combustión, con un costo promedio de 245 (doscientos cuarenta y cinco) pesos Mcte por barril inyectado, cada una de las bombas tiene una capacidad de inyección de 100.000 BWPD, lo que equivaldrían a un costo diario de alquiler de 24.500.000 pesos Mcte por cada una, sin incluir el costo del combustible, por dos (2) bombas nuevas de 83.550 BWPD de tipo eléctricas, que sean propiedad directa de Ecopetrol S.A.</p>				
<b>PROPÓSITO DEL PROYECTO</b>				
Mediante el diseño de la metodología, se pretende lograr la disminución de los costos de operación, mejorar la eficiencia y el respaldo de inyección de la facilidad del PAD 7 de Campo Rubiales - Meta				
<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b>				
Diseñar la metodología para el cambio de tecnología de las unidades de inyección stand-by de tipo combustión por unidades de tipo eléctricas, para la optimización de costos de operación de la empresa Ecopetrol S.A.				
<b>REQUERIMIENTOS DE ALTO NIVEL</b>				
- Optimizar los costos de operación de la facilidad de inyección del PAD7.				
- Aumentar la disponibilidad de stand-by de las unidades de inyección del PAD 7.				
- Disminuir el consumo de combustible en la facilidad de inyección del PAD7.				
<b>RIESGOS DE ALTO NIVEL</b>				
- Sobrecostos en el cambio de tecnología de bombas de tipo combustión por bombas de tipo eléctricas				

- Retrasos o desviaciones en el cronograma propuesto.	
- Demoras en los procesos de compra.	
- Indisponibilidad de las nuevas unidades, luego de la puesta en operación.	
<b>RESUMEN DE LOS HITOS MAS RELEVANTES DEL CRONOGRAMA</b>	
<b>FASES DEL PROYECTO</b>	<b>PRINCIPALES HITOS</b>
Fase I - Inicio	Identificación de Stakeholders
Fase II – Planificación	Desarrollar el plan de gestión del proyecto
	Gestionar el Alcance del Proyecto
	Gestionar el Cronograma del Proyecto
	Gestionar los Costos del Proyecto
	Gestionar las comunicaciones
Fase III - Ejecución	Gestionar la ejecución del proyecto
	Gestión del Recurso Humano
	Gestionar las comunicaciones
	Realizar las adquisiciones
	Gestionar el compromiso con los grupos de interés
Fase IV – Monitoreo y control	Gestionar, Monitorear y Controlar el Proyecto
	Control del calendario
	Control de costos
	Gestionar las comunicaciones
	Control de adquisiciones
Fase V - Cierre	Cierre del Proyecto
<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>	
Costo de una (1) bomba de Inyección	320.000 USD
Costo de materiales (Cableado de potencia, cableado de control, tubería, banco de ductos, instrumentación y PLC.)	65.125 USD
Costos mantenimiento correctivo a motores y variadores de velocidad en desuso	700.000 USD
Contrato elaboración de Ingeniería	120.000 USD
Costo mano de obra y ejecución de actividades	289.787 USD
Servicio de grúa y Movilización	131.980 USD
Consumibles e imprevistos	50.000 USD
<b>LISTA DE STAKEHOLDERS</b>	
Supervisor de operaciones de la facilidad de inyección del PAD 7	
Coordinador de Inyección	
Jefes de Departamentos	

Gerente de Campo
Vicepresidente Regional
Área de abastecimiento y compras
Agencia Nacional de Licencias Ambientales
<b>REQUERIMIENTOS PARA LA APROBACIÓN DEL PROYECTO</b>
Retorno de la inversión realizada con el cambio de las unidades de inyección.
Elaboración de talleres de análisis de riesgos con la ejecución y la no ejecución del proyecto.
Entregar el plan de trabajo detallado con las fechas de ejecución y entregables.
Aprobación del comité presupuestal para la ejecución del proyecto.
<b>GERENTE ASIGNADO AL PROYECTO</b>
German Alfredo Rodriguez Tabares
<b>NOMBRE Y NIVEL DE AUTORIZACIÓN ACTA</b>
AUTORIDAD ASIGNADA: William Oswaldo Ortegón

### 2.3.1. EDT

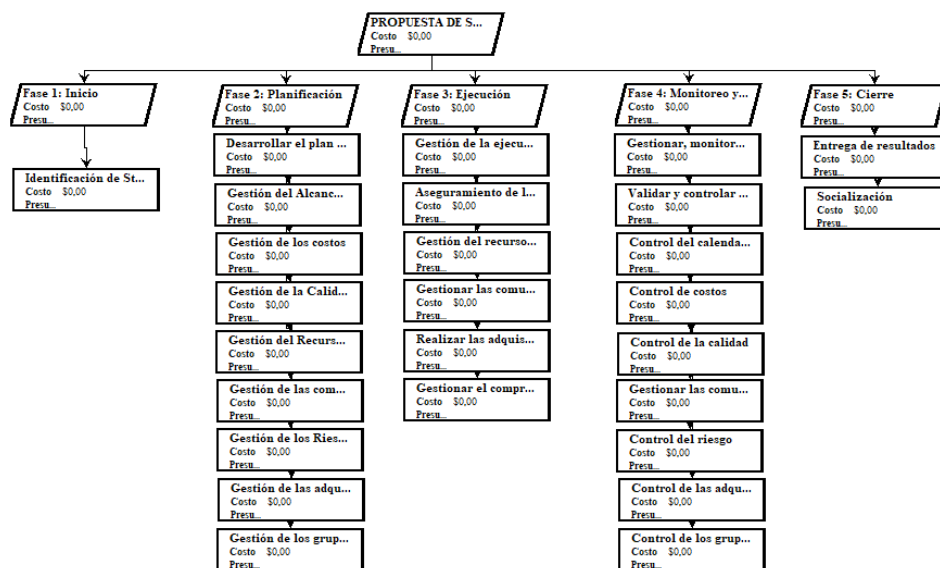
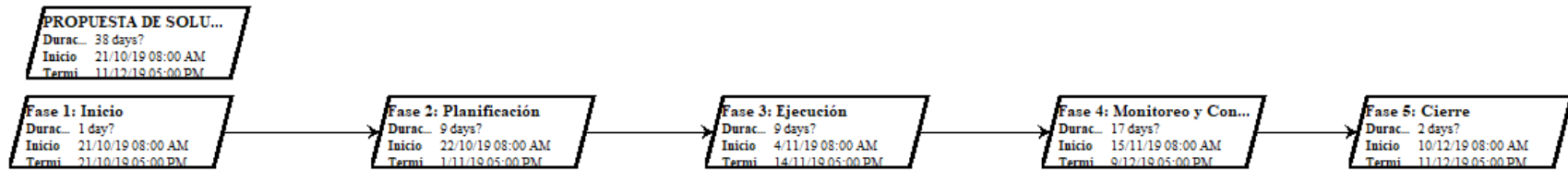


Ilustración 1 EDT

### 2.3.2. Cronograma de Investigación



ID	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Prede
1	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	38 days?	21/10/19 08:00 AM	11/12/19 05:00 PM	
2	Fase 1: Inicio	1 day?	21/10/19 08:00 AM	21/10/19 05:00 PM	
4	Fase 2: Planificación	9 days?	22/10/19 08:00 AM	1/11/19 05:00 PM	2
14	Fase 3: Ejecución	9 days?	4/11/19 08:00 AM	14/11/19 05:00 PM	4
21	Fase 4: Monitoreo y Co	17 days?	15/11/19 08:00 AM	9/12/19 05:00 PM	14
31	Fase 5: Cierre	2 days?	10/12/19 08:00 AM	11/12/19 05:00 PM	21

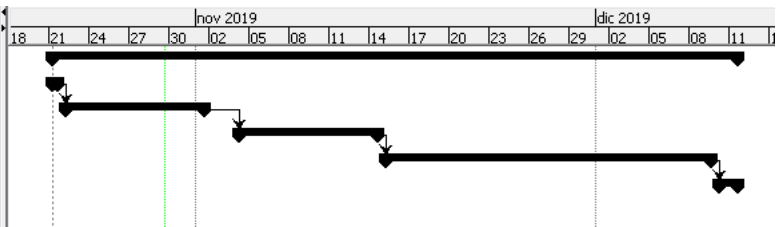


Ilustración 2 Cronograma de Investigación

### 2.3.3. Estimación de los Costos para la Ejecución

Tabla 2 Estimación de los Costos

Item	Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor Total (USD)
1	Bomba de inyección marca GE	UN	2	\$ 320.000	\$ 640.000
2	PLC y I/O	UN	2	\$ 8.500	\$ 17.000
3	Cableado de alta potencia	MTS	1300	\$ 2	\$ 1.950
4	Cableado de baja potencia	MTS	1300	\$ 1	\$ 1.300
5	Cableado de instrumentación	MTS	550	\$ 1	\$ 275
6	Cable comunicación Ethernet	MTS	50	\$ 1	\$ 30
7	Cable Fibra Óptica	MTS	300	\$ 3	\$ 750
8	Banco de ductos	MTS	3500	\$ 8	\$ 28.000
9	Instrumentación de Bomba - Motor	PQTE	2	\$ 2.500	\$ 5.000
10	Tubería	MTS	20	\$ 41	\$ 820
11	Fundación y Soporte Variadores	UN	2	\$ 5.000	\$ 10.000
12	Obras Civiles y mecánicas	UN	1	\$ 250.000	\$ 250.000
13	Ingeniero de Control	DÍA	10	\$ 175	\$ 1.747
14	Instrumentistas	DÍA	20	\$ 302	\$ 6.044
15	Técnicos de válvulas	DÍA	4	\$ 302	\$ 1.209
16	Técnicos Eléctricos	DÍA	30	\$ 297	\$ 8.924
17	Ingeniero en Variadores	DÍA	70	\$ 149	\$ 10.445
18	Técnicos Especialistas Eléctricos	DÍA	15	\$ 148	\$ 2.219
19	Técnicos Mecánicos	DÍA	23	\$ 312	\$ 7.176
20	Técnicos Especialistas Mecánicos	DÍA	10	\$ 202	\$ 2.022
21	Consumibles mantenimiento correctivo a motores y variadores de velocidad en desuso	UN	1	\$ 700.000	\$ 700.000
22	Contrato elaboración de Ingeniería	UN	1	\$ 120.000	\$ 120.000
23	Servicio de grúa y Movilización	DÍA	20	\$ 6.599	\$ 131.980
24	Consumibles e imprevistos	UN	1	\$ 50.000	\$ 50.000
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.996.892</b>

### 2.3.4. Plan de Recursos Humanos

Los recursos propuestos para la ejecución del proyecto, serán los mismos de la operación y mantenimiento, por lo tanto su dedicación no será del 100% al proyecto, pero si deberán prestar apoyo siempre que se solicite y se requiera:

Tabla 3 Plan de Recursos Humanos

RECURSO	TIPO	FECHA INICIO EN EL PROYECTO	FECHA FINAL EN EL PROYECTO	CAPACIDAD MÁXIMA
Líder del Proyecto	Trabajo	01/01/2020	13/11/2020	80%
Planeador	Trabajo	17/03/2020	13/11/2020	50%
Especialista en Variadores	Trabajo	14/02/2020	13/11/2020	50%
ADIN	Trabajo	17/03/2020	27/10/2020	20%
Profesional de Automatización	Trabajo	14/02/2020	18/11/2020	50%
Profesional de Integridad	Trabajo	14/02/2020	13/11/2020	50%
Profesional Eléctrico	Trabajo	14/02/2020	13/11/2020	50%
Contratistas	Trabajo	1/08/2020	29/10/2020	50%
Supervisor de PADs	Trabajo	5/01/2020	13/11/2020	80%

### 2.3.5. Métodos de comunicación

Tabla 4 Métodos de Comunicación

Métodos de Comunicación			
Interesados	Push	Interactiva	Pull
Supervisor de operaciones de la facilidad de inyección del PAD 7	X	X	X
Jefes de Departamentos	X	X	X
Gerente de Campo	X	X	X
Vicepresidente Regional	X		X
Área de abastecimiento y compras	X	X	X
Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	X		X

Oil Business Services (OBS)	X		
General Electric (GE)	X		
Departamento de Ingeniería	X		X
Contratistas		X	X

### **2.3.6. Gestión de los Riesgos**

Para definir el plan de gestión de riesgos para el proyecto, es necesario identificar cada uno de ellos, analizarlos y planificar la respuesta ante la materialización de cada uno de ellos.

#### **2.3.6.1. Identificación de los Riesgos**

Para la identificación de cada uno de los riesgos, es importante determinar cuál de ellos puede llegar a afectar la ejecución del proyecto y registrar sus características. Es necesario listar los posibles eventos que estén bajo el control de la compañía y que puedan poner en riesgo el cumplimiento de los objetivos del proyecto, en este caso la construcción de la “Propuesta De Solución Para Los Sobre Costos Operativos De Ecopetrol S.A. En Campo Rubiales-Meta, Mediante El Cambio De Tecnología De Las Unidades De Inyección Stand-By De Tipo Combustión Por Unidades De Tipo Eléctricas.”, identificando las posibles causa raíz y consecuencias de su ocurrencia en tiempo (cronograma), alcance, calidad y costos.

La identificación de los riesgos asociados al proyecto, se realiza a través de la construcción una matriz DOFA, para determinar los riesgos externos e internos del proyecto. En base a la gráfica del PMBOK 11-4 figura 1, se estructuran los riesgos asociados al proyecto, definiendo los niveles de impacto y probabilidad de ocurrencia.

Tabla 5 Valoración de Impacto y Probabilidad

PROBABILIDAD	VALOR NUMERICO	IMPACTO	VALOR NUMERICO
Baja	1	Baja	0,1
Medio-Bajo	2	Medio-Bajo	0,2
Medio	3	Medio	0,3
Medio-Alto	4	Medio-Alto	0,4
Alto	5	Alto	0,5

Tabla 6 Valoración de riesgos

TIPO DE RIESGOS	PROBABILIDAD POR IMPACTO
Muy Alto	Más de 9
Alto	Entre 7- 8,9
Medio	Entre 5-6,9
Bajo	Entre 3-4,9
Muy Bajo	Menos de 1-2,9

$$\sum (\text{Probabilidad} \times \text{Impacto}) = \text{Probabilidad de impacto}$$

### 2.3.6.2 Análisis cuantitativo y cualitativo de los riesgos asociados

Con el análisis cuantitativo y cualitativo, es posible determinar los riesgos sociales tecnológicos y ambientales que podrían afectar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, además a su vez, identificar los impactos positivos y beneficios que conlleva la ejecución del mismo. Realizando el análisis DOFA, se logra determinar cuáles son las debilidades del proyecto y de esta manera obtener un amplio panorama de los riesgos para convertirlos en fortalezas o mitigarlos.

Tabla 7 Análisis DOFA

<b>ANÁLISIS DOFA</b>	
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>FORTALEZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar costos de operación.</li> <li>• Generar oportunidades laborales a las personas de la región.</li> <li>• Mejorar la huella ambiental, eliminando la quema de combustible con el cambio a unidades tipo eléctricas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con los recursos financieros requeridos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.</li> <li>• Personal idóneo, experto y capacitado en los temas para lograr la ejecución de las actividades.</li> <li>• Aval de la gerencia para la ejecución del proyecto.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallas en la selección adecuada de proveedores.</li> <li>• Demoras en los procesos de compra.</li> <li>• Demoras en la ejecución de actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sociales: Detención de actividades por terceros.</li> <li>• Tecnológicos: Incendios, explosiones, Derrames, accidentes al manipular equipos.</li> <li>• Naturales: Sismos, fuertes lluvias y movimiento de masas.</li> </ul>

Para la elaboración de la matriz cualitativa se asigna un código para cada uno de los riesgos identificados, se analizan las posibles causas, el objetivo que afectaría dentro del proyecto y se realiza la valorización y la estimación del nivel del riesgo de acuerdo a la tabla No.4 y la tabla No. 5.

Tabla 8 Matriz Cualitativa de los riesgos

<b>CÓDIGO</b>	<b>RIESGO</b>	<b>CAUSA</b>	<b>ESTIMACIÓN PROBABILIDAD</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>ESTIMACIÓN IMPACTO</b>	<b>PROB POR IMPACTO</b>	<b>NIVEL DE RIESGO</b>
R01	Sobrecostos en la ejecución	Retraso en la entrega de materiales y equipos	5	Alcance	0,2	1,0	ALTO
				tiempo	0,5	2,5	
				costo	0,5	2,5	
				calidad	0,3	1,5	
				<b>Total Probabilidad x Impacto</b>		<b>7,5</b>	

		Alargue del contrato de alquiler de unidades de combustión	4	Alcance	0,4	1,6	ALTO
				tiempo	0,5	2,0	
				costo	0,5	2,0	
				calidad	0,5	2,0	
				<b>Total Probabilidad x Impacto</b>		<b>7,6</b>	
R02	Incumplimiento en la fecha de entrega	Demoras en el proceso de adjudicación de Órdenes de Compra	5	Alcance	0,3	1,5	MEDIO
				tiempo	0,4	2,0	
				costo	0,2	1,0	
				calidad	0,4	2,0	
				<b>Total Probabilidad x Impacto</b>		<b>6,5</b>	
	Retraso en la entrega de materiales y equipos	5	Alcance	0,2	1,0	ALTO	
			tiempo	0,5	2,5		
			costo	0,5	2,5		
			calidad	0,3	1,5		
<b>Total Probabilidad x Impacto</b>			<b>7,5</b>				
R03	Suministro energético insuficiente	Aumento de la demanda de energía	2	Alcance	0,1	0,5	MEDIO
				tiempo	0,1	0,5	
				costo	0,5	2,5	
				calidad	0,5	2,5	
				<b>Total Probabilidad x Impacto</b>		<b>6,0</b>	
R04	Incremento en el costo de energía	Modificación de los costos contratados de energía	1	Alcance	0,2	1,0	BAJO
				tiempo	0,1	0,5	
				costo	0,5	2,5	
				calidad	0,1	0,5	
				<b>Total Probabilidad x Impacto</b>		<b>4,5</b>	
R05	Eficiencia inadecuada de las nuevas unidades	Inadecuado dimensionamiento	3	Alcance	0,4	2,0	ALTO
				tiempo	0,3	1,5	
				costo	0,4	2,0	
				calidad	0,5	2,5	
				<b>Total Probabilidad x Impacto</b>		<b>8,0</b>	

### 2.3.6.3 Planificación de respuesta a los riesgos identificados

Luego de realizar la identificación, valoración y la estimación de cada uno de los riesgos, se define la planificación de la respuesta para cada uno de ellos, de esta manera poder generar un plan de acción necesario para evitar, reducir o mitigar su ocurrencia para alcanzar los objetivos del proyecto. De esta manera es posible afrontar cada de los riesgos de acuerdo a su prioridad y según las necesidades, agregando recursos y/o actividades en el cronograma, presupuesto o en el plan para la dirección del proyecto.

A continuación se presenta la elaboración del plan de respuesta, asignando los responsables, sea de atención o control de acuerdo al nivel de riesgo y probabilidad de impacto y poder lograr atender la ocurrencia de cada uno de ellos en el momento oportuno.

CÓDIGO	AMENAZA / OPORTUNIDAD	RIESGO	PROBABILIDAD POR IMPACTO TOTAL	NIVEL DE RIESGO	RESPONSABLE DEL RIESGO	RESPUESTA PLANIFICADA
R01	Amenaza	Sobrecostos en la ejecución	7,6	Alto	Profesional ADIN	Contar con proveedores que cumplan con las fechas establecidas de entrega de materiales y cumplimiento de cláusulas. Asegurar la finalización del contrato de alquiler de las unidades de combustión.
R02	Amenaza	Incumplimiento en la fecha de entrega	7,5	Alto	Profesional ADIN	Caracterizar las solicitudes de pedido como emergencia y con prioridad.
R03	Amenaza	Suministro energético insuficiente	6,0	Medio	Jefe Departamento Mto	Asegurar la proyección de demande de energía del campo.

R04	Oportunidad	Incremento en el costo de energía	4,5	Bajo	Jefe Departamento Mto	Asegurar que no haya modificaciones presupuestales es los contratos de suministro de energía.
R05	Amenaza	Eficiencia inadecuada de las nuevas unidades	8,0	Alto	Lider del Proyecto	Realizar el debido dimensionamiento, cálculo de eficiencia y etapas requeridas en las unidades

## 2.4. Fase 3: Ejecución

Para llevar a cabo la ejecución del proyecto, es necesario ejecutar las actividades propuestas en el cronograma.

### 2.4.1. Gestión del Recurso Humano

Tabla 9 Matriz RACI

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES										
PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LOS SOBRE COSTOS OPERATIVOS DE ECOPETROL S.A. EN CAMPO RUBIALES-META, MEDIANTE EL CAMBIO DE TECNOLOGÍA DE LAS UNIDADES DE INYECCIÓN STAND-BY DE TIPO COMBUSTIÓN POR UNIDADES DE TIPO ELÉCTRICAS										
Actividad	Lider del Proyecto	Planeador	Especialista en Variadores	ADIN	Profesional de Automatización	Profesional de Integridad	Profesional Eléctrico	Profesionales de Ingeniería	Contratistas	Supervisor de PADS
Presentación de costos y recursos requeridos.	R							I		S
Solicitud de viabilidad técnica y documento control de cambio para modificación de filosofía de operación de la facilidad de inyección PAD 7 y filosofía de operación de las dos (2) unidades nuevas de inyección.	I	I	I					S		R
Ingeniería conceptual y de detalle.	I							R		I
Información de finalización de contrato con OBS por el alquiler de las unidades de inyección.	I		I							R

Adquisición y compra de dos (2) bombas marca GE		I	A	R						S
Liberación de motores y variadores de velocidad en desuso de la facilidad de inyección del PAD 5.			R							
Consecución y/o compra de cableado de potencia, cableado de control, tubería, banco de ductos, instrumentación y PLC.		I	A, I	R	A, I	A, I	A, I			
Desinstalación de las unidades de inyección (OBS).	I	I								R, A
Adecuación de obras civiles y posicionamiento de variadores de media tensión		I	R			R	I		S	
Instalación, posicionamiento de las bombas de marca GE con sus respectivos motores de 2000HP		I	R			R	R		S	
Conexión de variador, servicios auxiliares, señales de control e instalación de instrumentación.	I	I	R		R		R		S	
Integración de las nuevas unidades de inyección en el SCADA		I			R				S	A, I
Pruebas de lazos e interlocks de acuerdo a la filosofía de operación.		I			R				S	A, I
Alistamiento de documentación y certificados de todas las pruebas realizadas.		I	R		R	R	R	S	S	
Levantamiento y cierre de pendientes tipo A y tipo B	A, I	I	S		S	S	S	R		S
Ejecución de RSPA (Proceso de Verificación Final de las Condiciones Seguras de los Sistemas y/o Equipos para su Puesta en Operación)	I	I	S		S	S	S			R
Puesta en operación y seguimiento de las unidades nuevas de inyección.	R	I	S		S	S	S	C		S
Entrega de documentación de todo el proyecto y asegurarla en el módulo dispuesto para tal fin.	R									S
Catalogación en SAP de todos los equipos instalados con su IBAU (Materiales de repuestos).	R	A, I	S		S	S	S			

## 2.4.2. Gestión de las Comunicaciones

Tecnología de la Comunicación							
Interesados	Copia Impresa	Llamada telefónica	Mensaje de Voz	Email	Reunión	Sitio Web	Avantel
Supervisor de operaciones de la facilidad de inyección del PAD 7	3	2	2	1	1	2	2
Jefes de Departamentos	3	2	3	1	1	1	2
Gerente de Campo	3	2	3	1	1	1	3
Vicepresidente Regional	3	2	3	1	2	1	3
Área de abastecimiento y compras	3	2	3	1	1	1	3
Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	2	2	3	2	3	1	3
Oil Business Services (OBS)	1	3	3	2	3	2	3
General Electric (GE)	2	2	3	2	2	2	2
Departamento de Ingeniería	3	2	2	1	1	1	3
Contratistas	3	3	3	2	1	2	1

Convenciones: Valor 1 = Excelente. Valor 2 = Adecuado, Valor 3 = Inapropiado

## 2.5. Fase 4: Monitoreo y Control

### 2.5.1. Gestionar, Monitorear y controlar el proyecto

Para las solicitudes de cambio del proyecto se podrá utilizar el siguiente formato, ya sean modificaciones en alcance, cronograma, en costos o recursos:

---

**PROYECTO:** PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LOS SOBRES COSTOS OPERATIVOS DE ECOPETROL S.A. EN CAMPO RUBIALES-META, MEDIANTE EL CAMBIO DE TECNOLOGÍA DE LAS UNIDADES DE INYECCIÓN STAND-BY DE TIPO COMBUSTIÓN POR UNIDADES DE TIPO ELÉCTRICAS

---

**FECHA:**

**No. CONTROL CAMBIO:** XX

---

**SOLICITANTE:**

**EMPRESA:** Ecopetrol S.A.

**CARGO:**

**LUGAR:**

---

**DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD DE CAMBIO**

---

**DESCRIPCIÓN:**

---

**JUSTIFICACIÓN:**

---

**IMPACTO DE LA SOLICITUD DE CAMBIO**

EN ALCANCE:  EN COSTOS:  OTROS:   
EN CRONOGRAMA:  EN RECURSOS:

---

**Causa / Origen del cambio**

ACCIÓN CORRECTIVA  ACTUALIZACIÓN   
ACCIÓN PREVENTIVA  OTRO

---

**ACEPTACIÓN Y FIRMAS**

ACEPTADO:  NO ACEPTADO:

---

FIRMA:

---

NOMBRE:

---

CARGO:

---

FECHA:

---

### 2.5.2. Validar, Controlar el Alcance y la Calidad

Para la validación y control de los aspectos relevantes del proyecto, se recomienda seguir, revisar y tener en cuenta los siguientes puntos para la entrega del proyecto:

Tabla 10 Revisión de Pre-Arranque

ASPECTOS	SI	NO	NO APLICA
<b>1. Tecnología de proceso</b>			
La documentación de Tecnología del Proceso está completa y siguió la guía definida.			
<b>2. Análisis de riesgos de proceso</b>			
Las recomendaciones de todos los análisis de riesgo de proceso fueron cumplidas.			
Los cambios realizados durante la construcción y montaje incluyen los riesgos que fueron identificados por los análisis de riesgos ejecutados anteriormente.			
<b>3. Procedimientos de operación y prácticas de trabajo seguro.</b>			
Los procedimientos existen, son adecuados y están aprobados.			
Los procedimientos son consistentes con la documentación del proceso.			
Los procedimientos incorporan las recomendaciones de estudios de riesgos de proceso.			
<b>4. Administración de cambios de tecnología</b>			
Los cambios introducidos en aspectos asociados a la tecnología de proceso, han sido evaluados, documentados y autorizados por los responsables.			
<b>5. Entrenamiento de las personas</b>			
Todo el personal involucrado en la operación y mantenimiento ha sido entrenado o re-entrenado en los procedimientos y fundamentos operacionales.			
Todo el personal involucrado en el arranque, operación y mantenimiento ha sido entrenado en la respuesta a emergencias y todos los riesgos asociados a HSE.			
<b>6. Seguridad en contratistas</b>			
Los contratistas fueron entrenados y conocen los aspectos de HSE relacionados con las áreas y actividades a desarrollar.			
<b>7. Administración de cambios de personal</b>			
Los cambios de personal, en todos sus niveles, satisfacen los criterios pre-establecidos, de manera tal de mantener el conocimiento y la experiencia en niveles adecuados.			

Ha habido cambios de personas que tenían roles en emergencias o eran parte de las brigadas de lucha contra incendio.			
<b>8. Investigación de accidentes</b>			
Ha habido incidentes o accidentes durante la fase del proyecto o durante la intervención.			
Los incidentes o accidentes ocurridos fueron investigados			
Las recomendaciones de las investigaciones de incidentes o accidentes han sido cumplidas.			
Hubo una amplia difusión de las causas y aprendizajes de los incidentes y accidentes entre el personal de la unidad.			
<b>9. Respuesta a emergencias</b>			
Existe un plan de emergencias escrito y las personas entrenadas en los procedimientos de respuesta a emergencia.			
Los planes y procedimientos de emergencias son consistentes con las informaciones de seguridad.			
Ha habido algún cambio que afecte los procedimientos de respuesta a emergencias como resultado de los trabajos de reparación o instalación.			
<b>10. Integridad mecánica y calidad asegurada</b>			
Los sistemas para asegurar la integridad mecánica de la instalación fueron establecidos.			
Los principios de aseguramiento de la calidad han sido respetados.			
Es necesaria alguna revisión posterior.			
Para todos los sistemas, procesos y equipos críticos se han realizado: Pruebas de equipos, inspecciones de ítems críticos, análisis de confiabilidad, verificaciones de procedimientos de mantenimiento, verificación de enclavamientos de seguridad, entre otros.			
<b>11. Administración de cambios de instalaciones</b>			
El sistema prevé que los cambios realizados durante la construcción y montaje de la instalación sean apropiadamente documentados y autorizados.			
Los cambios menores fueron documentados y autorizados, según la guía para el control de cambios.			
<b>12. Medio ambiente</b>			
Todas las licencias ambientales requeridas han sido obtenidas y están vigentes.			
Existen procedimientos para disposición de residuos y productos fuera de especificación generados durante las fases de pre-operación y ajuste operativo.			

### 2.5.3. Control del Manejo de los Grupos de Interés

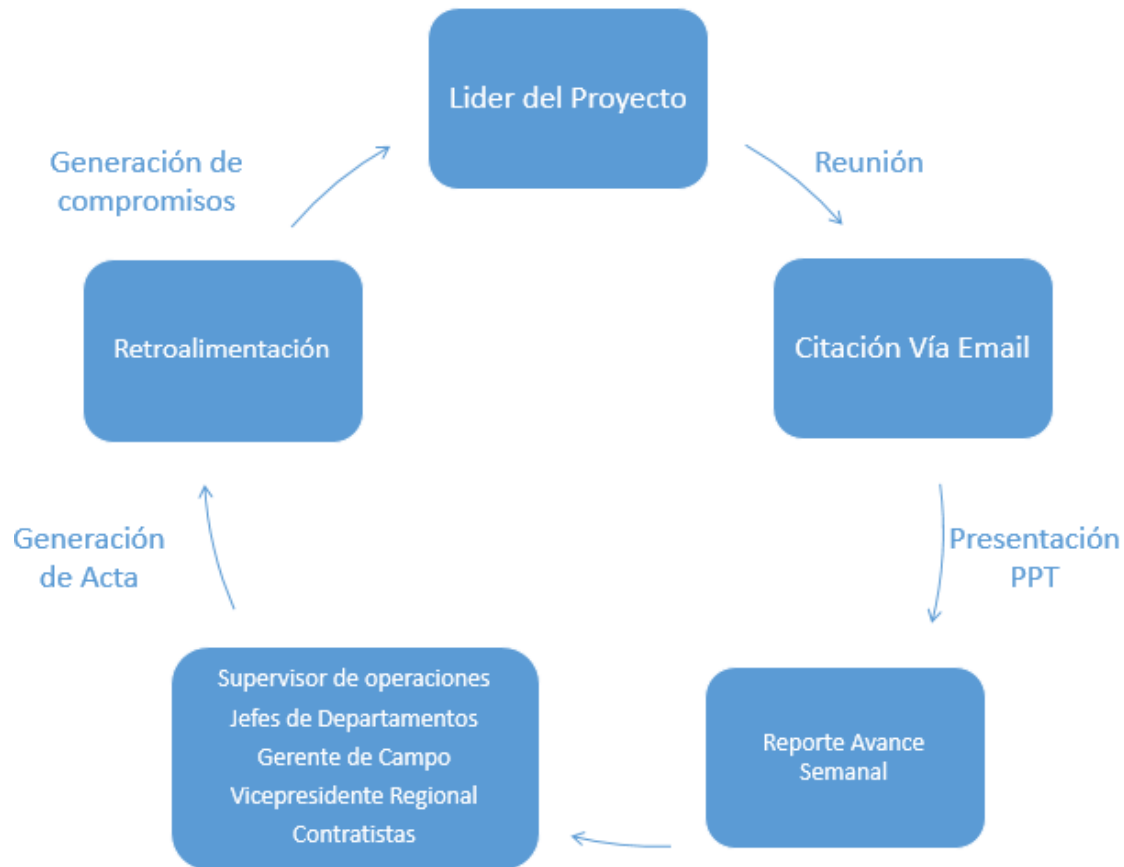


Ilustración 3 Manejo de los Grupos de Interés

### 2.5.4. Control y monitoreo de los riesgos

En esta etapa se realiza un plan de contingencia para lograr el cumplimiento del alcance del presente proyecto “Propuesta De Solución Para Los Sobre Costos Operativos De Ecopetrol S.A. En Campo Rubiales-Meta, Mediante El Cambio De Tecnología De Las Unidades De Inyección Stand-By De Tipo Combustión Por Unidades De Tipo Eléctricas”, evitando que se materialicen los riesgos evaluados, para ello se realizó una lluvia de ideas que es una metodología que se aplica en el PMBOK, para con ello generar un plan de control y seguimiento para evitar o minimizar los riesgo.

Tabla 11 Control y monitoreo de los riesgos

CÓDIGO	RIESGO	NIVEL DE RIESGO	RESPONSABLE DEL RIESGO	RESPUESTA PLANIFICADA	TIPO DE RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA	PLAN DE CONTINGENCIA
R01	Sobrecostos en la ejecución	Alto	Profesional ADIN	Contar con proveedores que cumplan con las fechas establecidas de entrega de materiales y cumplimiento de cláusulas. Asegurar la finalización del contrato de alquiler de las unidades de combustión.	Evitar	Jefe Departamento Mtto	Tratar de utilizar lo más posible, materiales que se encuentren las bodegas de la compañía.
R02	Incumplimiento en la fecha de entrega	Alto	Profesional ADIN	Caracterizar las solicitudes de pedido como emergencia y con prioridad.	Mitigar	Profesional ADIN	Tratar de utilizar lo más posible, materiales que se encuentren las bodegas de la compañía.
R03	Suministro energético insuficiente	Medio	Jefe Departamento Mtto	Asegurar la proyección de demande de energía del campo.	Evitar	Coordinador de Energía	Realizar el cálculo de consumo de energía actual vs el requerido.
R04	Incremento en el costo de energía	Bajo	Jefe Departamento Mtto	Asegurar que no haya modificaciones presupuestales es los contratos de suministro de energía.	Evitar	Coordinador de Energía	Asegurar los cálculos de eficiencia energética de la facilidad de inyección del PAD 7.
R05	Eficiencia inadecuada de las nuevas unidades	Alto	Lider del Proyecto	Realizar el debido dimensionamiento, cálculo de eficiencia y etapas requeridas en las unidades	Evitar	Jefe Departamento Mtto	Interactuar con el personal de ingeniería en la selección y diseño de las unidades.

## 2.6. Fase 5: Cierre

Entrega de las actividades propuestas para la solución de los sobre costos operativos de Ecopetrol s.a. en campo Rubiales-Meta, mediante el cambio de tecnología de las unidades de inyección stand-by de tipo combustión por unidades de tipo eléctricas.

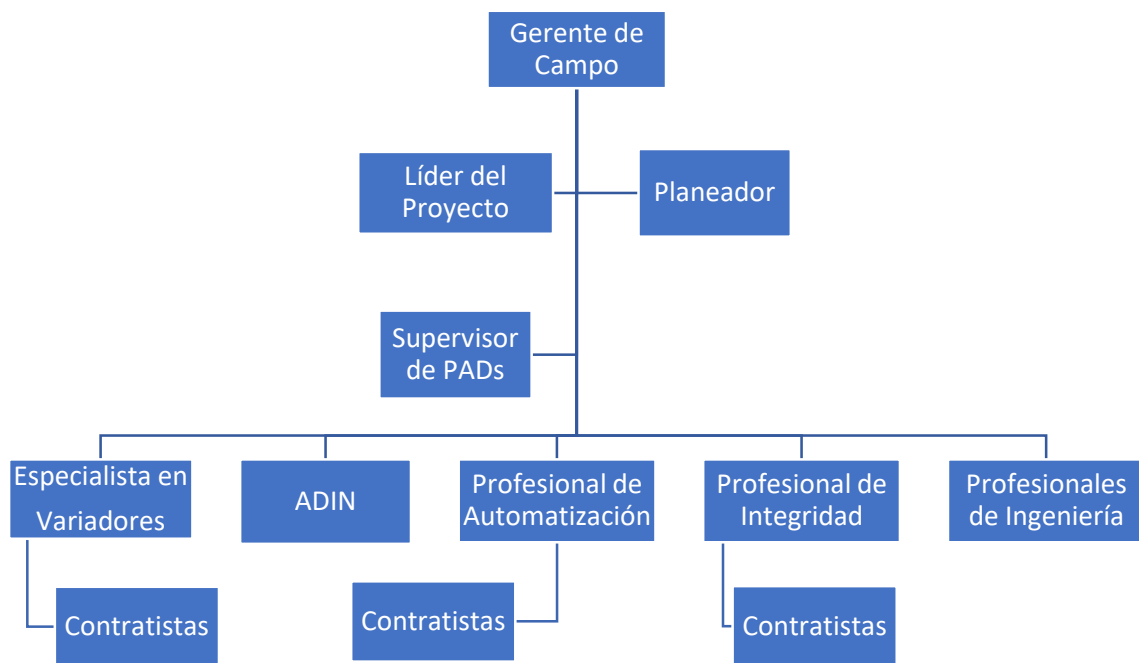
## Capítulo 3

### Administración del Proyecto

#### 3.1 Recursos Disponibles

##### 3.1.1. Recurso Humano

Para el recurso humano se tendrá el siguiente organigrama de los cargos que podría participar en el proyecto:



##### 3.1.2. Recurso Técnico

Se requiere solicitar un contrato de ingeniería, para la elaboración de la ingeniería de detalle de las conexiones eléctricas, mecánicas y de proceso, así como también la actualización de los diagramas P&IDs (Piping and Instrumentation Diagram) y PFDs (Process Flow Diagram).

### 3.1.3 Recurso Material

Se recomiendan los siguientes materiales, para la ejecución de las actividades propuestas:

- Válvula de corte tipo bola trunnion 16".
- By pass con filtros tipo canasta de 16".
- Facilidad valvulada en 3/4" para Indicador de presión análogo.
- Facilidad valvulada en 3/4" para transmisor de presión.
- Facilidad para instalar Válvula de alivio (PSV).
- Facilidad para drenaje en 3/4".
- Junta de expansión.
- Facilidad valvulada en 3/4" para Indicador de presión análogo.
- Doble válvula de retención de diferente tipo.
- Facilidad valvulada en 3/4" para transmisor de presión.
- Cable, PVC, 8kV.
- Cable, 2/0 AWG, desnudo.
- Cable, 1/0AWG, 600V.
- Cable, 6 AWG, 600V color verde.
- Indicador de presión diferencial para monitorear taponamiento de filtros.
- Indicador de presión diferencial.
- Transmisor de presión
- Válvula de alivio (SET @200PSIG)

- Indicador de presión diferencial.
- Transmisor de presión
- Transmisor de flujo ultrasónico. Se debe garantizar los diámetros rectos

necesarios para la instalación del instrumento

### 3.1.4 Cronograma

Las siguientes son las actividades propuestas, para la ejecución del cambio de tecnología de las unidades de inyección stand-by de tipo combustión por unidades de tipo eléctricas, para la propuesta de solución para el sobre costos operativos de Ecopetrol S.A.:



Ilustración 4 Cronograma Propuesto

## Capítulo 4

### Resultados Esperados

Los resultados que se logran obtener con la elaboración de la “Propuesta De Solución Para Los Sobre Costos Operativos De Ecopetrol S.A. En Campo Rubiales-Meta, Mediante El Cambio De Tecnología De Las Unidades De Inyección Stand-By De Tipo Combustión Por Unidades De Tipo Eléctricas”, dan los indicios y los costos estimados que se pueden lograr optimizar o reducir con la ejecución de la propuesta.

Se logró construir el plan para la dirección del proyecto, donde fue posible determinar todos los interesados (stakeholders) del proyecto, el método y modelo de comunicación que se debe mantener con cada uno de ellos de acuerdo a su rol, elaborar los planes de gestión de costos, calidad, de recursos, comunicaciones, planificar los riesgos, identificarlos y estar preparados para la materialización de cada uno de ellos, de tal manera que no afecten la ejecución del proyecto en alcance, tiempo, costo y calidad utilizando cada uno de los lineamientos y pautas dadas por el PMBOK.

De esta manera, con la materialización de la propuesta de solución para los sobre costos operativos de Ecopetrol S.A., podemos esperar una optimización y/o reducción de diaria de alquiler de \$22.944.846 COP, correspondiente a \$8.374.868.790 COP anual, incluyendo costos indirectos y estimados como lo son, combustible para la operación, transporte interno y traslado del personal y manutención del personal para el contrato que se tiene dispuesto hoy en día, como se puede observar en la tabla 11:

*Tabla 12 Ahorros Estimados*

Ahorro Estimado	Valor
COSTO COMBUSTIBLE DÍA	\$ 12.906.031

COSTO INYECCIÓN DÍA	\$ 22.572.364
PORCENTAJE TRANSPORTE INTERNO DÍA	\$ 50.000
COSTO CATERING 8 PERSONAS DIA	\$ 824.000
PORCENTAJE VUELOS DÍA	\$ 201.149
COSTO GENERADOR SERV. AUX. / SBY	\$ 165.985
COSTO COMBUSTIBLE CAMIONETAS DÍA	\$ 30.813
CONSUMO ENERGIA TMM1 INCREMENTO UNIDADES ELEC	<b>-\$ 13.805.496</b>
<b>TOTAL AHORRO DIA</b>	<b>\$ 22.944.846</b>

Realizando un análisis del costo total anual, (\$8.374.868.790 COP) incluyendo costos indirectos y el costo requerido para la materialización y ejecución del proyecto propuesto (\$6.989.120.305,78 COP) con una TRM de alrededor de \$3.500 COP, se obtendría como resultado, que en 10 meses de operación del contrato actual de las unidades de tipo combustión, se tendría el valor del costo estimado del proyecto, lo que nos da a entender que tendríamos un retorno de la inversión en 10 meses. Adicionalmente con el cambio de tecnología de las unidades de inyección de tipo combustible por unidades de tipo eléctricas, es posible lograr 2 importantes hitos ambientales:

- Eliminación de contaminación en CO2
- Reducción de contaminación sonora

## Lista de Referencias

Ecopetrol S.A. (2018). Resultados 2018. Recuperado de:

[https://www.ecopetrol.com.co/Reporte%204T18%20-%2026%2002%202019%20\(002\).pdf](https://www.ecopetrol.com.co/Reporte%204T18%20-%2026%2002%202019%20(002).pdf)

Herrera, S. (2014, febrero 20). Gestionar las comunicaciones. [Archivo de video]. Recuperado de

[https://www.youtube.com/watch?v=46xk\\_5hX4Jo%20](https://www.youtube.com/watch?v=46xk_5hX4Jo%20)

Herrera, S. (2014, febrero 14). Planificar la gestión de los Recursos. [Archivo de video].

Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=wubizo8T6u0>

Jimenez A. (2017). Estas son las teorías económicas imperantes en el mundo. Recuperado de:

<https://www.elblogsalmon.com/historia-de-la-economia/estas-son-las-teorias-economicas-imperantes-en-el-mundo#comments>

La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute edición 6 (2017)

Perez, C. F. (2017). Concepto técnico de viabilidad de infraestructura. Bogotá, Colombia: VRE-PIE-17042.

Portafolio, (2019). Suben reservas de crudo, pero bajan las de gas natural. Recuperado de:

<https://www.portafolio.co/economia/reservas-de-petroleo-en-colombia-suben-de-5-7-a-6-2-anos-529499>

## Anexos y Apéndices

Evidencia último cargue en Turnitin:

The image shows a digital receipt from Turnitin overlaid on a UNAD course page. The receipt is titled "Recibo digital" and contains the following information:

Autor de la entrega	GERMAN ALFREDO RODRIGUEZ
Identificador del trabajo de Turnitin (Identificador de referencia)	1232894586
Título de la Entrega	Proyecto de Grado
Título del ejercicio	ECACEN - Draft Bank 2
Fecha de entrega	11/12/19, 23:57

Below the table, there is a button labeled "Imprimir". The background shows a sidebar with navigation options like "Página Principal", "Área personal", and "Mis cursos", and a main content area with a list of draft banks.

The image shows a Turnitin similarity report for a document. The document title is "Propuesta de solución para los sobre costos operativos de Ecopetrol S.A. en campo Rubiales- Meta, mediante el cambio de tecnología de las unidades de inyección stand-by de tipo combustión por unidades de tipo eléctricas". The similarity score is 15%. The report includes a list of sources and their similarity percentages:

Rank	Source	Similarity
1	repository.unimilitar.edu...	3 %
2	repository.unad.edu.co	1 %
3	plataformadistribucio...	1 %
4	Entregado a Universat...	1 %
5	Entregado a Universida...	1 %
6	economianoforte blogs...	1 %
7	Entregado a UNAPEC	1 %
8	Entregado a Universida...	<1 %
9	Entregado a Pontificia ...	<1 %
10	Entregado a ISM Intern...	<1 %
11	Entregado a Universida...	<1 %
12	Entregado a Universida...	<1 %
13	Entregado a Universida...	<1 %
14	Entregado a Unisagustin...	<1 %

The document content includes a highlighted section: "2 Proyecto Aplicado para optar título de Especialista en Gestión de Proyectos". The footer shows "Página: 1 de 51" and "Número de palabras: 7784".

## **Apéndice A: Definiciones**

- **BSW** (Basic Sediment and Water): Es el contenido de agua libre (no disuelta) y sedimentos (arena) que trae el hidrocarburo.
- **BWPD** (Barrels Water Per Day): es la unidad de medida en Barriles de Agua Por Día.
- **Costo de Levantamiento**: Es el costo promedio de operación y está compuesto por los costos de extracción y los costos de transporte.
- **Facilidad de Inyección**: Es el conjunto de equipos o elementos a través de los cuales se realiza un proceso.
- **Motor de combustión**: es el motor capaz de transformar en movimiento, la energía proveniente de la compresión y explosión del combustible.
- **Motor eléctrico**: Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica, mediante los campos magnéticos generados en las bobinas internas alrededor del rotor.
- **P&IDs** (Piping and Instrumentation Diagram): Es el diagrama de tuberías e instrumentación, que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental.
- **PFDs** (Process Flow Diagram): Corresponde al diagrama de flujo de proceso, comúnmente utilizado para indicar el flujo general de los procesos y equipos de la planta.
- **TRM**: La tasa de cambio representativa del mercado (**TRM**) es la cantidad de pesos colombianos por un dólar de los Estados Unidos.

## Apéndice B: Localización geográfica

Campo Rubiales pertenece al municipio de Puerto Gaitán – Meta con una extensión de 56.900 ha:



## **Vita**

El autor del proyecto de grado aplicado, German Alfredo Rodriguez Tabares, nació en la ciudad de Neiva – Huila en el año 1986, hijo segundo de un bello matrimonio conformado por Alfredo Rodriguez y Rocío Tabares. Realizo sus estudios de primaria en la escuela La Rioja en la ciudad de Neiva y el bachillerato lo culminó en el colegio Colombo Ingles del Huila.

En el año 2011 se graduó como ingeniero electrónico de la Universidad Surcolombiana (USCO) en la ciudad de Neiva y actualmente se encuentra finalizando la especialización Gestión de Proyectos en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Su Familia se encuentra conformada por su esposa, Diana Milena Quintana Lozano y sus dos hermosos hijos, Juan Jose Rodriguez Quintana de 5 años y Simón Rodriguez Quintana de 3 meses de edad.