



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 26 de septiembre de 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Jose Eduardo Martínez Orrego, con C.C. No.1.075.239.121 de Neiva (H)

Karina Rojas Sterling, con C.C. No. 1.075.220.647 de Neiva (H),

Autores de trabajo de grado titulado “Evaluación y Análisis de Riesgos en la Implementación de la Tecnología Electro PCP en Pozos Productores con Alto Índice de Falla” presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de la Maestría en Gerencia Integral de Proyectos;

Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Evaluación y Análisis de Riesgos en la Implementación de la Tecnología Electro PCP en Pozos Productores con Alto Índice de Falla

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Martinez Orrego	Jose Eduardo
Rojas Sterling	Karina

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Martinez Cabrera	Jairo Martin

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Magister en gerencia integral de proyectos

**FACULTAD:** ECONOMIA Y ADMINISTRACION

**PROGRAMA O POSGRADO:** Maestría en Gerencia Integral de Proyectos

**CIUDAD:**                      **AÑO DE PRESENTACIÓN:**      **NÚMERO DE PÁGINAS:**

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas\_x\_\_ Fotografías\_x\_\_ Grabaciones en discos\_\_ Ilustraciones en general\_x\_\_ Grabados\_\_  
Láminas\_\_ Litografías\_\_ Mapas\_x\_\_ Música impresa\_\_ Planos\_\_ Retratos\_\_ Sin ilustraciones\_\_  
Tablas o Cuadros\_x\_

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Análisis de riesgo	Risk Analysis
2. Tecnología Electro PCP	Electro PCP Technology
3. Pozos Petroleros	Oil Well
4. Producción	Production
5. Teoría de decisiones	decision theory

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

La investigación tiene como objeto diseñar un modelo basado en el análisis de riesgo centrado en la toma de decisiones, estimando la inversión en la implementación de la tecnología Electro PCP en los pozos productores con alto índice de falla; para lo cual se empleó una metodología cuantitativa no experimental de corte transversal descriptiva, para la recolección de información se utilizaron como instrumentos 3 formularios dirigidos a 25 profesionales de diferentes disciplinas del conocimiento con el fin de establecer las ventajas, desventajas, consecuencias y probabilidades de riesgo, analizando y comprendiendo las amenazas y la vulnerabilidad de los elementos tanto internos como externos implicados en la tecnología Electro PCP, teniendo como base el Decreto 2157 de 2017; así también se integra el análisis de 12 pozos productores con altos índices de falla en los años 2019, 2020 y 2021, encontrándose que la principal falla es mecánica y corresponde a daños en tuberías asociados a la geometría de los pozos (DLS y Desviaciones).



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The research aims to design a model based on risk analysis focused on decision making, estimating the investment in the implementation of Electro PCP technology in producing wells with a high failure rate; for which a quantitative non-experimental descriptive cross-sectional methodology was used, for the collection of information 3 forms were used as instruments addressed to 25 professionals from different disciplines of knowledge in order to establish the advantages, disadvantages, consequences and probability of risk , analyzing and understanding the threats and vulnerability of both internal and external elements involved in Electro PCP technology, based on Decree 2157 of 2017; thus, the analysis of 12 producing wells with high failure rates in the years 2019, 2020 and 2021 is also integrated, finding that the main failure is mechanical and corresponds to damage to pipes associated with the geometry of the wells (DLS and Deviations).

**APROBACION DE LA TESIS**

Firma:

Nombre Jurado: NESTOR LEONEL SERRANO LOSADA

Firma:

Nombre Jurado: HERMES RICARDO CORTES SANCHEZ

**Evaluación y Análisis de Riesgos en la Implementación de la Tecnología Electro PCP en  
Pozos Productores con Alto Índice de Falla**

José Eduardo Martínez Orrego y Karina Rojas Sterling

Facultad de Economía y Administración, Universidad Surcolombiana

Jairo Martin Martínez Cabrera

Director de Tesis

**Notas de autor**

José Martínez (hv de autores online)

Karina Rojas (hv de autores online)

Este proyecto ha sido financiado por los Autores

La correspondencia relacionada con este proyecto debe ser dirigida a José

Martínez, Facultad de Economía y Administración, Universidad Surcolombiana de Neiva, Huila.

Contacto: [jemartinez@corhuila.edu.co](mailto:jemartinez@corhuila.edu.co) o [krojassterling@gmail.com](mailto:krojassterling@gmail.com)

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Neiva, septiembre de 2022

### **Dedicatoria**

Dedico la presente investigación a Dios sobre todas las cosas, a mi mamá que siempre confió en mí y mis capacidades apoyándome siempre en mis sueños, a mis hermanos que son un ejemplo para seguir, a mi prometida que con su amor me ha enseñado el valor de la felicidad y perseverancia en una parte fundamental para la vida.

*José Martínez*

Dedico esta investigación a mi familia quienes me han acompañado y alentado durante este proceso educativo, a mis hijos quienes son la fuente de mi inspiración y principal motivación para lograr todas mis metas, a DIOS, porque él me ha guiado en cada paso que he dado.

*Karina Rojas*

## Agradecimientos

Damos gracias a la Universidad Surcolombiana y a la Maestría en gerencia integral de proyectos, profesores, administrativos y demás, por darnos la oportunidad de crecer profesionalmente y hacer grandes amigos, al profesor Jairo Martínez asesor de la Tesis por su paciencia y aporte de conocimientos para nutrir este trabajo escrito, a mi amigo Jorge Ramírez Zarta que continuamente me ha acompañado en todos los procesos académicos de mi vida profesional.

“Desarrolla una pasión por aprender, si lo haces nunca dejaras de crecer”

(Antony J. D’Angelo, s.f)

*José Martínez*

A la compañía Frontera Energy Corp. Sucursal Colombia por la oportunidad de desarrollar nuestra investigación, a los profesionales interdisciplinarios que nos apoyaron con sus conocimientos, a mi jefe el ingeniero Luis Enrique Vilorio que nos brindó su apoyo y asesoría para el desarrollo de este trabajo

“Solo escucha tu voz dentro de ti. Esta es la mente a la cual confiar. Esta es la conciencia de Dios hablando, no el ego que está buscando reconocimiento.”

(Walker, s.f)

*Karina Rojas Sterling*



### **Declaración de originalidad**

Certifico que soy responsable del contenido en el presente trabajo de investigación, presentado como modalidad de grado para obtener el título de Magister en Gerencia Integral de Proyectos; Declaro de forma voluntaria, la cesión exclusiva de todos los derechos a *Universidad Surcolombiana*, para que publique o presente de manera conveniente la investigación, ya que es producto de mi directa contribución intelectual.

.

---

Firma José Martínez

---

Firma Karina Rojas

## Contenido

Tablas de Graficas .....	xi
Tablas de ilustraciones .....	xii
Dedicatoria .....	vii
Resumen.....	xvi
Abstract .....	xvii
Introducción .....	19
Capítulo I:	
Planteamiento del Problema .....	21
Pregunta de investigación .....	24
Justificación .....	25
Objetivo General .....	28
Objetivos Específicos .....	28
Capítulo II:	
Marco Referencial .....	29
Antecedentes.....	29
Tecnología ESPCP .....	33
Riesgos en los proyectos.....	41
Adaptación de proyectos.....	42
Actitudes frente al riesgo .....	43
Proceso de gestión del riesgo .....	44
Respecto de la Identificación del Riesgo previsible .....	46
ISO 31000 Gestión del riesgo .....	47
Dimensión de análisis del riesgo .....	48
Identificación y priorización de amenazas .....	49
Procedimiento general para analizar las amenazas.....	51
Riesgos económicos.....	55
Tipos de riesgos económicos.....	56
Tratamiento de riesgo en la evaluación y selección .....	57
Riesgos tecnológicos.....	57
Origen de los riesgos de carácter tecnológico .....	58
Medidas de aseguramiento ante el riesgo tecnológico.....	59
Riesgo ambiental .....	61
Formas de analizar el riesgo.....	62
Documento para análisis del riesgo ambiental.....	63
Riesgo social .....	64
Identificación de los riesgos sociales.....	64
Valoración del riesgo social .....	65
Responsabilidad social empresarial .....	66
Bases Teóricas.....	66

Enfoque teórico: sector hidrocarburos .....	66
Enfoque teórico: Implementación, Gestión y Evaluación .....	68
Teoría de decisiones .....	69
Fundamentos .....	69
Marco conceptual .....	71
Índice de Falla .....	71
Tecnología Electro PCP .....	73
Componentes de la tecnología ESPCP .....	74
Ventajas al usar la tecnología ESPCP.....	75
Modelo de Gestión de proyectos .....	76
Gestión de los riesgos del proyecto .....	77
Pozo productor de hidrocarburo .....	78
Yacimiento .....	79
Coeficiente de Correlación.....	79
Marco legal .....	80
Capítulo III:	
Diseño Metodológico.....	83
Tipo de Investigación.....	83
Métodos de investigación.....	84
Fases de la Metodología de Investigación .....	84
Fase 1 Recolección de información/ Procesamientos y Fuentes	
Primarias .....	85
Fase 2 Unidad de análisis y variables o categorías .....	86
Fase 3 Población y muestra .....	87
Fase 4 Instrumentos y canales de recolección de la información ..	89
Fase 5 Instrumentos de procesamiento de la información .....	90
Capítulo IV:	
Resultados de la investigación .....	91
Descripción general de las fallas en los pozos.....	91
Caracterización de amenazas y beneficios en la T. ESPCP.....	94
Valoración del riesgo en función del impacto.....	96
Tablas de Correlación .....	126
Varianza Total explicadas .....	160
Matriz Componente .....	161
Guía para la evaluación, valoración y análisis .....	167
Esquema de diseño para valoración y análisis de Riesgos. ....	168
Componente 1.....	170
Componente 2.....	170

Componente 3. ....	176
Componente 4. ....	177
Capítulo V:           Conclusiones .....	179
Recomendación. ....	181
Referencias Bibliográficas. ....	182
Anexos.....	193

### **Contenido de Tablas**

Tabla. 1 Ventajas y Desventajas de los sistemas ESP y PCP .....	30
Tabla. 2 Características y Beneficios. ....	33
Tabla. 3 Fallas encontradas .....	39
Tabla. 4 Amenazas del entorno .....	50
Tabla. 5 Criterios. ....	63
Tabla. 6 Unidad de Análisis/ Variables. ....	86
Tabla. 7 Población y Muestra .....	88
Tabla. 8 Falla de los pozos productores años 2019, 2020, 2021.....	92
Tabla. 9 Variables. ....	94
Tabla. 10 Nivel organizacional .....	95
Tabla. 11 Daños de empaque por deformación de cavidades.....	97
Tabla. 12 Impacto en imagen de la empresa/ daños de empaque por deformación. ....	98
Tabla. 13 Daños en la bomba objetivos.....	99
Tabla. 14 Daños en la bomba/ ciberseguridad.....	100
Tabla. 15 Fatiga en el rotor eficiencia operativa.....	101
Tabla. 16 Fatiga en el rotor/ imagen publica.....	102
Tabla. 17 Fatiga en el rotor ciber seguridad .....	103
Tabla. 18 Fatiga en el rotor confianza accionistas .....	104
Tabla. 19 Daño en tuberías /costos. ....	105
Tabla. 20 Daño en tubería ciber seguridad.....	106
Tabla. 21 Daños en tubería proveedores.....	107
Tabla. 22 Daños de operaciones ciberseguridad. ....	108
Tabla. 23 Daños de operaciones cumplimiento regulatorio.....	109
Tabla. 24 Alta producción de fluidos reservas .....	110
Tabla. 25 Alta producción de fluidos Ciberseguridad .....	111
Tabla. 26 Alta producción / imagen publica .....	112
Tabla. 27 Alta producción / relación con los empleados .....	113
Tabla. 28 Alta producción de fluidos/ enfermedad laboral.....	114
Tabla. 29 Minimización del tiempo de la operación / ciber seguridad. ....	115
Tabla. 30 Minimización del tiempo de la operación /enfermedad laboral.....	116

Tabla. 31 Bajos costos de inversión/ objetivos .....	117
Tabla. 32 Bajos costos de inversión y operación ingresos.....	118
Tabla. 33 Bajos Costos de inversion y operación imagen pública .....	119
Tabla. 34 Uso óptimo de espacio de instalación y operación Capex.....	120
Tabla. 35 Uso óptimo de espacio de instalación y operación cumplimiento .....	121
Tabla. 36 Uso óptimo de espacio y operación socios .....	122
Tabla. 37 Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos/ capex .....	123
Tabla. 38 Coeficiente/ Relación.....	124
Tabla. 39 Variable 1: Daños de empaque de formacion de cavidades Mala lubricac .....	125
Tabla. 40 Variable 2: Daños de empaque deformación de cavidades .....	126
Tabla. 41 Variable 3: Daños en la bomba objetivos.....	127
Tabla. 42 Variable 4: Daños en la ciber seguridad.....	129
Tabla. 43 Variable 5: Fatiga en el rotor eficiencia operativa .....	130
Tabla. 44 Variable 6: Fatiga en el rotor imagen pública .....	131
Tabla. 45 Variable 7: Fatiga en el rotor ciber seguridad .....	132
Tabla. 46 Variable 8: Fatiga en el rotor confianza accionistas .....	133
Tabla. 47 Variable 9: Daño en tuberías costos. ....	134
Tabla. 48 Variable 10: Daño en tubería ciber seguridad. ....	135
Tabla. 49 Variable 11: Daño en la tubería proveedores .....	136
Tabla. 50 Variable 12: Daños de operaciones ciberseguridad .....	137
Tabla. 51 Variable 13: Daños de operaciones cumplimiento regulatorio.....	138
Tabla. 52 Variable 14: Alta producción de fluidos reserva .....	139
Tabla. 53 Variable 15: Alta producción de fluidos ciber seguridad .....	140
Tabla. 54 Variable 16: Alta producción de fluidos imagen pública .....	141
Tabla. 55 Variable 17: Alta producción de fluidos relación con empleados .....	142
Tabla. 56 Variable 18: Alta producción de fluidos enfermedad laboral .....	143
Tabla. 57 Variable 19: Minimización del tiempo de la operación ciber seguridad.....	145
Tabla. 58 Variable 20: Minimización del tiempo de la operación enfermedad lab.....	146
Tabla. 59 Variable 21: Bajos costos de inversión y operación objetivos .....	148
Tabla. 60 Variable 22: Bajos costos de inversión y operación ingresos.....	149
Tabla. 61 Variable 23: Bajos costos de inversión y operación imagen pública.....	150

Tabla. 62 Variable 24: Uso óptimo de espacio de instalación y operación Capex .....	151
Tabla. 63 Variable 25: Uso óptimo de espacio de instalación y operación cumplimiento ..	152
Tabla. 64 Variable 26: Uso óptimo de espacio de instalación y operación socios .....	153
Tabla. 65 Variable 27: Mayor eficiencia de lo equipos tecnológicos ingresos .....	155
Tabla. 66 Variable 28: Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos capex .....	156

**Tabla de Ilustraciones**

Ilustración. 1 Localización Campo Dina Terciarios .....	22
Ilustración. 2 Comparativo de los sistemas ESP y PCP.....	35
Ilustración. 3 Lineamientos gestión de riesgos .....	45
Ilustración. 4 Cuestionamientos para análisis de riesgo.....	45
Ilustración. 5 Análisis del riesgo.....	49
Ilustración. 6 Identificación y priorización de amenazas .....	50
Ilustración. 7 Matriz evaluación .....	51
Ilustración. 8 Componentes de la Tecnología Electro PCP.....	75
Ilustración. 9 Componentes Bomba Electro PCP.....	84
Ilustración. 10 Diagrama Fases de la Metodología.....	85



### Tabla de gráficas

Gráfica. 1 Barriles de producción diferida según mecanismos de falla en pozos .....	92
Gráfica. 2 Daños de empaque por deformación de cavidades .....	97
Gráfica. 3 Daños en empaques.....	98
Gráfica. 4 Daños en la bomba.....	99
Gráfica. 5 Histograma daños en la bomba/ ciberseguridad .....	100
Gráfica. 6 Histograma Fatiga en el rotor/ eficiencia operativa.....	101
Gráfica. 7 Histograma Fatiga en el rotor/ imagen publica.....	102
Gráfica. 8 Histograma fatiga en el rotor/ ciberseguridad .....	104
Gráfica. 9 Fatiga en el rotor / Confianza de accionistas .....	105
Gráfica. 10 Histograma daños en tuberías/ costos .....	106
Gráfica. 11 Histograma daño en tubería/ciber seguridad .....	107
Gráfica. 12 Histograma daño en tubería/ proveedores.....	108
Gráfica. 13 Histograma daños de operación / ciberseguridad.....	109
Gráfica. 14 Daños de operaciones/ cumplimiento regulatorio.....	110
Gráfica. 15 Histograma alta producción de productos/ reservas .....	111
Gráfica. 16 Histograma alta producción de fluidos/ ciber seguridad .....	112
Gráfica. 17 Histograma alta producción de fluidos/ imagen publica. ....	113
Gráfica. 18 Histograma alta producción de fluidos/ relación con los empleados .....	114
Gráfica. 19 Histograma alta producción/ enfermedad laboral.....	115
Gráfica. 20 Histograma minimización del tiempo de la operación Ciberseguridad .....	116
Gráfica. 21 Histograma minimización del tiempo de operación / enfermedad laboral ...	117
Gráfica. 22 Histograma Bajos de inversión/ Objetivos.....	118
Gráfica. 23 Histograma bajos costos de inversión y operación ingresos. ....	119
Gráfica. 24 Histograma Bajos costos de inversión y operación / imagen publica .....	120
Gráfica. 25 Histograma Uso óptimo de espacio de instalación y operación / Capex.....	121
Gráfica. 26 Histograma Uso óptimo de espacio instalación y operación / cumplimiento regulatorio.....	122
Gráfica. 27 Histograma Uso óptimo de espacio y operación / socios .....	123
Gráfica. 28 Histograma Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingreso .....	124
Gráfica. 29 Histograma Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex.....	125

Gráfica. 30 Diagrama conceptual del modelo teoría de decisiones.....169

**Lista de figuras**

Figura. 1 Grupo1	161
Figura. 2 Grupo 2	163
Figura. 3 Grupo 3	164
Figura. 4 Grupo 4	165
Figura. 5 Grupo 5	165
Figura. 6 Grupo 6	166
Figura. 7 Información Proyecto	170
Figura. 8 Matriz promedio	171
Figura. 9 Matriz de enlace	172
Figura. 10 Continuidad Matriz de enlace	173
Figura. 11 Aporte/ descuento	173
Figura. 12 Probabilidad final	174
Figura. 13 Probabilidad	174
Figura. 14 Eficacia del experimento	175
Figura. 15 Costo del experimento o Capex	175
Figura. 16 Matriz de favorabilidad	176
Figura. 17 Matriz de decisión experimento	177
Figura. 18 Calificación de Riesgos	178

**Lista de Anexos**

Anexo. 1	Árbol de Problemas para la implementación de tecnología ESPCP	195
Anexo. 2	Árbol de Objetivos para la implementación de tecnología ESPCP	196
Anexo. 3	Cuestionario 01: Formulario de Identificación de Posibles amenazas	197
Anexo. 4	Cuestionario 02: Formulario de definición de causas, frecuencia	198
Anexo. 5	Matriz riesgo asociados al planteamiento del problema	198
Anexo. 6	Matriz amenazas, beneficios y fortalezas	199
Anexo. 7	Matriz 02. Factor condicionante/ Probabilidad de Ocurrencia	200
Anexo. 8	Matriz Evaluación del riesgo IPR Compañía Energy Corp.	201
Anexo. 9	Varianza total	202
Anexo. 10	Estadísticas de fiabilidad	203
Anexo. 11	Matriz Toma de decisiones	204
Anexo. 12	Valoración del riesgo	205
Anexo. 13	Guía para la evaluación, valoración y análisis de riesgos de la tecnología ESPCP	206
Anexo. 14	Parte A Guía didáctica Modelo de Gestión basado en la teoría de decisiones	207
Anexo. 14	Parte B Guía didáctica Modelo de Gestión basado en la teoría de decisiones	208

**Lista de siglas**

**API:** Instituto Americano de Petróleo

**ALS:** Artificial Lift Systems

**BES:** Sistema de Bombeo Electro-sumergible

**BESCP:** Sistema de Bombeo Electro-sumergible de Cavidad Progresiva

**BFPD:** Barriles de Fluido por día.

**BM:** Bombeo Mecánico

**BPD:** Barriles por día

**CR:** Caja Reductora

**DLS:** Servicio de Listado de Dominios

**EGCAP:** Estatuto General de la Contratación de Administración Publica

**ESP:** Bomba Electro-sumergible

**GOR:** Relación Gas- Petróleo

**IP:** Índice de Productividad

**MTBF:** Tiempo promedio de falla

**PCP:** Sistema de Bombeo por Cavidades Progresivas

**PND:** Plan Nacional de Desarrollo

**PPM:** Partes por Millón

**RSE:** Responsabilidad social de las Empresas

**SLA:** Sistema de Levantamiento Artificial

**TIR:** Tasa Interna de Retorno

**VPN:** Valor Presente Neto

## **Evaluación y Análisis de Riesgos en la Implementación de la Tecnología Electro PCP en Pozos Productores con Alto Índice de Falla**

### **Resumen**

José Martínez, Karina Rojas<sup>1</sup>

La investigación tiene como objeto diseñar un modelo basado en el análisis de riesgo centrado en la toma de decisiones, estimando la inversión en la implementación de la tecnología Electro PCP en los pozos productores con alto índice de falla; para lo cual se empleó una metodología cuantitativa no experimental de corte transversal descriptiva, para la recolección de información se utilizaron como instrumentos 3 formularios dirigidos a 25 profesionales de diferentes disciplinas del conocimiento con el fin de establecer las ventajas, desventajas, consecuencias y probabilidades de riesgo, analizando y comprendiendo las amenazas y la vulnerabilidad de los elementos tanto internos como externos implicados en la tecnología Electro PCP, teniendo como base el Decreto 2157 de 2017; así también se integra el análisis de 12 pozos productores con altos índices de falla en los años 2019, 2020 y 2021, encontrándose que la principal falla es mecánica y corresponde a daños en tuberías asociados a la geometría de los pozos (DLS y Desviaciones). Los resultados evidenciados indican amenazas correlacionadas al nivel organizacional, en donde las variables como: costos, eficiencia operativa, ingresos, operación Capex (gastos de capital) e imagen pública tienden a presentar riesgos muy altos. Por lo cual se concluye según los resultados expuestos la necesidad de implementar un modelo de gestión de riesgos basado en la teoría de decisiones, identificando las amenazas más apremiantes, propias de la implementación del Sistema de Levantamiento Artificial Electro PCP en pozos productores de petróleo.

**Palabras claves:** Análisis de Riesgo, Tecnología Electro PCP, Pozos Petroleros.

---

<sup>1</sup> José Martínez [jemartinez@corhuila.edu.co](mailto:jemartinez@corhuila.edu.co) ; Karina Rojas: [krojassterling@gmail.com](mailto:krojassterling@gmail.com)

## **Evaluation and Analysis of Risks in the Implementation of Electro PCP Technology in Producing Wells with a High Failure Rate**

### **Abstract**

The research aims to design a model based on risk analysis focused on decision making, estimating the investment in the implementation of Electro PCP technology in producing wells with a high failure rate; for which a quantitative non-experimental descriptive cross-sectional methodology was used, for the collection of information 3 forms were used as instruments addressed to 25 professionals from different disciplines of knowledge in order to establish the advantages, disadvantages, consequences and probability of risk , analyzing and understanding the threats and vulnerability of both internal and external elements involved in Electro PCP technology, based on Decree 2157 of 2017; thus, the analysis of 12 producing wells with high failure rates in the years 2019, 2020 and 2021 is also integrated, finding that the main failure is mechanical and corresponds to damage to pipes associated with the geometry of the wells (DLS and Deviations). The evidenced results indicate correlated threats at the organizational level, where variables such as: costs, operational efficiency, income, operation capex (capital expenses) and public image tend to present very high risks. Therefore, according to the results presented, the need to implement a risk management model based on decision theory is concluded, identifying the most pressing threats, typical of the implementation of the Electro PCP Artificial Lift System in oil-producing wells.

**Keywords:** Risk Analysis, Electro PCP Technology, Oil Well

## **Introducción**

La investigación se realiza con el fin de obtener el título de Magister en gerencia integral de proyectos en la Universidad Surcolombiana, se tiene como objetivo el diseñar un modelo de gestión basado en la teoría de decisiones, que evalué el riesgo de la implementación del sistema de levantamiento artificial Electro PCP en pozos productores con alto índice de falla del campo Dina Terciarios; la información expuesta en el documento se encuentra organizado en 5 capítulos distribuidos de la siguiente forma: En el capítulo I, se encuentran las generalidades del proyecto investigativo abordando aspectos fundamentales como: el problema de investigación, objetivos, justificación, aspectos que permiten entender el horizonte de la investigación y las intenciones del proceso investigativo identificando la probabilidad de riesgos, asociados a la toma de decisiones al implementar la tecnología Electro PCP. Seguidamente en el capítulo II, se describen constructos necesarios para la comprensión del documento tales como marco teórico, conceptual y jurídico, para lo cual se indago en diversos teóricos, adoptando conceptos y definiciones científicas inherentes a la investigación. En el capítulo III, se describe el proceso metodológico, de tipo cuantitativo no experimental de corte transversal descriptiva; para la recolección de información se utilizaron como instrumentos 3 formularios dirigidos a 25 profesionales de diferentes áreas de conocimiento a fin de analizar y comprender las amenazas y la vulnerabilidad de los elementos tanto internos como externos implicados en la implementación de la tecnología Electro PCP, En el capítulo IV, Se incluyen resultados de la aplicación de una guía metodológica para la evaluación y selección de la aplicación de la tecnología Electro PCP. Esta guía se implementó en tres fases de investigación, y cada fase indica cómo se clasifican los resultados en relación con la teoría de la toma de decisiones. Las conclusiones y



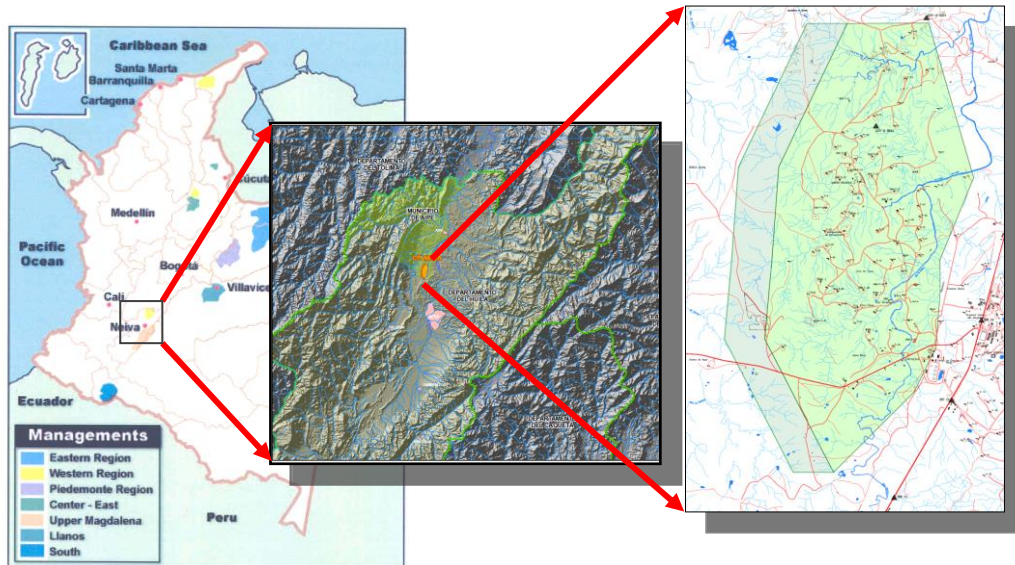
recomendaciones relacionadas con los objetivos establecidos y los resultados esperados del modelo de guía se presentan luego en el capítulo cinco.

## **Planteamiento del Problema**

La industria del petróleo es pionera en la gestión e integración de nuevas tecnologías., lo cual permite operar de forma piramidal, tomando con responsabilidad decisiones acertadas y oportunas articuladas en el concepto de Gerencia alienado a la Producción o Activos, con el fin de suministrar una visión global de la cadena productiva definiéndola como una colección de actividades y tecnologías relacionadas con el trabajo que permiten a los actores de la toma de decisiones acceder a información en tiempo real sobre el estado de una actividad proporcionando trabajo colaborativo en su gestión. Zhang, et al, citado en (Bravo, Aguilar, Rios & Rivas, 2011, pág. 407).

Por lo tanto, el conseguir una producción de petróleo alta que permita recuperar la inversión en menor tiempo es el principal propósito del sector petrolero, siendo necesario contar con equipos tecnológicos que faciliten la extracción de hidrocarburos en diversas condiciones de forma rentable y eficiente. Aunado a esto se debe adoptar una gestión integral ante el manejo de las tecnologías, a fin de “posibilitar la planificación, ejecución, control y conclusión del proyecto, alcanzando los objetivos previstos para los campos petrolíferos” (Siles & Mondelo, 2018, pág. 12).

De acuerdo con lo anterior se presenta el caso específico del campo Dina Terciarios el cual se encuentra localizado en la cuenca del Valle Superior del Magdalena, en la Subcuenca de Neiva, a 20 Km al Norte de la Ciudad (Ilustración 1); el perímetro de esta subcuenca se expande desde el sur del arco de Natagaima, hasta la población de Pitalito (Huila), entre las cordilleras Central y Oriental.

**Ilustración 1.***Localización Campo Dina Terciarios.*

Fuente: Frontera Energy Suc. Colombia, 2020

El Campo Dina Terciarios, es un anticlinal con cierre propio dividido en varios bloques por dos fallas inversas de rumbo norte-sur y otra en sentido este-oeste, cada bloque presenta diferentes contactos y diferentes mecanismos de producción, cada uno de los bloques tienen contacto de fluidos y mecanismo de producción diferentes. Este campo se descubrió en el año 1961, con la implementación del pozo Dina-1 pero la producción empezó a partir de 1963 de las areniscas de la Formación Honda (Terciario-Mioceno), responsable del 95% de la producción del campo. Yacimientos secundarios son la Formación Barzalosa, Grupo Chicoral y Formación Monserrate, los cuales aportan el 5% de la producción del campo.

El campo Dina cuenta con 96 pozos activos de los cuales 61 pozos tienen bombeo PCP, 33 pozos tienen Bombeo Mecánico, 1 pozo tiene bombeo EPCP y 1 pozo tiene bombeo ESP (Frontera Energy Corp. Suc Colombia, 2020), durante el proceso de producción estos pozos se

monitorearon, considerando que la perforación y el completamiento de pozos dada su complejidad pueden llegar a afectar las condiciones mecánicas. El monitoreo realizado arrojó como resultado el cierre de los pozos de bombeo para el año 2019, evidenciando un promedio de falla de 840 días, mientras que los pozos con bombeo mecánico presentaron un tiempo de falla de 2172 días, lo cual indico un alto en la producción. Según lo anterior la pérdida de producción, las inconsistencias de yacimiento y los sobrecostos por las intervenciones a los pozos debido a las fallas repetitivas por condiciones mecánicas en los pozos, corresponden a las principales problemáticas; pese a que existen diversas guías de manejo de la tecnología es difícil su aplicabilidad dada las condiciones variables de los pozos.

Es de considerar que en el mercado existe una gran variedad de programas tipo software que definen la aplicabilidad de la tecnología Electro PCP su funcionamiento y el diseño del equipo requerido, el cual consiste en una serie de componentes mecánicos que se integran para permitir el bombeo de los fluidos en pozo que van desde la base hacia la superficie, accionados por un motor instalado en la base, que le proporciona fuerza motriz al ensamblaje mecánico y permite que se elimine la fricción entre el sistema rotativo y el revestimiento del pozo; así se incrementa el periodo de operación del pozo y se optimizan los recursos por la disminución de las intervenciones.

Por consiguiente, se estima que todas las aplicaciones e instructivos existentes hasta el momento determinan el uso operativo y mecanismos que le componen, así como las circunstancias en que debe ocurrir la programación, más aún omiten factores externos que integrados pueden generar factores de riesgo en la evaluación del yacimiento generando un desaprovechamiento de los recursos técnicos y económicos para la gestión de proyectos y el inadecuado seguimiento y control en los procesos.

El problema central identificado consiste en la alta probabilidad de materialización de riesgos en la implementación de la tecnología Electro PCP en los pozos productores con alto índice de falla, encontrando entre las causas que, si bien existen programas enfocados en el uso de la tecnología ESPC, se carece de un diseño específico para la valoración y evaluación de riesgos que permita tomar decisiones acertadas en cuanto a la implementación de la tecnología Electro PCP. También hay una falta de progreso en la identificación de un proceso con sus componentes y criterios que permitiría la implementación de un proyecto utilizando la tecnología ESPCP; adicional al bajo grado de elaboración de un protocolo guía general para la gestión de proyectos que pretendan la implementación de la tecnología ESPCP. Se relaciona el árbol de problemas como Anexo 1, evidenciado tanto las causas como los efectos de la problemática planteada.

Por ello, es necesario que una guía incorpore los lineamientos de un modelo de análisis de riesgo basado en la toma de decisiones, identificando no solo la causa raíz sino el máximo uso de recursos que pueden prevenir las frecuentes interrupciones en la extracción de crudo, llamado por un equipo multidisciplinario que además conecta las diversas bases de conocimiento que los empleados tienen sobre el uso de la tecnología Electro PCP. De acuerdo con lo anterior se hace hincapié en la necesidad de tener un modelo de gestión de proyectos específico con el cual se pueda realizar el análisis y determinar si se puede implementar en los pozos mencionados, la tecnología Electro PCP (ESPCP)

Por lo tanto, la investigación pretende responder la siguiente pregunta:

¿Cómo diseñar un Modelo de gestión que incorpore la teoría de decisiones para el análisis de riesgos en la implementación de la tecnología Electro PCP utilizada en pozos productores con alto índice de falla?

### **Justificación**

En un entorno competitivo como el actual, se requiere que al hacer uso de las diferentes materias primas de la región, en este caso el petróleo, el impacto en la extracción del fluido se minimice, por esa razón las diferentes empresas que adelantan actividades de explotación son responsables de la creación y cumplimiento de procedimientos que vinculen los objetivos de desarrollo sostenible, los cuales tiene una relevancia social significativa en el proceso de la investigación, destacando 3 objetivos primordiales; El numeral 7 “energía asequible y no contaminante” la cual establece la mitigación de daños importantes al medio ambiente, calidad en las emisiones contaminantes y la preservación de los acuíferos subterráneos, en búsqueda de la preservación de los recursos del subsuelo a fin de poder darles un mejor aprovechamiento en el tiempo.

Por otra parte, el numeral 9 el cual considera 3 aspectos “la infraestructura, la innovación y la industria” propone la creación de protocolos para la aplicación eficiente de tecnologías innovadoras, en este caso encaminadas a reducir el impacto ambiental a la vez que disminuyen los costos operativos y mejoran la eficiencia de extracción de esta materia prima sin tener un impacto adverso en la vida actual, sin generar consecuencias a los ecosistemas en el futuro.

Seguidamente el numeral 15 “vida de ecosistemas terrestres” Propone la necesidad de establecer procedimientos que no impacten negativamente en la biodiversidad necesaria para la supervivencia de los suelos, destacando el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente para evitar la pérdida de los constituyentes químicos originales del suelo. En esta misma línea el Congreso Nacional de Colombia en la ley 1286 del 99 en su artículo 3 habla de la “incorporación de las tecnologías e innovación, como ejes dinámicos en el tiempo de la política ambiental económica y social del país”, por ende, este proyecto va encaminado a la innovación de equipos

que minimicen el impacto ambiental en este caso debido al menor consumo de energía y menor cantidad de emisiones contaminantes, realizando los procesos de manera eficiente donde la extracción del combustible fósil sea mediante el empleo de la mejor tecnología.

Para Montenegro (2015) la optimización de la producción petrolera, debe ir de la mano con normativas transparentes que beneficien los ecosistemas y no comprometan los recursos naturales de futuras generaciones, por lo tanto, los programas de protocolos para los diferentes sistemas de extracción a utilizar deben ser estandarizados.

En cuanto a la viabilidad de esta propuesta investigativa se presenta como base la ley de ciencia y tecnología 1951 del 24 enero 2019 la cual respalda proyectos que “garanticen las condiciones necesarias para que los desarrollos científicos, tecnológicos e innovadores, que se relacionen en el sector productivo, favorezcan la competitividad y el emprendimiento”; Siendo la tecnología Electro PCP una herramienta versátil creada con el fin de disminuir gastos y fortalecer el medio ambiente, optimizando la producción de los pozos.

Los sistemas de Levantamiento artificial (ALS), como la tecnología Electro PCP, están diseñados para optimizar la extracción en pozos con altos índices de falla, más aún en yacimientos con alta presencia de arena, desafortunadamente al ser modelos recientes, dificultan su uso, dado el desconocimiento que tienen los operadores, quienes aunque cuentan con manuales técnicos de uso y mantenimiento de la tecnología, no tienen en consideración los factores externos que pueden incidir en el correcto manejo, creando fallas que desencadenan en afectación al sistema y la pérdida de la producción del pozo. Por lo tanto, bajo la línea de investigación escogida (Tecnología e Innovación), se desarrolla un Modelo guía basado en la teoría de decisiones a fin de evaluar inicialmente las amenazas y beneficios para posteriormente analizarlas en la implementación de la tecnología Electro PCP; determinando mediante una

matriz de riesgos una evaluación cuantitativa y cualitativa de las condiciones de los pozos que presentan altos índice de falla, para identificar una recomendación de inversión.

Se resalta el valor teórico de la investigación al considerar la falta de metodologías o guías que vinculen elementos tanto externos como internos, directamente enlazados al uso del sistema Electro PCP, profundizando no solo en su uso y mantenimiento, si no que a su vez se identifiquen condiciones de riesgo que en un futuro puedan afectar la productividad del pozo.

Finalmente el propósito de esta investigación se fundamenta en la toma de decisiones asociada a la gerencia de proyectos, vista no como una actividad de rutina en la operación de cualquier compañía del sector de hidrocarburos, si no que enmarca su relevancia al suministrar toda la veracidad que requiere el gerente del proyecto para generar compromisos frente a actividades correspondientes a los rubros de inversión de la compañía, que propenden por el incremento de la producción, los ingresos y la disminución de costos de operación, en línea con la cadena de valor y las metas propuestas en el negocio.



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Proponer un modelo de gestión basado en la teoría de decisiones, que evalúe el riesgo de la implementación del Sistema de Levantamiento Artificial Electro PCP en pozos productores con alto índice de falla de Campo Dina Terciarios, como se presenta en el Anexo 2.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar las fallas presentes en los pozos con alto índice de falla en el campo Dinás Terciarios.
- Identificar las amenazas y los beneficios en la implementación de la tecnología ESPCP en los pozos con alto índice de falla, según los profesionales implicados en su manejo.
- Generar un esquema de diseño para valoración y análisis de riesgos, vinculando la teoría de decisiones en la implementación de la tecnología ESPCP.
- Generar un documento como medio de divulgación que integre los pasos de la metodología para el análisis de riesgos en la implementación la Tecnología ESPCP

## **Marco de Referencia**

### **Antecedentes y Bases teóricas**

Como antecedentes se analizan los proyectos de investigación que se han llevado a cabo a nivel internacional, nacional y local, junto con sus ventajas e inconvenientes al utilizar la tecnología de levantamiento artificial en varios aspectos de la producción de petróleo. Se debe considerar la necesidad de aplicar dichas tecnologías ante la deficiencia de presión en los yacimientos petrolíferos, considerando la dificultad de llevar desde el subsuelo a la superficie el fluido o gas, cuando el yacimiento no posee la suficiente fuerza (presión) para llevar desde subsuelo a superficie el fluido (líquido, gas o ambos), siendo esto el resultado de la disminución de la presión debido al tiempo de ejecución o la pérdida de energía de la producción continua, es necesario intervenir en la situación para mejorar las circunstancias.

Luego entonces con los sistemas de levantamiento artificial se espera retribuir la energía necesaria para que el pozo pueda llevar el fluido a la superficie, mejorando la producción del crudo, siendo este el primer recurso que se tiene en cuenta para mejorar los niveles de obtención del crudo. Es de aclarar que dichos sistemas son esenciales para los procesos de producción dentro de la industria petrolera ya que se implementan en la mayoría de los campos del mundo que no tienen la capacidad natural para su producción.

En esta misma línea, Figueroa & Tibaduisa (2016) en su estudio denominado “Selección del Método de Levantamiento Artificial y la Concentración de un Reductor de Viscosidad en Fondo de Pozo para la Extracción de Crudo Pesado en el Pozo Torcaz”, destacan que para una adecuada selección de los ALS, sistemas de levantamiento artificial se debe contemplar las condiciones del crudo que se encuentra en el yacimiento y como son las características del pozo,

con el fin de lograr un mejor desempeño en la instalación del equipo en el subsuelo y en la superficie.

Por otra parte Apolo, et al (2020) en su investigación sobre “La Metodología para selección de Sistemas de Levantamiento Artificial en campos petroleros del Ecuador” indican que la selección correcta de un sistema de levantamiento artificial es esencial para el óptimo desarrollo del campo petrolífero; es fundamental considerar aspectos como las propiedades del yacimiento, caudal de producción, manejo de gas RGL, profundidad promedio de disparos en TVD, Gravedad API, Temperatura de yacimiento, Cambio angular, Grado de inclinación del pozo, Ubicación, Recurso de energía eléctrica, Disponibilidad de gas comprimido, Disponibilidad de fluido motriz, Manejo de sólidos o arena, Manejo de corrosión.

Adicionalmente en los criterios mencionados anteriormente, se deben tomar en consideración los factores positivos y negativos como también las restricciones de aplicación que según el sistema de levantamiento artificial seleccione.

En cuanto a estos factores, Bohórquez, et al (2013) describe en la investigación realizada en campo La Cira-Infantas, las ventajas y desventajas del uso de dos tipos de tecnologías, sistemas PCP y ESPCP, aplicadas en pozos con diferentes rangos de producción, en donde se evidencia que la mayoría de las fallas se presentan en los procesos de levantamiento artificial convencionales (Bombeo por cavidades progresivas –PCP– y Bombeo Mecánico –BM–), dichas fallas son ocasionadas por la fricción entre la sarta de varilla y la tubería de producción combinadas por la acción de la fricción y la corrosión.

No obstante, las tecnologías PCP y ESP cumplen con sus objetivos cuando el pozo requiere de condiciones específicas para su manejo, limitando la aplicación de características específicas que, además de aumentar la productividad del campo, reducen los costos de inversión

y fabricación, en consecuencia, los factores favorables y desfavorables de los sistemas más utilizados se incluyen en la tabla desarrollada utilizando los estándares de muchos autores y que se muestra a continuación:

**Tabla 1.**

*Ventajas y desventajas de los sistemas que constituyen la Tecnología ESP y PCP*

AUTORES	VENTAJAS		DESVENTAJAS	
	ESP	PCP	ESP	PCP
<b>Cortes &amp; Delgado (2018)</b>	Levanta altos volúmenes de producción.	Alta eficiencia del sistema Bajos costos de inversión inicial y de operación.	No es rentable en pozos de baja producción. Inversión inicial alta, y alto consumo de energía. Dificultades en instalaciones bajo climas húmedos.	Bajas capacidades volumétricas cuando existen altas cantidades de gas libre Desgaste entre las varillas y las tuberías de producción en pozos direccionales. Profundidades de operaciones mucho menor. No es compatible con CO
	Gran aporte de energía al fluido.	Alta tolerancia a la producción de sólidos Bajo mantenimiento	Tolerancia limitada a la arena Bombas, motor y cable susceptibles a fallas	
	Equipo de superficie mínimas dimensiones	Buena resistencia a la abrasión.	Altos costos operativos en el mantenimiento de equipos	
	Disminución de ruido			
	Maneja altos cortes de agua			
	De fácil mantenimiento.			
	Mejora el monitoreo de temperatura y presión en fondo			
<b>Moreno &amp; Pulido (2014)</b>	Aplicación en diferentes perfiles de pozos, verticales,	Producen fluidos altamente viscosos	Poca experiencia por parte de los operadores	Resistencia a la temperatura de hasta 280°F.

	desviados, horizontales, o con una inclinación máxima de 75°	Toleran porcentajes medios de gas libres	Fragilidad del equipo a factores ambientales como intemperie altas temperaturas, humedad, polvo corrosión.	Alta sensibilidad a los fluidos producidos (los elastómeros pueden hincharse o deteriorarse, con el contacto de ciertos fluidos)
<b>Alvarez (2015)</b>	Se pueden utilizar en zonas sensibles al sonido, debido al motor sumergible.	Menor probabilidad de que el fluido entre en emulsión por agitación.	La presencia de gas libre de la bomba impide el levantamiento.	La mayoría de los sistemas en Colombia requieren la remoción de tuberías de producción para cambiar la bomba.
	Posee un sistema único de lubricación.	Bajo nivel de ruido		Los sistemas son propensos a altas vibraciones,
	No necesita distintos circuitos y sellos para el reductor y el motor.	Instalación y operación simple		requieren el uso de anclas de tubería cuando se opera a altas velocidades.
	Trabaja con crudo convencional y con crudo pesado de baja gravedad API.	Ausencia de válvulas o partes reciprocantes evitando bloqueo o desgaste de partes móviles		
<b>PCM (s.f)</b>	Alta eficiencia en emulsión de fluidos	Bajo Capex Medio Opex	Alto Capex Alto Opex	Baja eficiencia en emulsión de fluidos.
	Producción de Petróleo ligero	Eficiencia Hidráulica 50-75%	Eficiencia Hidráulica 35-60%	
	Huella ambiental mínima	Gestión de gas Bueno Mantenimiento de sólidos y arena Excelente	Gestión de gas Mediocre Mantenimiento de sólidos y arenas mediocre	
		Producción de petróleo con especial cuidado en la selección de elastómeros	Limitación de petróleo pesado debido a la alta viscosidad.	

Fuente: Elaborado por los autores

Por el contrario, se cree que la bomba PCP es una excelente opción para sustancias pesadas y fluidas que contienen arena; sin embargo, la sarta de varilla tiene limitaciones en posiciones muy descentradas por la velocidad y profundidad de la bomba, lo que elimina la necesidad de la tripulación para operar la bomba desde la superficie a través de una serie de varillas y alarga el tiempo de operación.

Así también se determinan aspectos relevantes de la bomba electro sumergible ESP, indicada en profundidades de hasta 15.000 pies, o en pozos desviados con ángulos no muy pronunciados, su eficiencia de trabajo está entre 35% y 60%, se debe tener en cuenta que es una técnica que no maneja muy bien el gas libre (Mora, 2018)

### **Tecnología ESPCP**

Teniendo en cuenta que la tecnología conocida como Electro PCP (ESPCP) es una combinación de las tecnologías anteriormente descritas: el bombeo por cavidades progresivas (PCP) y el bombeo electro sumergible (ESP), describe los beneficios de combinar los dos sistemas, el equipo inicial compacta y se adapta mejor a pozos profundos de alta viscosidad dog leg: “Lugar particularmente curvo en un pozo en donde la trayectoria de pozo cambia regularmente” (Cortés & Delgado, 2018, pág. 22)

Entre las características y beneficios de implementar el método de levantamiento artificial Electro PCP se encuentran las siguientes:

#### **Tabla 2.**

*Características de la tecnología y los beneficios de su implementación.*

<b>Características</b>	<b>Beneficios</b>
------------------------	-------------------

Sistema de alta eficiencia volumetrica	Reduccion de gastos de operación
Sistema de menos varillas	Elimina el desgaste mecanico entre la tuberia y las varillas en pozos horizontales y desviados
Aumento de capacidad de torque	Permite que motores mas pequeños operen el sistema
Diseño de doble engranaje planetario	Aumento de la precisión y optimización del motor y la velocidad de la bomba
Sistema de solo aceite	Elimina la necesidad de varios sistemas de aceite y solventes para el motor y el reductor de engranajes
Alta eficiencia del separador de gas horizontal	Proporciona eficiencia en la superacion del gas en pozos desviados y horizontales
Consumo optimizado	Permite la tasa de flujo maximo a la menor caida de presión

Fuente: (Rico, 2012)

La ventaja de la tecnología Electro PCP (ESPCP) es que disminuye la posibilidad de fallas prematuras en la sarta y el tubo de producción de la válvula, alargando el tiempo de operación o vida útil; Para que esta tecnología sea eficiente debe ser usada bajo las siguientes condiciones:

- Pozos horizontales o desviados, con un desnivel de 75° a la profundidad de asentamiento de la bomba.
- Situaciones donde la producción de tuberías o varillas tiene un problema o parece tenerlo
- Pozos en los cuales la sarta de bombeo convencional ya no es viable. (Debido a alta carga en la varilla, altas pérdidas por fricción por la alta viscosidad).
- Pozos donde los costos operativos son una preocupación.
- Locaciones en donde los equipos rotativos de superficie no son permitidos.
- Áreas ambientalmente sensibles donde las fugas del Stuffing Box de la unidad de Bombeo Mecánico deben ser evitadas.

- Áreas sensibles al ruido (Áreas Públicas, Residenciales, Vida Salvaje, ETC.)

Investigaciones como la de Chuquin & Murminacho (2013) indican que “El uso del Sistema Electrosumergible de Cavidad Progresivo Bombeo es efectivo en la operación de yacimientos de baja producción y alto contenido finito ( Producción de Aramid ), GOR medio a alto, gasolina de alta viscosidad, crudo de bajo grado API y yacimientos de bajo potencial. porDPI de productividad” (p.190).

De acuerdo con las evaluaciones técnico - financieras del estudio, el uso del sistema de levantamiento ESPCP permite la recuperación de la inversión en tres meses, mientras que el uso del sistema de levantamiento ESP, genera fallas mecánicas y eléctricas que facilitan la falla de la bomba en un plazo de tres meses, un corto período de tiempo sin recuperación de la inversión. En ese orden de ideas, se expone el comparativo de los sistemas ESP y PCP, en la siguiente ilustración 2.

### **Ilustración 2.**

*Comparativo de los sistemas ESP y PCP.*

<b>Data</b>	<b>Sistema ESP (Run#1)</b>	<b>Sistema ESPCP(Run#3)</b>
<b>Bomba</b>	<b>113STG P8</b>	<b>130D-3600 LIFTEQ 375 SERIES</b>
Motor (Hp)	135	114
Caudal de fluido (BFPD)	270	315
Caudal petróleo(BOPD)	255	370
Presión al Intake (Psi)	1372	1372
Potencia consumida (Kw)	68.2	36
Eficiencia de la Bomba	25%	96%
Frecuencia (Hz/ rpm)	60	45/310
Run Life (días)	48	600

*Fuente:* (Chuquin & Murminacho, 2013)

Finamente el analisis comparativo del petroleo recuperado por las tecnologias aplicadas en campos ESP y ESPCP, concluyen que esta ultima tecnologia recupero mas petroleo de forma exitosa en un porcentaje del 93% mientras que la ESP, solo recupero un promedio del



7%, así también describe que el sistema ESP, falló después de 48 días desde su arranque, mientras que el sistema ESPCP registra un Run life de 600 días de operación exitosa, con una eficiencia en la bomba del 96%

Acorde con lo anterior se encuentra un estudio realizado en Nigeria denominado “Optimización del sistema de producción de petróleo pesado mediante Bombas electrosumergibles de cavidad progresiva (ESPCP)” en Delta Níger, comprobó la eficacia de dicho sistema de levantamiento más aun en campos con condiciones complejas tales como pozos con alto contenido de gas, fluidos con alto contenido de arena; en donde aplicaron un sistema híbrido compuesto por tecnologías PCP Y ESP, (ESPCP) describiendo la importancia de combinar las potencias de las dos tecnologías, insertando un motor sumergible que va desde 10hp hasta 200hp, a fin de maximizar la vida útil en condiciones adversas del fondo, así también mejoraron las condiciones de unidad de reducción de engranajes GRU, superando los ajustes de interferencia entre el rotor y el estator, también se seleccionaron sellos protectores de la GRU para que soportara la carga de empuje del eje de la bomba; se adecuó un eje flexible que compensara la rotación excéntrica y la vibración, se realizó un acondicionamiento de la velocidad en el fondo, permitiendo poderla configurar, considerando que las condiciones de fondo cambian, se insertó un sistema de control gráfico GCS, maximizando la vida útil del sistema de bombeo.

El análisis económico muestra un VAN alto para la tecnología ESPCP aplicada, así como un umbral de retorno de la inversión, por lo que este tipo de levantamiento artificial “es el más recomendado por la capacidad de manejo de crudo viscoso, dado que ahorra el gas utilizado para la inyección en levantamiento artificial de gas, que puede ser monetizado para obtener ingresos adicionales” (Chindu, Too-chukwu & Obiduike, 2020, pág. 45).

En este mismo sentido Barrera (2012) indica en su investigación “Aplicaciones del

Sistema Artificial Producción Híbrido ESPCP” el uso de este sistema en muchos campos alrededor del mundo, proporcionan las condiciones mecánicas de los pozos que difieren tanto en las características petroleras como en la de fluidos, indicando diferentes tasas de producción. (Campo Kulin: Indonesia, Campo Zatchi: El Congo, Campo Bohai Bay: China).

El campo Kulin, tiene como características de pozo, una alta disminución de agua en los fluidos de producción, así como producción con alto contenido de arena, presencia de altas temperaturas en el yacimiento. Los pozos que se manejan son horizontales, por lo que el sistema ESPC integrado fue instalado con  $58^\circ$  de inclinación con  $1.5^*/100$  pies de desviación; el promedio de eficiencia registrado del campo kulin 082 es del 66% y después de 800 días no ha existido ninguna falla en la bomba, mientras que el pozo kulin 083 que presentaba exceso de corte de agua superó las expectativas, sobrepasando los 450 días sin ninguna falla, aunque debe resaltarse que eventos adversos al uso del procedimiento de levantamiento paralizaron la producción por periodos cortos.

El campo Zatchi por su parte tiene un yacimiento con característica multiestrato caracterizado por la acumulación de grandes cantidades de crudo viscoso, esta compuesto por rocas de caliza y dolomía, por sus características el sistema de Levantamiento ESPCP, tomó un ángulo de  $59.7^\circ$  dentro de una tubería de  $13\text{-}3/8^*$  de diámetro, la historia de productividad del pozo ZAM-408M y el rendimiento fue alentador, encontrándose dos aspectos positivos, inicialmente la eficiencia hidráulica de la ESPCP encontrándose próxima al 70% y el incremento en la temperatura de los fluidos de producción es cercano a los  $5^\circ\text{C}$  siendo esto beneficioso para el sistema.

Aunado a lo anterior se evalúa la gestión del sistema ESPCP en los pozos Bohai Bay, encontrándose aspectos de campo como la variación de la viscosidad del aceite “la cual va de

100 a 8000 mpa.s, la profundidad de la bomba esta en un rango de 900 a 1800m. Entre los aspectos positivos encontrados estan el ritmo de produccion el cual varia de 20 a 240m<sup>3</sup>/ dia, la vida útil promedio de la funcionalidad operativa de los sitios de ESPCC es superior a 400 días, y la duración máxima de la aplicación supera los 1400 días.” (Barrera, 2012, pág. 97).

Luego entonces se evidencia que la Tecnología Electro PCP, presenta grandes ventajas en los diversos pozos los cuales en su mayoría son horizontales identificando las siguientes:

- Alta eficiencia en la producción, incluso para fluidos viscosos y con alto contenido de sólidos.
- Las pérdidas por fricción se eliminan del sistema al no tener sarta de varillas.
- Al no tener que instalar Stuffing Box para las varillas se evitan derrames en superficie.
- Capacidad para manejar alto torque.
- Permite recircular el pozo al operar el motor de fondo en reversa.
- El uso del ESPCP en las posiciones horizontales de Kulin condujo a mayores eficiencias de bombas, con un promedio de 56 a 66%, en comparación con la eficiencia de las bombas de tubería instaladas en las posiciones horizontales de Duri, que tenían eficiencias por debajo del 30%.
- La tecnología ESPCP ofrece un Run Life mayor, probado en los pozos horizontales Kulin 82 y Kulin 83 que nunca presentaron problemas con la bomba y a junio de 2004 que se apagaron por problemas con las instalaciones presentaban un Run Life sobre los 800 días y 450 días respectivamente, comparados con los 118 días de Run Life de los pozos de Duri.
- Debido a que no se requieren varillas , no existe fricción con el empaque como en otras tecnologías, lo que favorece pérdidas de aceite mínimas o inexistentes durante las

operaciones de extracción e inserción de herramientas de producción.

Por otro lado , estudios como el de Casallas & Cuy (2019) indican que si bien el sistema ESPCP tiene ventajas y mejora la producción de varios pozos, también puede presentar fallas . De los 22 pozos pertenecientes al Campo Valle del Medio del Magdalena ,se descubrió que solo tres estaban operando y 19 presentaban fallas mecánicas y eléctricas no relacionadas con el sistema ESPCP, de las fallas presentadas se encontraron las siguientes:

**Tabla 3.**

*Fallas encontradas*

<b>Causa</b>	<b>Comentario</b>
<b>Manufactura</b>	Inapropiado diseño mecánico Inapropiada fabricación y ensamblaje. Ineficiente control de calidad.
<b>Instalación</b>	Instalación inadecuada Ineficiente preparación del pozo Mal ensamblaje del equipo Malas conexiones
<b>Desgaste</b>	El equipo optimiza las expectativas del Run Life.
<b>Operación</b>	Manejos inapropiados en la operación Procedimientos inapropiados de monitoreo Gestión negativa de los servicios de campo
<b>Reservorio y fluidos</b>	Condiciones del pozo que conllevan a taponamientos por arena, parafinas, asfáltenos, alto GOR, alto corte de agua y yacimientos fracturados y con hundimientos.

Fuente: Casallas y Cuy, (2019)

Según las fallas evidenciadas se concluye que el 50% de los equipos instalados tienden a fallar cuando la frecuencia de operación supera los 50Hz, sin embargo las frecuencias bajas pueden ejercer un aumento en el torque de operación, por lo que, el rango en que deben desarrollarse esta entre 40 y 50 Hz, adicionalmente se halla que el torque de operación causa

afectaciones en la caja reductora y los sellos se pueden ver afectados dependiendo cuantas revoluciones por minuto presentan y los caballos de fuerza del mismo.

Los resultados que se obtuvieron de los procedimientos realizados con el sistema de levantamiento electro PCP en este estudio concluyeron que se superó el Run Life de los equipos previamente instalados y por eso se decidió seguir implementando esta tecnología en pozos altamente desviados y con presencia de sólidos.

Con el mismo razonamiento ejecutado con antelación, la investigación denominada “Estudio de Prefactibilidad para la Implementación del Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo Electro sumergible con Cavidades Progresivas (ESPCP) en un Campo de Ecopetrol S.A.” utiliza explícitamente los campos del bloque Llanito de Ecopetrol SA como ejemplo de cómo proponer una metodología eficaz a la hora de elegir los puestos con las características necesarias exigidas por la ESPCP .Describe la importancia de realizar un análisis previo de la información de los pozos, incluyendo lo siguiente: el Indicador de Productividad (IP), el Indicador de Caída y la Matriz de Resultados .

En el estudio se aplicó esta metodología a 122 pozos, y se escogieron 6 resultados por cumplir con los requisitos para implementar el sistema de levantamiento ESPCP. Al revisar las condiciones se resaltaré el pozo Llanito 117 por presentar un alto grado de desviación y un alto índice de fallas debido al rozamiento entre la tubería de producción y las varillas, brindando la oportunidad de incrementar la producción. La metodología desarrollada e implementada sirvió como criterio para una adecuada selección de pozos, la cual arrojó resultados positivos en la evaluación técnica debido a que el sistema maneja altos caudales y sólidos. (Rico, 2012).

Los beneficios e inconvenientes de utilizar el Sistema de Levantamiento Artificial ESPCP en los diversos estudios antes mencionados permiten identificar las condiciones

necesarias para optimizar la producción, así como los riesgos que puede tener una mala operación en proyectos relacionados con el petróleo. Como consecuencia, la medición de riesgos facilita la planificación y estructuración de procedimientos que brindan soluciones directas, lo que es beneficioso para el rendimiento de las ALS.

### **Riesgos en los proyectos**

Todos los proyectos tienen algún nivel de riesgo porque son decisiones únicas con diversos grados de dificultad que tienen como objetivo brindar beneficios o soluciones; En consecuencia, las organizaciones de cualquier industria deben tener un plan cuando se trata de enfrentar el riesgo del proyecto de manera controlada e intencional para crear un valor que equilibre el riesgo y la compensación al mismo tiempo. Estos planes se determinan dentro de un contexto de restricciones y suposiciones. Aunque no todas las veces se tiene el suficiente tiempo para tomar las decisiones acertadas es habilidad del gerente tener la capacidad de analizar los pros y los contras de los proyectos para saber su viabilidad y sostenibilidad.

Para determinar el nivel de riesgo presente en un proyecto, es importante tener en cuenta la probabilidad de que ocurra, así como las condiciones externas que podrían tener un impacto positivo o negativo. Es importante tener en cuenta los tipos de riesgos que están presentes dentro de cada proyecto, sin subestimar los riesgos individuales que podrían resultar en un daño para el logro de los objetivos del proyecto.

En cuanto a los procedimientos de gestión de riesgos del proyecto, los niveles de riesgo ya establecidos fueron abordados de la siguiente manera, según (Rodas, s,f):

- El riesgo individual del proyecto está relacionado con una condición imprevista que, de materializarse, podría tener un impacto en uno o más de los objetivos del

proyecto (p.6).

- El riesgo general del proyecto resulta de la incertidumbre creada por la combinación de este junto a varios factores inciertos, incluidos los riesgos individuales. Este riesgo se evidencia en la exposición de los agentes a variaciones en los resultados del proyecto, ya sean positivos o negativos. (p.6).

Puesto que los riesgos en el ciclo del proyecto surgen de manera constante y transversal, los procesos a seleccionar deben ser interactivos, abordándose desde la planificación configurando estrategias específicas que controlen y gestionen los riesgos emergentes que se puedan presentar, propendiendo por la viabilidad del proyecto.

### **Adaptación de proyectos**

Cada proyecto contiene su propio conjunto único de ideas y conceptos, por lo que los procesos de gestión de riesgos deben personalizarse para cumplir con los requisitos específicos del proyecto, considerando siempre aspectos técnicos como:

**Tamaño del proyecto.** Este aspecto se refiere a presupuesto, alcance, duración, equipo; adicionalmente se evalúa el enfoque de riesgo más asertivo, o el proceso de riesgo a gestionar según la magnitud del proyecto, si este es pequeño la justificación del proceso debe ser coherente, así también si este es grande el proceso debe ser mayor.

**Complejidad del proyecto.** Está dirigido a los niveles de innovación, la aplicación precisa de la tecnología, los acuerdos comerciales, o aquellas interfaces que puedan hacer del proyecto una estructura más compleja que requiera un sólido enfoque de riesgos, o si fuera un proyecto más simple, se determinaría la efectividad de un proceso más simple o de menor riesgo.

**Importancia del proyecto.** El evaluar la importancia del proyecto considerando la

relevancia y condiciones estratégicas del mismo; considerar si el proyecto dadas las oportunidades de éxito tiende a aumentar el nivel de riesgo o puede generar bloqueos en el desempeño organizacional.

***Enfoque de desarrollo.*** Se divisa si en el proyecto pueden surgir procesos de riesgo de manera secuencial e interactiva tipo cascada, o si por el contrario los riesgos pueden presentarse de forma explícita ya sea al inicio, intermedio o al final de la ejecución.

Por otro lado, es importante tener en cuenta la posición de las posibles contingencias que pueden surgir dentro de un proyecto, ya que esto implica la posibilidad de tomar decisiones como parte de los procesos de gestión para administrar o controlar el riesgo

### **Actitudes frente al riesgo**

La acción de una organización frente a los riesgos que se presentan en los proyectos debe estar basada en 4 principios:

- **Apetito:** Esto refleja el nivel de incertidumbre que estamos dispuestos a aceptar a cambio de la posibilidad de una compensación futura.
- **Tolerancia:** corresponde a la cantidad de riesgo que se está dispuesto a asumir, para lo cual se tiene presente la fórmula impacto/ probabilidad, etiquetando los resultados en las escalas MUY BAJO, BAJO, MODERADO, ALTO Y MUY ALTO.
- **Respaldo financiero:** entidades organizacionales con un alto respaldo financiero, podrían asumir más riesgo que aquellas con recursos mínimos, además de la diversificación de inversiones que ayudaran a minimizar el riesgo.
- **Diversificación:** La diversificación de la cartera es una estrategia de gestión de



riesgos que combina varias acciones para reducir el riesgo general de una cartera. Al distribuir los posibles movimientos de precios entre otras actividades, puede ayudar a reducir el riesgo y la volatilidad; además, la correlación es un factor clave en la diversificación de la cartera. por lo tanto, es importante que los administradores de carteras y los planificadores financieros encuentren activos que tengan una correlación relativamente baja con acciones y bonos, sin embargo, no garantiza beneficios ni inmunidad frente a pérdidas.

### **Procesos de gestión de los riesgos previsibles**

Según el CONPES 3714 se relaciona como riesgo previsible “el hecho de que se revele la posible incapacidad o compatibilidad del contratista y violaciones al régimen de conflictos de intereses” (p.10), los cuales a pesar de ser circunstancias que pueden alterar las condiciones de un contrato tienen un tratamiento propio dentro del EGCAP.

Los riesgos que se prevén en los contratos se confunden con “otros conceptos que dan cuenta del tratamiento propio de la responsabilidad contractual, responsabilidad extracontractual o cumplimiento de obligaciones contractuales” (DNP, 2011) , Un ejemplo de esto son:

- La responsabilidad extracontractual
- Hechos u omisiones de contratistas o subcontratistas

Por otra parte, se incluyen diversos riesgos cobijados bajo el artículo 4 de la Ley 1150 de 2007, los cuales pese estar implícitos como riesgos y formar parte por sus condiciones de los riesgos previsibles, desconocen su realidad contractual, indicando que no pueden ser catalogados dentro del actuar de riesgos previsibles, según cláusulas contractuales específicas, por ende, se

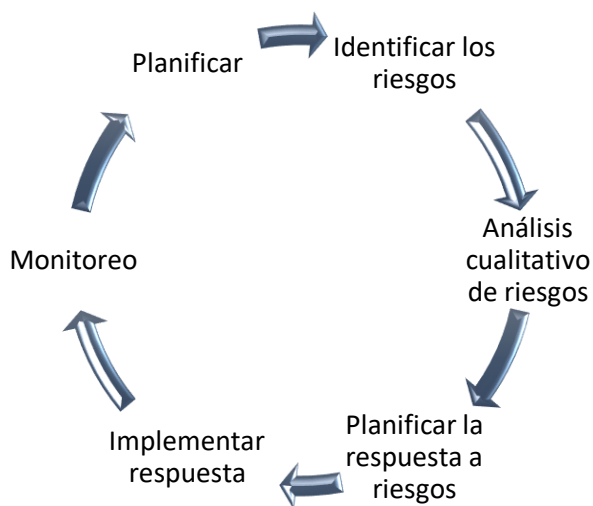
crea un debate interno de posibles omisiones frente a los contratos.

En este orden se requiere cumplir con la estimación del riesgo la cual consiste en cuantificar en porcentajes los riesgos sin indicar un valor base sobre el cual se calculan, es decir no se menciona si el valor del riesgo se ejecuta sobre el costo del contrato, los porcentajes a estimar están ligados al grado de responsabilidad que las partes tienen en el momento de que se llegase a presentar el riesgo.

Los lineamientos que se deben tener en cuenta para los procesos de gestión de riesgos previsibles se ilustran a continuación:

### **Ilustración 3.**

*Lineamientos gestión de riesgos.*

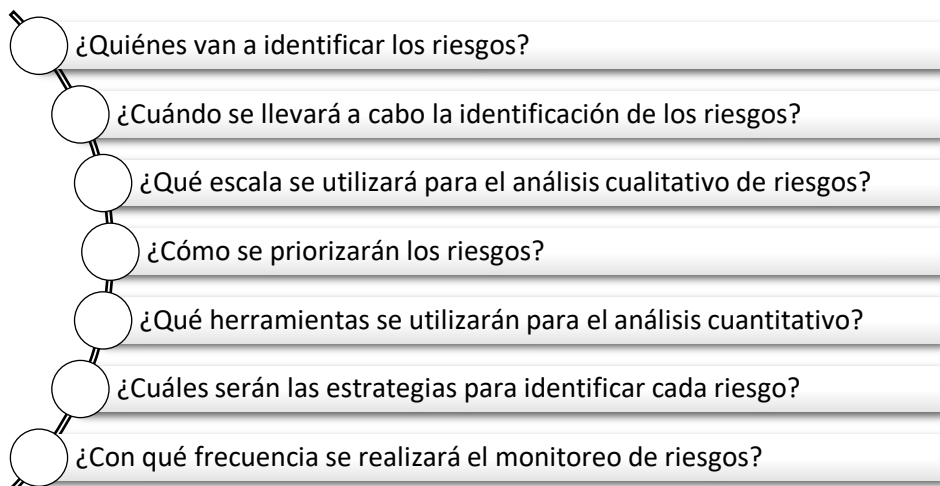


Fuente: Elaborado por los autores

Debemos responder a las consultas como parte del proceso de estimación del riesgo, como se muestra a continuación:

### **Ilustración 4.**

*Cuestionamientos para analisis de riesgos.*



Fuente: Elaborado por los autores

### **Respecto de la Identificación del Riesgo Previsible**

Los riesgos previsible están vinculados a que el contratista actúe de forma incompatible de conformidad con el artículo 9 de la ley 80 de 1993 y viole el régimen de conflicto de intereses, aunque cabe indicar que existe la probabilidad de modificar las condiciones del contrato realizando un procedimiento en EGCAP.

Como se indica en el DNP (2011) existe un riesgo previsible en materia contractual de ser confundido con otros conceptos que tienen tratamiento propio en el contexto de “la responsabilidad contractual, la responsabilidad extracontractual o el cumplimiento de obligaciones contractuales”; Por ejemplo, en el decreto 828 de 2008, se estipula la responsabilidad extracontractual que pueda presentarse frente a un regulador por las acciones, eventos u omisiones de un contratista o subcontratista.

Por otra parte, es de considerar que la Ley 1150 de 2007 de distribución de riesgos en los contratos estatales, en su artículo 4 indica que se obliga a “incluir la estimación, triplicación y asignación de los riesgos previsible involucrados en la contratación” (Manual de Administracion de Riesgos, s. f.)

### **Respecto del ejercicio de Tipificación, Estimación y Asignación.**

- Hay instancias donde se presenta el riesgo sin estimar la clasificación de este.
- Si bien el riesgo se estima cuantitativamente, no se mencionan valores ni bases, lo que hace pensar que el riesgo es indefinido.
- Los porcentajes se incluyen en las etiquetas en función del nivel de responsabilidad de cada parte en el momento en que se presenta el riesgo.
- La definición de cada una de estas actividades se presenta generalmente como un ejercicio de identificación, estimación y distribución de riesgos sin entrar en el análisis contractual específico al que se refieren
- El riesgo se transfiere al empresario independientemente de la información proporcionada o de la obligación de las partes de gestionar y mitigar el riesgo.

### **ISO 31000 gestión del riesgo**

Según la norma ISO 31000, “todas aquellas actividades coordinadas con el fin de gestionar los riesgos que pueden estar asociados a las organizaciones y proyectos en este segundo apartado, tienen como objetivo proporcionar un programa de acción para identificar qué aspectos gestionar y cómo hacerlo (p.10)”. Bajo este argumento, la gestión se enfoca en categorizar los riesgos y asignarles un valor cuantificado con el fin de determinar un nivel de riesgo de acuerdo con su prioridad. Los siguientes componentes se pueden encontrar dentro del proceso de cuantificación:

Consecuencia: es este elemento la norma indica la consecuencia como los efectos que se originan de manera directa o indirecta de otros elementos. Por lo tanto, es necesario evaluar los riesgos que conlleva la supuesta relación causa - efecto. Es un hecho que no siempre se puede

predecir los resultados de una acción, sin embargo, se puede diseñar un sistema que lo haga como una medida de gestión de riesgos. Al no existir un mínimo grado de consecuencia, cualquier acción ocurrida será ineficiente.

Probabilidad: evalúa la posibilidad de que un hecho ocurra. La Gestión de Riesgos debe contemplar el que se llegue a generar situaciones de riesgo que puedan darse o no por decisiones de la entidad. Nunca se está del todo listo para prever posibles acontecimientos, pero el simple hecho de tener en cuenta la posibilidad de ocurrencia ya es un indicador positivo para la Gestión de Riesgos.

Como conclusiones referentes al uso de un Sistema de Gestión de Riesgos asociados a los principios básicos y los resultados a desarrollar según él (DNP, s,f), se encuentran los siguientes:

- Optimizar la identificación de oportunidades y amenazas.
- Mejorar la gestión empresarial.
- Mejorar la confianza en los grupos de interés.
- Generar una base para la toma de decisiones.
- Optimizar los controles y las herramientas de seguimiento y monitoreo.
- Aumentar la prevención y la gestión de incidentes.
- Minimizar las pérdidas vinculadas a los procesos empresariales.
- Mejorar el aprendizaje organizativo en todas las jerarquías.

### **Dimensión del análisis del riesgo**

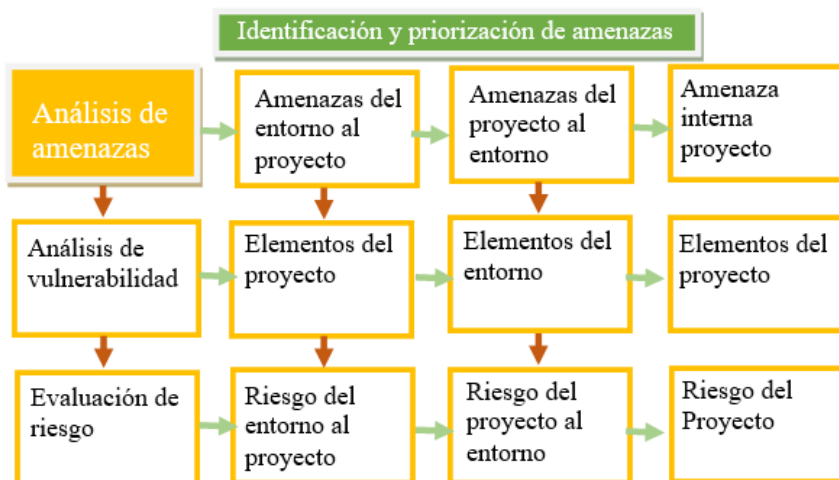
El objetivo de un análisis de riesgo de un proyecto de inversión es brindar las dimensiones necesarias para una gestión integral del riesgo que tenga en cuenta la protección de la inversión ejecutada. Este análisis debe hacerse en tres categorías:

- Del entorno al proyecto
- Del proyecto al entorno
- Riesgos internos del proyecto que afecten en forma significativa los elementos expuestos.

Por esta razón, las tres categorías se combinan para identificar y priorizar las amenazas que se muestran en el siguiente cuadro:

### Ilustración 5.

#### *Análisis del riesgo*



*Fuente: Metodología de Para evaluar riesgos DNP*

### Identificación y priorización de amenazas

Como lo define la Ley 1523 de 2012 en su artículo 4 (Congreso de la República de Colombia, 2012), la amenaza es que:

un desastre natural causado por el hombre o por la acción humana no intencional pueda ocurrir y tener un impacto suficiente para provocar muertes, lesiones u otros efectos negativos para la salud, así como daños a la propiedad, la infraestructura,

el suministro de alimentos, la entrega de servicios, y recursos ambientales.

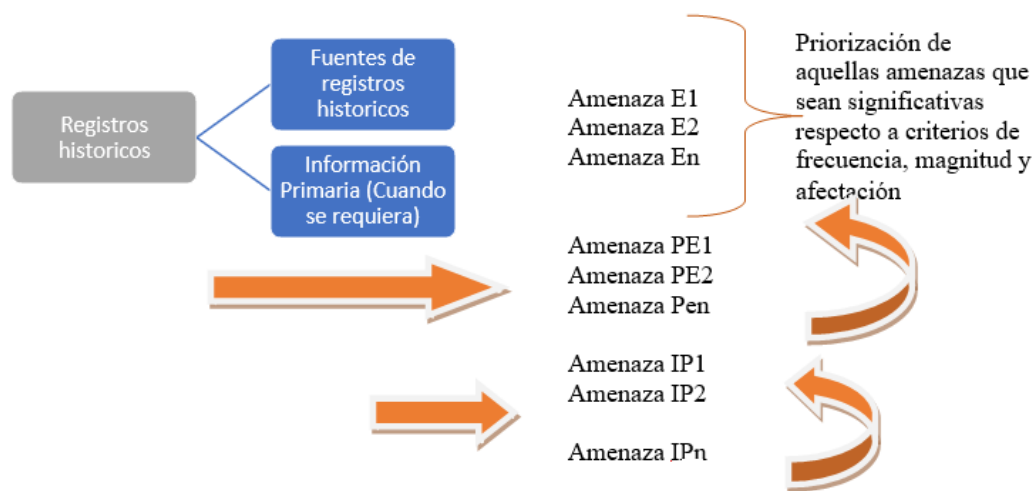
(SNGRD, 2017, pág. 22).

Existen diferentes tipos de amenazas o eventos amenazantes, siendo los más recurrentes aquellos relacionados con eventos de origen hidrometeorológico, de acuerdo con las cifras publicadas en el “Índice municipal de riesgo de desastres ajustado por capacidades” (DNP, 2018), adicionalmente se debe priorizar las amenazas teniendo en cuenta que en un mismo territorio pueden presentarse diversas en un tiempo determinado. Por otro lado, hay momentos en que los proyectos gestionan numerosas actividades que tienen lugar en varios territorios y cada uno presenta un conjunto único de peligros que pueden tener un impacto en el proyecto en su conjunto o en áreas específicas.

Con esta actividad se busca determinar las amenazas a tener en cuenta y su priorización, empleando criterios de magnitud y frecuencia, expuestas en la siguiente ilustración:

### Ilustración 6.

#### *Identificación y priorización de amenazas*



*Fuente: Metodología de Para evaluar riesgos DNP*

Según el DNP (s,f) las amenazas del proyecto al entorno se pueden presentarse de 4 formas:

**Tabla 4.**

*Amenazas del entorno*

<b>Descripción</b>	<b>Amenazas</b>
Proyecto genera nuevas amenazas, las cuales no tendrían existencia si el proyecto no se llega a ejecutar	Problemas de línea tecnológico como (incendios, fugas, derrames y explosiones) Problemas vinculados a la elaboración del proyecto
Fallas generalizadas del proyecto	Posibles amenazas por elementos externos.
Amenazas preexistentes durante su construcción, operación o cualquier actividad relacionada.	Modificación de factores condicionantes de la amenaza Factores detonantes de la amenaza Modificación del área de afectación, magnitud, velocidad u otra característica de una amenaza.
Eventos generadores de amenazas en el proyecto	Afectaciones en la integridad y funcionalidad del proyecto

Fuente: Elaborado por los autores

Se debe priorizar las amenazas analizadas y posteriormente estimar la relevancia de estas, a fin de darles solución de forma consecutiva, a continuación, se esboza el procedimiento general para analizar la priorización de las amenazas.

### **Procedimiento general para analizar la priorización de amenazas**

#### **Ilustración 7.**

*Matriz evaluación*



		Potencial de daño		
		Alto	Medio	Bajo
Frecuencia	Alta	A	A	M
	Media	A	M	B
	Baja	M	B	B

A=Alto, M=Media y B=Baja

*Fuente: Metodología de Para evaluar riesgos DNP*

A fin de analizar las amenazas más apremiantes se toma como base la Matriz de evaluación, determinando categorías de amenaza como factores condicionantes que se establecen según la potencia de daño y la frecuencia de presentación.

Existen diversas estrategias en pro a gestionar los riesgos y estas dependerán del origen y naturaleza de estas, de igual modo se deben tener en cuenta agentes externos que inciden ampliamente, tales como:

- La magnitud de las empresas
- Cuantos integrantes tiene la empresa
- Conformación de la empresa
- Lo que produce la empresa
- El sector en el que se desarrolla

Es entonces como, el origen, naturaleza y factores externos propician a que se generen distintas formas de análisis según el sector o régimen especial, siempre en aras a cumplir 5 aspectos:

- Identificación
- Evaluación
- Tratamiento
- Monitoreo de los riesgos asociados a una función proceso.

En cuanto a las metodologías de análisis de riesgos, existen los siguientes enfoques principales:

Primero se encuentran las metodologías para la gestión del riesgo, que implican “actualizar la identificación, evaluación y posterior tratamiento de los riesgos derivados de una actividad”.(Norma ISO 31000, pág. 11), encontrando entre dichas metodologías, la norma ISO 31000, La norma AS/NZS 4360, la cual indica un método de análisis dirigido a los pilares de la normativa ISO 9000.

El segundo enfoque está en los métodos de medición de riesgos, que se encaminan en herramientas que solo están disponibles para cuantificar el riesgo mediante la aplicación de etiquetas numéricas a lo que producen para evaluar el impacto que los riesgos tienen en las instituciones organizacionales y, con base en los hallazgos, implementar estrategias de gestión, tratamiento o incluso mitigación de riesgos. Entre los métodos de medición del riesgo se encuentran: La Metodología Margerit, la cual consiste en una estrategia de análisis y gestión de riesgos realizada por el Consejo Superior de Administración, está diseñada únicamente para organizaciones que gestionan información digital y prestan servicios relacionados con redes informáticas. Se centra en evaluar el valor que una organización pone en riesgo al realizar un proceso y cómo lo protege. Además, la metodología desarrolla estrategias adecuadas de planificación del tratamiento, fortaleciendo los sistemas existentes.

Adicionalmente se encuentra la Metodología Delphi: como herramienta de orientación dirigida a identificar la opinión de expertos. Esta se da en 3 pasos inicialmente un grupo de especialistas independientes, responden un cuestionario sobre temas requeridos, seguidamente se analizan los resultados conociendo las opiniones de los especialistas, finalmente se presenta un cuestionario más específico para los expertos, realizando unas conclusiones según las pautas dadas.

Otro de los métodos a mencionar es el Método Cualitativo: siendo la metodología de análisis de riesgos con mayor prevalencia de uso a la hora de tomar decisiones en las entidades, en este método resaltan, los juicios, experiencias e intuiciones de los emprendedores; es posible utilizarlo cuando no existe un nivel de riesgo alto o medio que justifique el tener que invertir en un análisis riguroso.

Los métodos cualitativos incluyen:

- Lluvia de ideas
- Cuestionario y entrevistas estructuradas
- Evaluación para los diversos grupos profesionales
- Juicio de especialistas y expertos (Técnica Delphi)

En contrariedad con el anterior se encuentra el Método Cuantitativo, según la (Norma ISO 31000, s.f) “consideran que los métodos que permiten asignar valores de ocurrencia a los distintos riesgos identificados, es decir, calcular el nivel de riesgo del proyecto, se consideran como métodos cuantitativos.” (p.13).

Entre los métodos de tipo cuantitativo se encuentran:

- Análisis de probabilidad
- Análisis de consecuencias
- Simulación computacional

Por último, se encuentra el método Semi- cuantitativo, utilizado en la categorización de palabras que etiquetan un tipo de riesgo ya sea (alto, medio, bajo), describiendo la probabilidad y consecuencia de ocurrencia, es necesario ser muy claros en el uso de la escala, evitando interpretaciones inadecuadas en la gestión de riesgo.

Es de considerar que como herramientas para la investigación propuesta se utilizó la Metodología Delphi, determinando la importancia de conocer las opiniones de expertos en diversas áreas, quienes contestaron cuestionarios específicos a la implementación de la tecnología ESPCP y las ventajas y desventajas de la misma.

### **Riesgos económicos**

El riesgo económico está centrado en la medir la probabilidad de ocurrencia del riesgo, prever la incertidumbre que se pueda generar y el impacto que las compañías pueden tener y la rentabilidad de una inversión, los distintos riesgos pueden tener un efecto variado a lo largo del tiempo. De igual forma el riesgo económico esté ligado a variaciones factibles, dado que dependerá del escenario organizacional que se maneje en determinado momento, así como los eventos que puedan surgir en el trasegar de la corporación y que puedan generar un impacto directo. Por tal motivo las empresas diseñan medidas de riesgo para contemplar las posibles afecciones que se puedan presentar, entre las más usadas están el mapa de riesgos, el cual analiza los riesgos económicos más apremiantes.

### **Tipos de riesgos económicos**

Entre los tipos de riesgos se encuentran aquellos que se presentan dependiendo de las circunstancias y como se desenvuelven las empresas en situaciones específicas, así también dependerá de la procedencia y su relación con la economía, entre los diversos tipos de riesgos se encuentran (Coll, M., 2022):

- **Riesgo país:** es aquel riesgo que se da por diversas situaciones ocasionadas a causa de un país de origen o extranjero.
- **Riesgo de divisa:** es el riesgo que se genera a causa de las variaciones en las divisas.
- **Riesgo de mercado:** se presenta a causa de las varianzas en las inversiones a la compañía.
- **Riesgo de rating:** es aquel riesgo que se presenta a causa de la calificación dada por agencias de crédito.
- **Riesgo de liquidez:** este riesgo se presenta debido a la falta de capital para la adquisición de activos.
- **Riesgo sistémico:** Es un riesgo cuando se presenta una situación de quiebra o caída total de la producción, lo que resulta en una desestabilización importante del negocio.
- **Riesgo de interés:** Es el riesgo de caída o estancamiento de la economía.
- **Riesgo legal:** Este riesgo se deriva de cambiar o actualizar las leyes y reglamentos que pueden tener un impacto en las operaciones de una organización
- **Riesgo de crédito:** Es el riesgo originado por los incumplimientos en las obligaciones crediticias.
- **Riesgo operativo:** Es el riesgo que se presenta a causa de manejos equivocados, falta de provisiones cadena de producción negativa ante la disminución de la productividad de la

empresa ocasionando que esta no pueda operar correctamente.

- Riesgo de modelo: Es el riesgo que se da ante la aplicación de modelos con falla.
- Riesgo de transferencia: Es el riesgo que se presenta cuando existen altas probabilidades de variación en la divisa, dichas fallas pueden presentarse por situaciones externas en países extranjeros, llegando a provocar insolvencia, afectando los pagos y la posibilidad de adquirir divisas.

### **Tratamiento del riesgo en la evaluación y selección de proyectos**

La principal hipótesis normalmente establecida en la evaluación de proyectos de inversión según Launchy & Dominguez (2006) es la de suponer “los valores únicos del desembolso inicial y los flujos netos de caja anuales que representan la naturaleza de la inversión y por tanto, permiten su correcta evaluación” (p.4). Más aún se deben tener en cuenta elementos como:

- Costo de las materias primas
- Porcentaje de ventas
- Horizonte temporal de la inversión

Este último elemento es inconstante, dado que los valores pueden ser variables que, al integrarse a otros elementos de valor, generar una gama de valores en la VAN, la TIR y el PRD.

### **Riesgos tecnológicos**

Hidalgo (2004) indica que el riesgo tecnológico, se define como:

“Los efectos o pérdidas que puedan resultar de circunstancias relacionadas con el

almacenamiento, producción, transformación o transporte de materiales peligrosos, sustancias radiactivas, sustancias biológicamente reactivas, líquidos inflamables, materiales combustibles, electricidad y/o hidrocarburos, así como de actividades que involucren altas presiones, las altas temperaturas, o el potencial de impacto mecánico, también pueden denominarse riesgos tecnológicos.” (p.2).

Para considerar un riesgo dentro de la gestión de procesos de una empresa se necesita la presencia de tres componentes de manera simultánea:

*Pérdidas asociadas con el riesgo identificado.* Se refiere a la presencia de efectos adversos provocados por la posibilidad de pérdida de vidas humanas y daño ambiental (en nuestro caso derivados del uso incorrecto y desmedido de la tecnología de levantamiento ALS).

*Incertidumbre asociada.* Comprende la posibilidad de ocurrencia, de que el riesgo identificado pueda o no ocurrir en un tiempo determinado; no hay presencia de incertidumbre ante el hecho, pues se asocia el que la situación de riesgo se genere en un periodo de tiempo.

*Elección entre alternativas.* Presencia de factores que disminuya la posibilidad de ocurrencia del evento indeseado. Si no existe una condición de aprobación para la ocurrencia no existe la presencia de riesgo. Luego entonces las condiciones permiten ejercer acciones que disminuyan la aparición de pérdidas, es de aclarar que no todos los riesgos que ocasionan pérdidas se pueden gestionar de forma adecuada, por lo que al manejar los tres componentes mencionados facilita la gestión del riesgo de forma eficaz.

**Orígenes de los riesgos de carácter tecnológico y la adopción de decisiones en su presencia**

Los riesgos vinculados a la tecnología desde su origen, gestión y empleo además de causar daños en las instituciones empresariales también pueden acarrear situaciones negativas como las que refiere (Hidalgo, 2004):

- Dificultad en los procesos de adquisición de tecnología. Se presentan a causa de una planificación deficiente o de malos manejos de los recursos humanos implicados.
- Dificultades en la organización encargada de recibir la tecnología, al generar afectaciones en su desarrollo.
- Dificultades de la tecnología empleada para la gestión empresarial. Generando inconsistencias debidas a la tecnología empleada ya sea obsoleta o inadecuada.
- Dificultades en contexto externo a la entidad organizacional. En este campo se encuentran afectaciones socioeconómicas, o políticas que no permitan la adquisición de tecnología viable para generar resultados óptimos.
- Dificultades del mercado y del desarrollo tecnológico, siendo consideradas como posibles eventos una crisis global.

### **Medidas de aseguramiento ante el riesgo tecnológico**

El mencionar medidas de control que permitan disminuir en las entidades organizacionales el tipo de riesgo tecnológico es complejo, más sin embargo es posible tomar acciones que disminuyan los efectos negativos, a continuación, se presenta tres niveles que se pueden integrar como prevención de la ocurrencia de riesgo.

En el nivel físico, se toman medidas técnicas pensando en la seguridad informática, ejerciendo procesos de control, accesos y confidencialidad, dentro de los que se pueden tomar los siguientes según (Reyes, 2015):



- Controles de acceso a sistemas específicos
- Manejo de tarjetas de seguridad, tokens o claves dinámicas.
- Control de los recursos tecnológicos, tales como ubicación y protección, o mantenimiento continuo de equipos.
- Servicios básicos (energía, agua y alcantarillado, entre otros) de soporte para continuidad.
- Revisar medios de almacenamiento como unidades removibles.
- Control de amenazas técnicas.

En un nivel lógico, las instrucciones se enfocan en el uso de sistemas operativos y software que están diseñados para resguardar cualquier tipo de datos mientras aseguran que los usuarios puedan acceder a la información de manera autorizada siguiendo los procedimientos requeridos por la institución. Como parte de estas medidas se pueden tomar (Ramírez, 2022):

- Control de quipos móviles
- Seguridad contra malware.
- Respaldos y configuraciones de bases de información crítica
- Programas que faciliten el intercambio y cifrado de información.
- Vigilancia de los sistemas, protección de los registros y sincronización del tiempo.
- Limitantes de los tiempos en cuanto a las conexiones, aplicaciones y sesiones por inactividad.
- Configuración de control de cambios, entre otros.

Dada la incertidumbre que debe manejarse, este nivel final tiende a ser el más desafiante dentro de las organizaciones, lo que requiere la implementación de medidas procesables

relacionadas con la conciencia regular y consciente. Dentro de éstas se pueden incluir:

- Procesos de control en la contratación
- Gestión de procesos antes, durante y después de la terminación de los contratos.
- Capacitaciones regulares sobre la seguridad y los aspectos derivados.
- Procesos y guías para manejo de información.
- Políticas que impulsan la organización de escritorio y pantalla.

### **Riesgo ambiental**

Comprende todas las actividades económicas, vinculadas con la utilización, producción, renovación industrial y comercio de los recursos naturales, así también están incluidas aquellas actividades de prestación de servicios que generan de forma directa o indirecta un Riesgo Ambiental (Leon, 2015).

Administrar los riesgos de manera efectiva, se deben tomar decisiones para definir obligaciones futuras, aumentando la competitividad de las actividades económicas administradas en el proceso.

Para gestionar los riesgos de manera eficaz, es necesario identificar cada actividad, comprender su naturaleza e identificar los posibles problemas ambientales que puede causar. Una vez que se comprenden estos problemas, se calcula la probabilidad de que se materialicen con el tiempo y, a partir de ahí, las posibles soluciones. Para reducir el riesgo ambiental potencial.

Es importante tener en cuenta que las actividades económicas pueden terminar siendo clasificadas como de bajo, medio o alto riesgo dependiendo de cuánto daño puedan causar a los resultados de su producción o servicio. O también las implicaciones para que su servicio o

producto puedan ejercerse, en el caso de los sistemas de levantamiento pueden ser el ensamblaje de los Sistemas de Levantamiento Artificial (ALS).

Debido a que algunas actividades económicas por su propia naturaleza presentan riesgos en caso de que cambie el terreno en el que se ubican, el suelo debe cumplir con criterios precisos que eviten daños ambientales o riesgos de seguridad. Hay actividades que, por sus condiciones, pueden resultar en un desequilibrio ecológico, impactando no solo el medio ambiente sino también el desarrollo natural de la vida.

### **Formas de analizar el riesgo**

Según Rodríguez (2003) La gestión realizada en las entidades financieras, puede generar riesgos de manera sistemática y no sistemática, más aún no hay presencia de riesgos ambientales que se presenten en dichas modalidades. En este orden de ideas se debe exponer que muchos riesgos de tipo ambiental no cuentan con antecedentes registrados por lo que no muestran una precedencia significativa que permita calcular la posibilidad de que ocurran, llamándose así riesgos pre y se convierten en equivalentes de incertidumbre, mas no de probabilidad.

El conocimiento sobre la “identificación, análisis y tratamiento de riesgos ambientales” (p.10) demanda un concepto derivado de la incertidumbre que se presenta y de las relaciones existentes entre el análisis de costos vinculado al beneficio de la toma de decisiones, la economía y ecología. Mientras que en la evaluación de riesgos y de cualificación ambiental se consideran las actividades de las organizaciones, en donde se pueden utilizar listas de revisiones, y otros métodos de control

Tomando en cuenta los siguientes criterios expuestos por (Rodríguez, 2003, pág. 11) se describen los siguientes criterios:

**Tabla 5.***Crterios*

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
<b>Administración ambiental en la empresa:</b>	Corresponde a los objetivos corporativos, políticas, principios, auditorias, balances ecológicos, control ambiental, nivel de cumplimiento de la legislación y de normas ambientales internacionales.
<b>Productos y servicios:</b>	La evaluación de los efectos directos e indirectos de los productos y servicios
<b>Parámetros de eco-eficiencia</b>	Se refiere al uso de energía, de agua, emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales y residuos como proporción de flujo de efectivo, ventas, producción, número de empleados, valor agregado u otra referencia económica.

Fuente: Elaborado por los Autores

### **Documentación para el análisis de riesgo ambiental**

Para la realización de un análisis de riesgo ambiental y sistemático según la actividad económica, que determine elementos como la probabilidad, consecuencia e incertidumbre se requiere:

Un Estudio de Riesgo, consiste en un documento focalizado en la ocurrencia del impacto ambiental a causa de actividades o situaciones que generen condiciones de riesgo, es dicho documento se informa en base a un análisis de las acciones proyectadas el desarrollo de una nueva gestión económica. Luego entonces los riesgos que se dan para el ambiente la salud o los ecosistemas, al igual que las medidas preventivas y de seguridad tienden a disminuir o evitar los efectos adversos que se causen al ambiente, en caso de un posible accidente, durante la realización u operación normal de la actividad de que se trate.

La Evaluación o estudio del Impacto Ambiental, es la gestión a través del cual la autoridad nacional correspondiente evalúa los efectos que sobre el ambiente y los recursos

naturales pueden gestionar estrategias de desarrollo en un territorio a fin de mitigar los efectos negativos de procedimientos, lo que conlleva al aprovechamiento de los recursos naturales.

Por lo tanto, es necesario diseñar un estudio de impacto ambiental que identifique los riesgos asociados a determinadas actividades para que las autoridades competentes puedan evaluar los efectos ambientales y decidir si aprueban o rechazan la ejecución de los proyectos, servicios o actividades. El proceso de evaluación del riesgo ambiental está integrado con la evaluación del impacto ambiental e implica enumerar los riesgos potenciales que pueden existir en un ecosistema o entorno. Por ello, tiene en cuenta las actividades de riesgo, así como las medidas de prevención y seguridad que se proponen en los estudios ambientales.

### **Riesgos sociales**

El impacto social describe los diversos cambios que se producen en comunidades o en los grupos de individuos, dichos cambios se generan por condiciones extrínsecas y se ven reflejados en las condiciones de vida, derechos, salud y en el ambiente. Por lo tanto, se deben considerar las condiciones externas que puedan afectar de forma negativa, para lo cual es necesario realizar una planificación, dado que cualquier proyecto debe tener en cuenta los intereses y las afectaciones de los individuos y grupos de interés; denominados Stakeholders. Siendo el relacionamiento con los Stakeholders es un aspecto crítico en cualquier proyecto ya sea privado o público.

#### **Identificación de los riesgos sociales**

Los riesgos sociales asociados a la planificación y desarrollo de proyectos son complejos, dado que su construcción debe iniciar con un análisis detallado de las causas requeridas, de acuerdo a esto se debe investigar sobre las problemáticas subyacentes y de interés considerando lo siguiente:

- Efectos sobre la calidad de vida y las necesidades humanas básicas relacionadas con el

desarrollo humano.

- Riesgos relacionados con el medio ambiente
- Riesgos relacionados con las esferas sociales como: (empleados, clientes, vecinos)
- Riesgos relacionados con la comunidad o colectivo a través de su historia
- Riesgos generados por procesos de industrialización acelerados
- Deficiencias en la forma de planificar y ejecutar el ordenamiento territorial
- Los riesgos de salud ocupacional
- Los riesgos de seguridad

### **Valoración de los riesgos sociales**

La Responsabilidad Social Empresarial es la manera cómo actúan las entidades organizacionales para dirigir actividades con el objetivo de mitigar los riesgos sociales. Debido a esto los proyectos que se ejecutan bajo el concepto de responsabilidad social empresarial cuentan con una visión integral de comunidad teniendo en cuenta las personas y grupos sociales. Con este objetivo Monteleone (2019) indica los criterios de la responsabilidad social empresarial:

- Es fundamental que la comunidad y diversos grupos participen en el análisis de los beneficios y desventajas de los proyectos.
- El análisis de los múltiples indicadores ambientales con sus valoraciones específicas es fundamental para disminuir los riesgos.
- Se deben implementar indicadores sociales que tienen relación directa con cuestiones humanas. correcciones, medidas de ordenamiento territorial y medidas compensatorias.

En conclusión, en un proyecto ya sea privado o público integra factores socioeconómicos y territoriales, pues estos son aspectos muy relevantes; sus efectos positivos o negativos pueden

perdurar en el tiempo y en el espacio, llegando a beneficiar o vulnerar una comunidad, lo cual presupone el convertir al colectivo en el eje central de los proyectos como responsabilidad del contexto social.

### **Responsabilidad social empresarial**

La responsabilidad social de las empresas (RSE) como constructo conceptual está determinado como las prácticas empresariales que establecen una relación social, llegando a beneficiarse y contribuyendo a su vez al gestionar impactos positivos al colectivo en el que se ve inmerso para realizar sus proyectos, por ejemplo, las multinacionales son empresas que, por su demanda en diversos territorios, deben articular distintos intereses, integrando la cultura, normativas e identidades.

Su intervención se hace de forma sistematizada y debe cumplir con algunos criterios previamente establecidos, llegando a vincular las problemáticas sociales, ambientales y culturales de sus consumidores, creando un valor compartido en el que se prevé el bien, salvaguardando la sociedad de consecuencias negativas.

La RSE solo aplica si, con antelación se han determinado las normativas y condiciones legislativas aplicables a los procesos colectivos, teniendo en cuenta los convenios entre los interlocutores sociales; La responsabilidad social de las empresas debe generar una colaboración con la sociedad, integrando las preocupaciones más apremiantes a las estrategias de su negocio, asumiendo un compromiso ético con quienes son sus principales usuarios.

### **Bases teóricas**

#### **Sector Energético (Sector Hidrocarburos)**

A raíz de la crisis petrolera mundial, en el departamento del Huila, cifras superiores a los mil empleos, tanto formales como informales han disminuido, debido al aumento de empresas operadoras y prestadoras de servicios en el Huila durante lo que va de 2017, a raíz de la caída global de los precios del petróleo, es crucial abordar las nuevas tecnologías para innovar no solo en términos de impacto ambiental, sino también como una forma inteligente de crear empleo, ya que para impulsar esta tecnología se debe contar con personal adecuado, capacitado para operar con eficacia estos equipos de extracción de petróleo (Camara de Comercio del Huila, 2015).

En la mayoría de las empresas consultadas en la región, la eliminación de puestos de trabajo alcanzó a agosto de 2015 el 60% respectivamente las empresas están recuperando las pérdidas de la crisis y las decisiones deben ser acertadas en cuanto a proyectos de hidrocarburos, es decir los sobrecostos deben ser mínimos, para poder maximizar las ganancias a utilizar cualquier proceso que dependan desde la extracción del petróleo hasta su debida disposición.

Ya para el año 2019 se presenta un aumento de precios internacionales relacionados con el alza en el petróleo ubicándolo por encima de los 60 dólares, se espera que este segundo semestre del año 2019 muestre una importante recuperación económica.

El contexto actual de la producción de petróleo y gas de Colombia bajó en enero del 2022, según el reporte de MinEnergía, en donde presento una disminución de 0.75% en comparación con el año anterior, esto debido a los constantes paros y bloqueos de vías nacionales, lo cual genero el cierre de diversos pozos (Bnamericas, 2022).

En el departamento del Huila la bonanza empezó a darse y la dinámica empresarial vendrá, pero de manera sostenible; las empresas aprendieron grandes lecciones de la crisis y los



empresarios deben ser más cautelosos en sus inversiones para prestar los servicios que el sector requiere ahora que comienzan a buscar sus proveedores, es importante señalar que una de las principales lecciones aprendidas por las empresas que brindan servicios de hidrocarburo es la incorporación de la tecnología Electro PCP . Esto se debe a que la reducción de sobrecostos al reducir la incidencia de la falla en los pozos es crucial y permite la extracción eficiente de materias primas.

### **Enfoque teórico: Implementación, Gestión y Evaluación**

Luego de que el diseño del protocolo haya sido minuciosamente examinado y revisado, se llevará a cabo una implementación a gran escala, socializando a todo el personal que tiene un rol directo o indirecto en este proceso de extracción de petróleo. Esta capacitación debe llevarse a cabo de la manera más sólida y didácticamente posible haciendo que el personal interactúe con ejemplos del mundo real y demostrando los resultados obtenidos mediante el uso de este protocolo de una manera metodológicamente adecuada para todos.

La gestión, es la manera más útil de hacer efectivo este programa de protocolo pues es necesario el apoyo total de las empresas que prestan estos servicios, para que todos hablemos un solo idioma al usar este programa si no que ya se vuelva una cultura de la organización hacer el uso eficiente y sacar el máximo para evitar los sobrecostos en el proceso de la extracción del crudo, esto debe ser un trabajo en equipo donde todos aporten un granito de arena para evitar que los índices de falla en los pozos sean altos, esto se evitara si todos tienen claro que características se deben tener en cuenta para escoger los pozos ideales para el uso eficiente de la tecnología anteriormente mencionada.

Para lograr los objetivos, la organización realizó una evaluación semanal con auditores.

Lógicamente, esto se hará con el personal adecuado y siempre en pro de la minimización de costos durante este proceso. La posición también será monitoreada diariamente, ya que es crucial que se mantengan siempre las características del puesto ideal para que la eficiencia aumente día a día.

Cabe resaltar, que este programa de protocolo debe ser encaminado al mejoramiento continuo, teniendo en cuenta el ciclo PHVA, cada vez van a ir naciendo nuevas características de pozos ideales, y tecnologías sofisticadas entonces se debe ser ameno con el cambio continuo para ir mejorando continuamente para lograr el objetivo principal de usar este equipo que es reducir al máximo los sobrecostos por los índices de falla.

### **Teoría de decisiones**

Es importante tener en cuenta que las decisiones “plantean un efecto multiplicador que a su vez origina efectos no sólo en las áreas colectivas de la organización, sino también en los diversos entornos en los que se desarrolla la actividad económica de la empresa” (p.107).

La toma de decisiones tiene una relevancia significativa en el manejo interno de una empresa, considerando que una decisión puede generar repercusiones en cuanto a la utilidad, producto y personal, así también puede influir en agentes externos como proveedores, clientes, economía colectiva.

### **Fundamentos**

Como exponente principal de la Teoría de toma de decisiones se encuentra Herbert, quien argumenta que el ser humano por naturaleza tiene a tomar decisiones de forma irracional al vincular el propio criterio irracional sin una base lógica como argumento principal; según

Borea & Vélez (2012) se deben tener en cuenta diversos factores para una óptima toma de decisiones empresariales, inicialmente se encuentra la racionalidad en el comportamiento administrativo, adecuándose a los objetivos prácticos y necesarios del medio en el que se integran la naturaleza operacional de la institución. Como proceso de toma de decisiones Herbert, indica los siguientes pasos para la toma de una decisión.

- Previsión y análisis de los acontecimientos provocados por cada acción
- Selección de una acción entre todas las posibles acciones

Siendo las anteriores pautas para la toma de decisiones la cual consiste en identificar las limitaciones del juicio humano, y contrastándola con objetivos evaluables y racionales.

En esta línea exponentes como Rampello (2019) indican que es de considerar el proceso de toma de decisiones como “un método estructurado que se puede descomponer en posibles alternativas de solución, siendo la decisión adecuada la que tenga la utilidad más alta” (p.85)

Entonces es necesario tener información para desglosar la cantidad de datos que se pueden presentar; se debe utilizar su propio criterio, segmentándolo en lo que considere importante para las operaciones de la organización.

Para Robbins, describir la teoría de la toma de decisiones, comprende utilizar tres niveles jerárquicos dentro de una organización siendo estos:

- Nivel operativo: el cual indica que las decisiones por lo general son estructuradas y rutinarias
- Nivel táctico: en esta la decisión dependerá de los gerentes, e implica utilizar decisiones tanto estructuradas como no estructuradas, dado a que están atribuidas al poder administrativo.

- Nivel Directivo; aquí las decisiones son tan estructuradas al tener que ver con la planeación estratégica de las organizaciones.

Así también menciona la importancia de realizar un proceso condicionado para la toma de decisiones siguiendo pautas que conlleven a una toma de decisiones acertadas (Navarrete & Hernández, s.f):

- Determinar el problema
- Identificar los criterios y características utilizados para la toma de decisiones
- Asignación de pesos o ponderaciones a los criterios de decisión
- Creación de alternativas novedosas
- Analizar las alternativas propuestas
- Escoger una de las alternativa asociadas
- Implementar la alternativa
- Evaluación de la eficiencia de la decisión.

Mientras que para Munch (2010) las etapas a considerar en la toma de decisiones deben basarse desde un proceso lógico y racional ejecutado de la siguiente forma

- Definición del problema
- Determinación de alternativa
- Selección y evaluación de alternativas
- Implantación
- Evaluación de resultados.

Entonces, como el resultado de la decisión puede ser ventajoso para la organización o representar un riesgo, es importante tener en cuenta que, aunque tenga un carácter puramente personal, debe dividirse en categorías con base en criterios analíticos que mantengan su lógica

subyacente.

## Marco Conceptual

### Índice de Falla

Es un aspecto muy importante, pues gracias al consecutivo que existe de los diferentes índices de fallas para realizar el programa de protocolo, por tal razón hay que tener en cuenta algunas características base como nos dice “La Cira-Infantas (Implementation of Bottom-Drive Progressive-Cavity Pumps Technology in La Cira-Infantas Oil Field as a Reliable Artificial Lift Method)”:

- Pozos verticales, desviados u horizontales, con una inclinación máxima de 75 grados a la profundidad de ascenso de la bomba.
- Pozos en los cuales tengan situaciones donde la producción de tuberías o varillas tiene un problema o parece tenerlo.
- Pozos en los cuales la sarta de bombeo convencional ya no es viable. (Debido a alta carga en la varilla, altas pérdidas por fricción por la alta viscosidad).
- Para eliminar las pérdidas de fluido por las varillas y las guías de las varillas.
- Pozos donde los costos de operación son un problema.

Estos índices de falla son de manera cuantitativa por lo cual, se puede medir con mayor facilidad y los análisis pueden ser más exactos, facilitando las auditorias que se hacen durante la implementación, pues si se presentan fallas se pueden tomar decisiones al momento.

Otro índice de falla es: la prospección sísmica. Determinando que cada vez que se presentan desechos que puedan contaminar como lo es los cortes y lodos de perforación. En el trascurso de la perforación se realizaba la trituración de las rocas llegando a profundidades que pueden superar unos 6 Kilómetros, produciendo un tipo de desechos llamados cortes de

perforación. Los cortes de perforación se componen de rocas iguales, caracterizadas por estratigrafía local, que puede incluir tanto sustancias radioactivas, como metales pesados y otros elementos contaminantes.

Son pues agentes contaminantes, ya que ente más es la profundidad de perforación, mayor será la cantidad de desechos y su contención de niveles de toxicidad.

En la perforación se utiliza una sustancia denominada lodos de perforación, los cuales pueden ser a base acuosa o aceitosa, conteniendo aditivos químicos, que tienen como finalidad lubricar y refrigera la broca o como herramienta, para levantar la roca cortada por la broca, evitar la corrosión, el derrumbe de las paredes del pozo, controlar que los líquidos en las diferentes formaciones del subsuelo (aguas de formación y crudo) y el gas, fluyan sin control hacia la superficie.

### **Tecnología Electro PCP (ESPCP)**

La característica distintiva de la tecnología Electro PCP es que combina un motor sumergible con una bomba PCP que se dispara desde la misma base. Lo importante de esta tecnología es que combina las ventajas de la aplicación PCP y la confiabilidad de los motores ESP, en dicha tecnología se eliminan las varillas y expande el rango de operación de los sistemas PCP; Por lo general se emplea en pozos horizontales o desviados, en aplicaciones de fluidos muy viscosos, esto disminuye las pérdidas de flujo e incrementa la eficiencia del sistema.

Por ser considerado un sistema de levantamiento artificial híbrido integra grandes ventajas de los sistemas sucesores, para (Barrera, 2012) los más importantes son:

- No hay desgastes mecánicos entre varillas y tuberías en pozos con alto grado de

desviación

- Se puede utilizar con motores de 2 polos los cuales son menos costosos y más eficientes
- No presenta impacto en la superficie del pozo, pues no cuenta con un cabezal exterior.
- El tamaño de la bomba no está limitado al tamaño de la tubería
- No presenta problemas técnicos de bloqueo por gas.

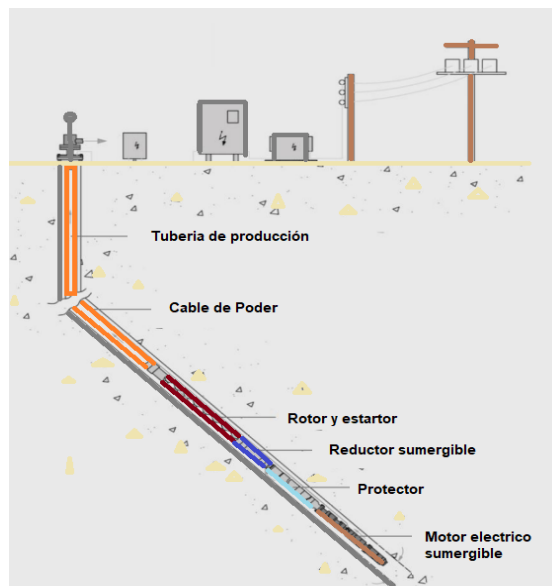
#### **Componentes de la Tecnología Electro PCP:**

- Eje flexible: Convierte la rotación excéntrica de la bomba en una rotación concéntrica en el sello, transfiriendo el empuje al sello; está destinado a cargas radiales altas.
- Sección del sello: evita que los contaminantes y el fluido del pozo ingresen al contenedor de almacenamiento del motor y del reductor, permite que el aceite del motor y el recipiente se expandan o interactúen.
- Caja reductora: este componente se utiliza debido a los sistemas PCP giran más lento que los ESP.
- Motor: es el que provee el giro y torque al eje de la bomba, está especificado para una determinada potencia, voltaje, frecuencia, es constituido por rotores y cojinetes.

Las siguientes dos ilustraciones incorporan los diversos elementos de la tecnología Electro PCP y la bomba que emplea dicha tecnología.

#### **Ilustración 8.**

*Componentes de la Tecnología Electro PCP*

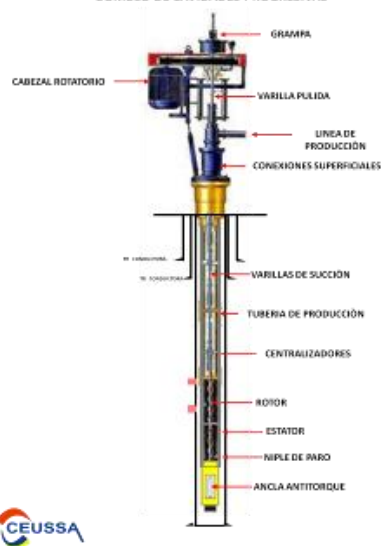


Fuente: (Barrera, 2012)

### Ilustración 9.

#### Componentes de Bomba Electro PCP

Sistema Artificial de Producción  
BOMBEO DE CAVIDADES PROGRESIVAS



Fuente: Ceussa

#### Ventajas al usar la Tecnología Electro PCP:

- Alta eficiencia en la elaboración, incluso para fluidos viscosos y con alto contenido de sólidos.
- Las pérdidas por fricción se eliminan del sistema al no tener sarta de varillas.



- Al no tener que instalar Stuffing Box para las varillas se evitan derrames en superficie.
- Capacidad para manejar alto torque.
- Permite recircular el pozo al operar el motor de fondo en reversa.

### **Modelo de Gestión de Proyectos**

Según Bedoya (2009), es posible definir la gestión de proyectos como el desarrollo de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas en relación con las diversas actividades que se desarrollan a lo largo de un proyecto ya través de las cuales se pretende cumplir con sus requerimientos ; algunos de estos están incluidos los siguientes:

- Calidad, costos, alcance y plazos.
- Distintas necesidades y expectativas de entes involucrados en el proyecto.
- Necesidades identificadas.

La persona que está encargada de garantizar que se dé la sinergia entre todas las partes pertenecientes al proyecto, se interrelacionan en la construcción del mismos y mediante gestiones como la planificación, ejecución, seguimiento y control, así como la ejecución de la planificación seguimiento, control y cierre, siendo prioritario alcanzar los objetivos que se hallan definido para el proyecto.

Los sistemas de gestión corresponden a un método que integran las herramientas, técnicas, recursos y procedimientos que contribuyen a la gestión del proyecto. El plan de gestión del proyecto determina como se va a usar el sistema de sistema de gestión de proyectos, quien es determinado o configurado según:

- Las áreas de aplicación del proyecto.

- La organización.
- La complejidad del proyecto.
- Disponibilidad de los sistemas existentes.

### **Gestión de los Riesgos del Proyecto**

Los objetivos de la gestión de riesgos del proyecto consisten en aumentar la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos de impacto positivo en el proyecto y disminuir la probabilidad de impactos negativos al proyecto. Un riesgo del proyecto es un evento o condición imprevista que, si se materializa, podría tener un impacto en al menos una meta del proyecto, como el tiempo, el costo, el alcance o la calidad (Bedoya, 2009), es decir, cuando se cumplen los objetivos de tiempo y costo de un proyecto, cuando el proyecto se mantiene dentro del cronograma y cuando el proyecto se mantiene dentro del presupuesto; etc. Los procesos de gestión de riesgos del proyecto incluyen:

- Planificación de la Gestión de Riesgos. En este proceso se determina con antelación que actividades asociadas a la gestión de proyectos, deben presentarse.
- Identificación de Riesgos. Se establecen las herramientas para identificar los riesgos del proyecto, sus características y los posibles efectos sobre el mismo. Es importante enfatizar que el proceso de identificación de riesgos debe continuar mientras avanza la construcción del proyecto, ya que se pueden descubrir nuevos riesgos a medida que avanza.
- Análisis Cuantitativo y Cualitativo de Riesgos. De acuerdo a la probabilidad de que el riesgo se materialice, se establece un nivel de prioridad para cada riesgo que pudiera

presentarse , y a partir de ahí se establece un nivel de riesgo cuantitativo .Por otro lado , el proceso de Análisis Cuantitativo de Riesgos examina el impacto de determinados riesgos y les asigna una calificación numérica .Además, ofrece un método cuantitativo de toma de decisiones para situaciones inciertas .Este proceso hace uso de técnicas como la simulación de Monte Carlo y el análisis de árboles de decisión.

- **Planificación de la Respuesta a los Riesgos.** Después de realizar el análisis de los riesgos identificados, es necesario establecer los procedimientos para mejorar y reducir las amenazas que pueden interferir con las metas del proyecto. La planificación de la respuesta a los riesgos debe asegurar que la solución sea adecuada al nivel de importancia del riesgo, que se aplique con prontitud, que sea realista y que sea consensuada por las partes directamente afectadas por el riesgo.
- **Seguimiento y Control de Riesgos.** Consta de los siguientes pasos: identificación, análisis y planificación de nuevos riesgos; monitorear los riesgos identificados y en la lista de vigilancia; volver a analizar los riesgos existentes; seguimiento de riesgos residuales; y revisar la ejecución de las estrategias de gestión de riesgos mientras se evalúa su eficacia.

### **Pozo Productor de Hidrocarburo**

Es el canal que se utiliza para extraer los hidrocarburos (Crudo, Gas, Condensados) desde el yacimiento o deposito en el subsuelo hasta superficie, se realiza mediante la perforación de un hueco de forma vertical, horizontal o desviado, de profundidades entre 3 a 6 kilómetros, al que luego se instalan una serie de tuberías en fondo para darle integridad al hueco perforado.

### **Yacimiento**

Se conoce como un depósito ubicado en el subsuelo a diferentes profundidades en la tierra que contiene fluidos (petróleo, agua y gas) contenidos dentro de la roca en donde se originaron. Existen dos tipos de yacimientos de hidrocarburos: los denominados convencionales, en los cuales el hidrocarburo se extra de la roca madre, siendo esta la fuente de generación natural e inicial y los yacimientos no convencionales en los que el hidrocarburo se traslada a otros lugares como trampas geológicas o estructurales.

### **Coefficiente de Correlación**

El coeficiente de correlación como lo expone GMorales (2012) corresponde a “una medida de regresión que pretende cuantificar el grado de variación conjunta entre dos variables” puede ser + o -” (p.1), dichos coeficientes pueden ser de orden positivo o negativos, utilizando para su representación gráficas, diagramas, en donde se simbolizan las variables identificadas por letras, los valores del coeficiente oscilan entre 0 y +- 1, una correlación igual a 0 interpreta una ausencia de relación, indicando una relación negativa, si la correlación es más cercana a uno indica una relación positiva.

Entre los coeficientes de correlación se encuentran los siguientes:

- Correlación: no se interpretan relaciones como causa y efecto, presentándose como altas y bajas simultáneamente
- Casualidad: se deben excluir variables, la correlación solo expresa la asociación de hecho.

## Marco Legal

Conforme lo señala el **Decreto 2157 de 2017** (Presidencia de la República de Colombia, 2017), mientras que la evaluación de riesgos se enfoca en la toma de decisiones con base en los hallazgos del análisis para priorizar los escenarios a través de los cuales se desarrollarán métodos y estrategias de gestión de riesgos, el análisis de riesgos corresponde a la organización de las consecuencias y probabilidades asociadas al riesgo. esto se logra analizando las amenazas y las vulnerabilidades de los elementos expuestos.

Como lo define la **Ley 1523 de 2012** (Congreso de la República de Colombia, 2012), La amenaza es el peligro latente: cuando un evento con características naturales, inducidas por la acción humana y son de manera accidental, se presenta con una severidad suficiente para causar muertes, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, infraestructura, fuentes de alimentos, prestación de servicios y recursos ambientales.

**Resolución 2446 de 2008** expedida por el Ministerio de protección social, el cual indica el grado de responsabilidad de los actores sociales, considerando la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo permanente a que se emite ante la presencia de factores de riesgo en el área laboral de la exposición a los factores de riesgo psicosocial en el trabajo, así como el estudio y determinación del origen de patologías presuntamente causadas por estrés ocupacionales, y señala en el artículo 10 que los factores psicosociales deben ser evaluados objetiva y subjetivamente ( Ministerio de Trabajo, 2019)

Dicha resolución tiene como objeto adoptar los referentes técnicos a fin de: “identificar, evaluar, monitorear e intervenir” (p.96) factores de riesgos psicosociales aplicando instrumentos y protocolos de evaluación asignados según las leyes colombianas.

En esta misma línea, según el **artículo 56 del Decreto 1295 de 1994**, una de las responsabilidades del Gobierno Nacional es dictar normas para garantizar la seguridad de los trabajadores y de la población en su conjunto, previniendo los accidentes de trabajo y las enfermedades vinculadas a éstos.

Mientras que el **decreto 1072 de 2015** del sector público, establece garantías de calidad del Sistema General de Riesgos Laborales, para las cuales se requiere el cumplimiento de las obligaciones propias a fin de prevención de los riesgos laborales, tanto como en el desarrollo y aplicación de los procesos de seguridad y salud en el trabajo. (Decreto 1072, 2015); La Resolución 1016 de 1898 establece en su artículo 10 que, como parte de las actividades de los subprogramas y trabajos de medicina preventiva, se deben desarrollar protocolos para la prevención y control de enfermedades provocadas por riesgos psicosociales.

Así también se destaca la **ley 1562 de 2012** la cual refiere al Sistema General de Riesgos como un conjunto de organismos, normas y procedimientos públicos y privados, que tienen por objeto prevenir, salvaguardar y tratar a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y accidentes que puedan desarrollarse como consecuencia de su trabajo y que actualmente disposiciones sobre seguridad y salud en el trabajo (Ley 1562 , 2021).

El documento **Conpes 3714 de 2011** especifica el riesgo que puede presentarse en el marco de la política pública como una medida para fortalecer los procesos de planificación precontractual y reducir la probabilidad de controversias jurídicas que puedan surgir contra el Estado. El artículo 4 especifica los términos de “Estimación, tipificación y asignación de los riesgos previsible que intervienen en la contratación estatal” (p.13).

**Conpes 3807 de 2014**, del Consejo Nacional de Política Económica y Social Republica de Colombia, Modifico el documento Conpes 3107, de la política la cual se focaliza en manejar encargada de manejar el riesgo contractual del estado a fin de para procesos de participación privada en infraestructura. Entre los riesgos se estiman los riesgos por obligaciones ambientales, riesgos en redes, riesgos regulatorios, riesgos por fuerza mayor.

Finalmente, se considera la guía de gobernanza ambiental, las normas ambientales y de salud, los factores ambientales reflejados en la constitución política de Colombia y las normas que rigen la gestión del riesgo y la prevención de desastres. De acuerdo con los temas normativos involucrados en el crecimiento de la industria de hidrocarburos, existen normas constitucionales prioritarias relacionadas con el manejo y preservación de los recursos naturales y el medio ambiente. (Art. 80, Constitución Política de Colombia 1991).

## **Diseño Metodológico**

### **Tipo de investigación**

La investigación se desarrolló bajo dos enfoques, uno de tipo cuantitativo, que nos va a permitir plantear, medir y analizar, mediante un proceso deductivo y secuencial, las diferentes variables que pueden incidir y llegar a convertirse en una situación amenaza o dejar en vulnerabilidad el sistema; a través de la identificación de estos fenómenos nos permitirá ejercer un control sobre los posibles riesgos generados y gestionarlos de forma oportuna para la toma de decisiones en la compañía.

Un segundo enfoque de tipo no experimental con un diseño de investigación transversal, considerando que se recolectan datos e información en un momento único del tiempo, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia según el momento a investigar (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, pág. 152).

Según las consideraciones de Sampieri (2014), este estudio tiene múltiples niveles en su alcance y se clasifica como investigación exploratoria porque, a pesar de que la tecnología, conocida como Electro PCP, ha sido validada y patentada, no se ha diseñado una metodología de evaluación para valorar los riesgos que la empresa puede afrontar al momento de realizar la inversión para la implementación en el sector hidrocarburos.

Igualmente, es descriptivo porque se basa en la recolección de datos a través de la definición de amenazas potenciales y su evaluación, lo que permite caracterizar y clasificar los riesgos asociados a la aplicación de tecnología en campo y establecer su relación de causalidad para producir una matriz que nos arroje una banda para analizar según los criterios de cada área operacional.



### **Métodos de investigación**

Para desarrollar la investigación se aplicaron los métodos deductivo, analítico y sintético para trazar el camino que permitiera definir las acciones necesarias para alcanzar los objetivos.

El método deductivo permite procesar la información recolectada de forma tal que se logren conclusiones generales partiendo de la definición y evaluación de las variables definidas que puedan llegar a afectar el desarrollo de la implementación de la tecnología en el pozo productor de petróleo y gas a través de la valoración de los riesgos.

El método analítico abre el camino para desarrollar cada área operativa por separado desagregando todas las amenazas que representen un riesgo y evaluar la vulnerabilidad y grado de exposición a determinada variable; Por otra parte la aplicación del método sintético, hace posible definir en la matriz de evaluación y valoración de riesgos asociados a la calificación final, integrando la teoría de decisiones como herramienta para evaluar los riesgos presentes, determinando las amenazas, y beneficios definiéndolas por separado para así lograr consolidar la metodología de evaluación de los riesgos asociados a la implementación de la tecnología Electro PCP.

### **Fases de la metodología de investigación**

Para el desarrollo de esta investigación se determinaron las fases de la metodología que se exponen en la ilustración 10, en la cual la ruta que se encuentra trazada suministra paso a paso el enfoque que se realizó con el estudio cualitativo y cuantitativo que se adelantó para la elaboración de la guía base y de la matriz de evaluación, valoración y análisis que se enmarcó para la identificación de los riesgos involucrados para este caso específico en los pozos de alto

índice de falla de campo Dina Terciarios objeto de análisis en la implementación de la tecnología electro PCP.

### **Ilustración 10.**

*Diagrama Fases de la Metodología*



Fuente: Elaborado por los Autores

### **Fase 1. Recolección de información/ procesamiento y fuentes primarias**

Los datos obtenidos en la investigación son de tipo primario (Información de campo aplicado bajo herramientas de recolección) y secundario (recolectados por otros investigadores), de las cuales se obtuvieron los datos para analizar y complementos por estudios técnicos sobre la implementación del sistema Electro PCP, documentación normativa y legal, profesionales

interdisciplinarios de la empresa Frontera Energy Corp. Sucursal Colombia, bases de datos, archivos, evaluaciones de pozos, entre otros. Estas fuentes están definidas dentro del marco teórico y normativo, así como hacen parte de la muestra de expertos y muestra de casos-tipo/muestra Homogénea, que se requieren para la obtención de la información.

### **Fase 2. Unidad de análisis y variables o categorías**

Para contar con una metodología de medición y valoración de riesgos asociados a la implementación de la tecnología Electro PCP en campos de petróleo y gas, se estableció de acuerdo al marco teórico que cada tipo de riesgo participaría de acuerdo a la clasificación brindada.

En cada una de las actividades y áreas de la compañía que convergen en el trabajo del diseño y definición del equipo de fondo y superficie para instalar en el pozo, la evaluación económica y la presentación y aprobación del proyecto para su ejecución, partiendo de la premisa de la clasificación de los riesgos se establecieron las variables a considerar para la formulación de los instrumentos de recolección de datos.

Una vez que todos estos generadores de eventos han sido identificados para fines de consolidación, se priorizan para tomar en consideración solo aquellos que son pertinentes para el análisis.

#### **Tabla 6.**

*Unidad de Análisis/Variables*

<b>Unidad de Análisis</b>	<b>Variables o Categorías</b>
---------------------------	-------------------------------

<b>Riesgo Técnico</b>	Índice de severidad Índice de productividad Fallas asociadas a fricción por roce de varillas y tubería Velocidad de operación Profundidad de la Bomba Run Life Producción Qo Reservas de petróleo Causa de las fallas
<b>Riesgo Financiero</b>	Valor Neto (VPN) Tasa Interna de Retorno (TIR) Relación Beneficio/Costo EBITDA Flujo de Caja
<b>Riesgo Operacional</b>	Diseño del Equipo Disponibilidad de la tecnología Condiciones del Pozo Cumplimiento del Programa de Trabajo Servicio de instalación en el pozo Adecuaciones en superficie Definición del Contrato Calidad del Servicio Técnico Suministro y Consumo de Energía
<b>Riesgo Social</b>	Stakeholders: Internos (Gerentes, Colaboradores, Inversionistas) Externos (Proveedores, Clientes, Comunidad, Autoridades, Medios de Comunicación)
<b>Riesgo Ambiental</b>	Permisos (Licencia Ambiental, PMA) Limpieza del área Rocería Áreas Vulnerables

Fuente: Elaborado por los Autores

### Fase 3. Población y muestra

Basados en el planteamiento del problema y los dos enfoques presentes en la investigación de tipo cuantitativo y no experimental, se define una muestra de tipo no probabilística o dirigida, en donde según (Ragin, 2013, Saumure y Given, 2008a y Palys, 2008), se define acorde a las características de la investigación y obedece al propósito de esta.

De acuerdo con los tipos de muestreo tenemos en consideración:

Muestra de expertos: Requeridos para la definición de las posibles amenazas y/o fortalezas presentes en la utilización de la tecnología Electro PCP que converge con las variables o categorías identificadas en cada área de operación.

Muestra de casos-tipo/Muestra Homogénea: Por cuanto se requiere el análisis de los pozos productores con alto índice de falla que se han definido como malos actores.

Con estos criterios de clasificación definidos se dispuso de los escenarios de población y muestra que se relacionan en la siguiente tabla:

**Tabla 7.**

*Población/Muestra*

<b>POBLACIÓN</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CRITERIO DE SELECCIÓN</b>
Profesionales interdisciplinarios de la compañía Frontera Energy Corp.	Profesionales interdisciplinarios del activo Crecimiento.	Profesionales asignados como apoyo en el activo crecimiento.
Pozos productores del campo Dina Terciarios.	Pozos productores con alto índice de falla, denominados malos actores.	Pozos seleccionados luego de identificar en el histórico de falla del campo, fallas repetitivas con tiempos menores a 6 meses de actividad.

Fuente: Elaborado por los Autores

**Unidad de observación**

Pozos con alto índice de falla pertenecientes al campo Dina Terciarios

**Unidad de análisis**

Profesionales que realizan la identificación, evaluación y valoración

**Fase 4. Instrumentos y canales de recolección de la información**

Los métodos de recolección de información que se aplicaron están compuestos de cuestionarios a través de formularios en línea y focus group mediante reuniones en línea con las profesionales interdisciplinas por el aplicativo Zoom Meeting. La preparación y consolidación de la data se realizó a través de matrices de identificación y valoración que permitieron clasificar las variables de la muestra seleccionada para su evaluación posterior. A continuación, se enlistan los instrumentos y matrices de recolección de información:

- Cuestionario 01. Formulario de identificación de posibles amenazas y beneficios (Vía correo electrónico) (ver anexo 3)
- Cuestionario 02. Formulario de definición de causas, frecuencia y riesgo (Vía correo electrónico) (ver anexo 4)
- Matriz 01. Riesgos asociados al planteamiento del problema (Vía correo electrónico) (ver anexo 5)
- Matriz 02. Amenazas y Beneficios/Fortalezas (ver anexo 6)
- Matriz 03. Factor Condicionante/Probabilidad de Ocurrencia/ Riesgo (ver anexo 7)
- Matriz 04. Evaluación del riesgo IPR Company Energy Corp. se tomaron las categorías de esta matriz para determinar el impacto asociado a los riesgos que se evaluaron de

acuerdo con las amenazas y beneficios identificados por las matrices de recolección de información. (ver anexo 8)

- Matriz 04. Toma de decisiones (ver anexo 11)
- Matriz 05. Valoración del riesgo en función del Impacto (ver anexo 12)

### **Fase 5. Instrumentos de procesamiento de la información**

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa informático de hojas de cálculo electrónicas (Microsoft Excel) y del software estadístico IBM SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences o Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) que permitió conocer la distribución de los datos, la tendencia y el análisis estadístico para concretar la evaluación del análisis de riesgos en la Matriz IPR de la compañía Frontera Energy Suc. Colombia.

## **Resultados de la investigación**

Los resultados de la investigación se organizaron de acuerdo a los objetivos propuestos en la investigación, de la siguiente forma:

- Descripción general de las fallas en los pozos con alto índice de falla en el campo Dina Terciarios
- Caracterización de riesgos y ventajas de implementar la tecnología ESPCP en áreas con alta tasa de fallas.
- Guía para la evaluación, valoración y análisis de riesgos de Tecnología ESPCP basados en la teoría de decisiones.
- Esquema de diseño para valoración y análisis de riesgos basados en la teoría de decisiones.

A continuación, se detallan cada uno de los resultados de acuerdo con el desarrollo de la investigación:

### **Descripción general de las fallas en los pozos con alto índice de falla en el campo Dina Terciarios**

El campo Dina Terciarios tienen alrededor de 12 pozos catalogados como malos actores, de acuerdo con el alto índice de falla; lo cual constituye una pérdida diaria de producción, la matriz Frontera Energy Corp. Suc Colombia (2020), indica las (Diferida de producción) encontrando que las principales fallas son las siguientes:

- Pozos desviados u horizontales
- Rompimiento de bomba por operar a alta velocidad
- Fluidos muy viscosos
- Presencia de Arena



- Rozamiento entre la sarta de varilla y la tubería de producción

A continuación, se muestran los límites del diferencial de producción para cada mecanismo de falla existente en el campo Dina Terciarios para los años 2019, 2020 y 2021.

**Tabla 8.**

*Fallas de los Pozos Productores años 2019, 2020, 2021.*

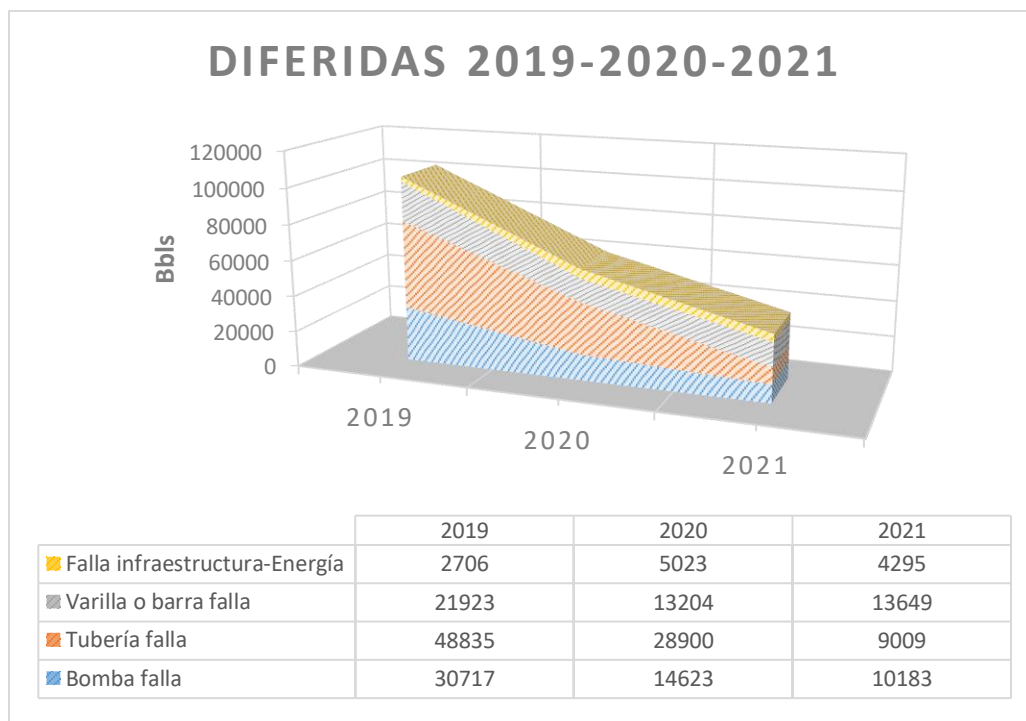
<b>MECANISMO</b>	<b>2019 (Bbls)</b>	<b>2020 (Bbls)</b>	<b>2021 (Bbls)</b>
<b>Bomba falla</b>	30717	14623	10183
<b>Tubería falla</b>	48835	28900	9009
<b>Varilla o barra falla</b>	21923	13204	13649
<b>Falla infraestructura-Energía</b>	2706	5023	4295
<b>Total, general</b>	104181	61750	37136

Fuente: Frontera Energy Corp. Suc Colombia

La grafica que se muestra a continuación presenta el balance de fallas ocurridas durante los años 2019, 2020, 2021 en el campo Dina Terciarios, dividiendo las principales causas en los mecanismos presentes en el campo Dina Terciarios (Bomba, Tubería, Varilla o barra, Infraestructura- Energía), estos mecanismos de falla se presentan en el anexo 5, donde se alimentan la matriz de Riesgos asociados al planteamiento del problema.

**Grafica 1.**

Barriles de producción diferida según los mecanismos de falla en pozos productores.



Fuente: Frontera Energy Corp. Suc Colombia

La mayor cantidad de variación de producción se explica por las fallas de tuberías vinculadas a la geometría del pozo (DLS y desviaciones) y por las altas velocidades operativas en pozos equipados con PCP (250–350 RPM) debido a la fricción entre el cuerpo de la varilla y el tubo de producción. Así también se evidencia un aumento progresivo en las fallas de infraestructura y energía para los años 2019, 2020 y 2021, debido a los cambios climáticos que han incrementado las descargas atmosféricas en el campo interrumpiendo el suministro de energía.

Se tiene en cuenta que para la identificación, evaluación y optimización de estas fallas continuas se cuentan con múltiples sistemas y aplicaciones que ofrece el mercado de las grandes compañías contratistas en el sector petrolero, sin embargo son fuentes de información que realizan tareas específicas y aisladas, bajo sofisticados sistemas de programación, enfocados al uso de la tecnología ofrecida por el vendedor que lo suministra y que de ser requerida una

evaluación para otros diseños o equipos, no proporcionan información confiable al departamento de producción para la toma de decisiones, por esta razón se deben realizar ajustes de forma manual e involucrar mecanismos de control que permitan extraer la data y retransmitirla a otras plataformas de evaluación.

### **Caracterización de amenazas y los beneficios en la implementación de la Tecnología**

#### **ESPCP en los pozos con alto índice de falla**

En la construcción de un modelo de gestión de riesgos basados en la teoría de decisiones, resulta fundamental una adecuada identificación de las amenazas, así como la evaluación del impacto que se puede generar ante la probabilidad de ocurrencia, por lo tanto, es preciso comprender las variables asociadas al riesgo a fin de tomar decisiones asertivas que determinen si se debe realizar la inversión para la intervención de un pozo con alto índice de falla, lo cual facilitara ejecutar acciones a favor de la reducción del costo operativo y la recuperación de la inversión a corto plazo; permitiendo así extender el tiempo de operación de los pozos, disminuyendo el costo y permitiendo un mejor resultado para la compañía trasladado en costo / beneficio.

A continuación, se estiman las variables relacionadas al riesgo y denominadas amenazas y beneficios en la presente investigación, como se relacionan en el anexo 6, matriz de Amenazas y Beneficios/Fortalezas.

**Tabla 9.**

*Variables*

<b>Amenazas/ Beneficios</b>	<b>Riesgos</b>
Amenaza 1	Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación
Amenaza 2	Daños en la bomba
Amenaza 3	Fatiga en el rotor

Amenaza 4	Daño en tuberías
Amenaza 5	Daños de operación
Beneficio 1	Alta Producción de fluidos
Beneficio 2	Tolerancia a presencia de gas
Beneficio 3	Minimización del tiempo de la operación
Beneficio 4	Bajo costos de inversión y operación
Beneficio 5	Uso óptimo de espacio de instalación y operación
Beneficio 6	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos

Fuente: Elaborado por los Autores

Las anteriores amenazas y beneficios se estimaron según la referencia de 25 profesionales multidisciplinares, una vez identificadas sus respuestas se realizó un análisis cualitativo determinando características similares y verificando la repetición para segmentarlas por grupos. Adicional se registró para su aplicación el nivel organizacional segregado en estrategia, negocio, reputacional, relacionamiento, seguridad y medio ambiente, articulando los riesgos con el nivel organizacional a fin de conocer el impacto ocasionado. De acuerdo con lo anterior se describen las categorías del nivel organizacional según la Matriz IPR de evaluación recomendada por la compañía Frontera Energy Corp. Suc Colombia, ver anexo 8.

### **Tabla 10.**

#### *Nivel organizacional*

<b>IMPACTO</b>	
<b>Estrategia</b>	Objetivos
	Ingresos
<b>Negocios</b>	Costos
	Capex
<b>Reputación</b>	Eficiencia operacional
	Reservas
	Ciber seguridad
	Imagen publica
	Solvencia Crediticia
<b>Relacionamiento</b>	Confianza de los accionistas
	Relación con los empleados
	Cumplimiento regulatorio
	Socios

	Proveedores
<b>Seguridad y medio ambiente</b>	Cobertura de accidentes
	Cobertura de la enfermedad laboral
	Ambiental

Fuente: Elaborado por los Autores

Se evidencia el nivel organizacional segregado en Estrategias, Negocio, Reputación, Relacionamiento, Seguridad y Medio ambiente; vinculando las categorías designadas como (objetivos, ingresos, costos, Capex, eficiencia operacional, reservas, ciberseguridad, imagen pública, solvencia crediticia, confianza de los accionistas, relación con los empleados, cumplimiento regulatorio, socios, proveedores, cobertura de accidentes, cobertura de la enfermedad laboral, ambiental) a fin de correlacionarlas con las amenazas y beneficios anteriormente mencionados. Se identificó cada riesgo y se tipificó en una escala de 1 (siendo el más bajo) a 5 (siendo el más alto) los riesgos más prevalentes expuestos a continuación.

### **Valoración del Riesgo en Función del Impacto**

En esta fase vamos a identificar los valores que más se repiten en la herramienta de la fase 3, esto lo realizamos mediante el programa SPSS, se escogieron los resultados más relevantes que tengan 10 o más frecuencias a la hora de la aplicación de la herramienta. Además, se analizan los Histogramas que nos ayudan a indicar la frecuencia de un hecho mediante una distribución de los datos, mostrándonos de manera ilustrativa los riesgos más significativos de las variables evaluadas en la herramienta de la Fase 3, (ver anexo 12).

Con base en la información expuesta se evaluaron 187 variables, las cuales se multiplicaron por 25 respuestas dando como resultado 4.675 datos, se escogieron las variables más representativas considerando la frecuencia de repetición de los eventos seleccionados, para un total de 29 variables seleccionadas.

En el siguiente cuadro se valida la frecuencia como número de veces que se repite la variable daños de empaque por deformación de cavidades.

**Tabla 11.**

*Daños de empaque por deformación de cavidades*

**Daños de empaque por deformación de cavidades**

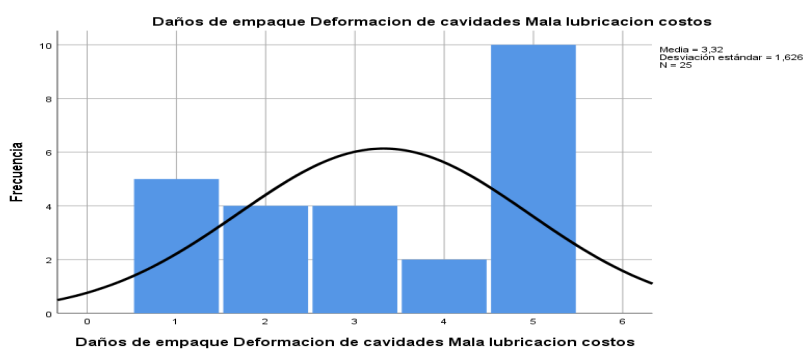
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	5	20,0	20,0	20,0
	Bajo	4	16,0	16,0	36,0
	Medio	4	16,0	16,0	52,0
	Alto	2	8,0	8,0	60,0
	muy alto	10	40,0	40,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

El histograma de frecuencia y la distribución de probabilidad que se muestran en la gráfica, indica que la distribución es relativa; su media y desviación estándar son 3.32 y 1.626, respectivamente.

**Grafica 2.**

*Daños de empaque por deformación de cavidades*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en los costos de la empresa al tener daños de empaque por deformación de

cavidades es MUY ALTO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología Electro PCP, considerando que el empaque impide que los fluidos provenientes de la formación penetren el motor y el reductor llegando a causar daños importantes en la Bomba ESPCP.

**Tabla 12.**

*Impacto en imagen de la empresa al tener daños de empaque por deformación de cavidades*

**Impacto en imagen de la empresa al tener daños de empaque por deformación de cavidades**

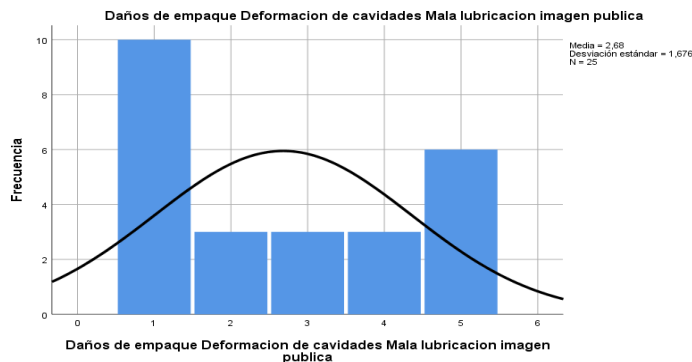
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	3	12,0	12,0	52,0
	Medio	3	12,0	12,0	64,0
	Alto	3	12,0	12,0	76,0
	muy alto	6	24,0	24,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

El histograma de frecuencia evidenciado a continuación demuestra la distribución de probabilidad, en donde se observa que la distribución es relativa, cuya media y desviación estándar son de 2.58 y 1.676 respectivamente.

**Grafica 3.**

*Daños en empaques*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en la imagen de la empresa al tener daños de empaque por deformación de cavidades es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP. Se debe considerar el riesgo indirecto que genera el daño de una pieza a la imagen de la empresa, teniendo en cuenta que un daño en la infraestructura puede propiciar el parar la producción y no cumplir con acuerdos comerciales, lo que si afecta el reconocimiento de la organización.

**Tabla 13.**

*Daños en la bomba / objetivos*

		<b>Daños en la bomba / objetivos</b>			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	3	12,0	12,0	12,0
	Bajo	3	12,0	12,0	24,0
	Medio	3	12,0	12,0	36,0
	Alto	6	24,0	24,0	60,0
	muy alto	10	40,0	40,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

El histograma de frecuencia y la distribución de probabilidad se presenta en la gráfica, en donde se observa que la distribución es relativa, cuya media y desviación estándar son de 3.32 y 1.626 respectivamente.

**Grafica 4.**

*Daños en la bomba*





Fuente: Elaborado por los Autores

El histograma de frecuencia y la distribución de probabilidad presentados en la gráfica 4, describen la distribución acumulada, cuya media y desviación estándar son de 3.68 y 1.435 respectivamente.

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 10 refieren que el impacto en los objetivos de la empresa al tener daños en la bomba es MUY ALTO, al afectar la producción y por ende los ingresos, por lo tanto, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP

**Tabla 14.**

*Daños en la bomba / ciberseguridad*

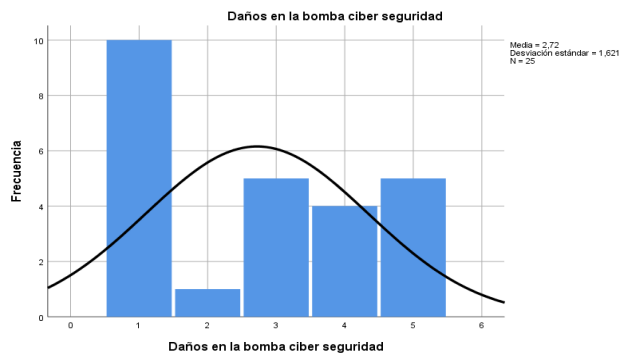
Daños en la bomba / ciberseguridad					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	1	4,0	4,0	44,0
	Medio	5	20,0	20,0	64,0
	Alto	4	16,0	16,0	80,0
	muy alto	5	20,0	20,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.72 y 1.621 respectivamente.

## Grafica 5.

### *Histograma Daños en la bomba / ciberseguridad*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en la ciberseguridad de la empresa al tener daños en la bomba es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

## Tabla 15.

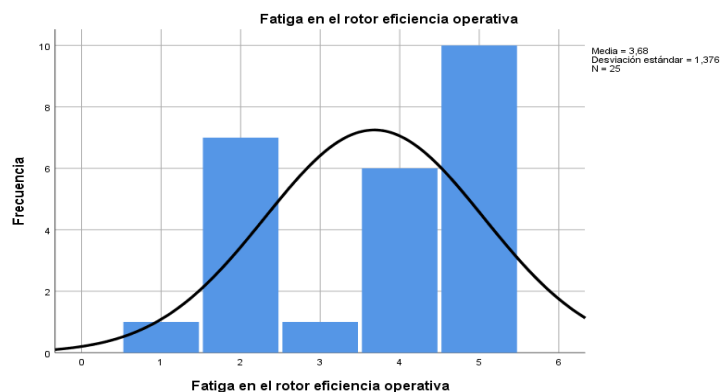
### *Fatiga en el rotor/ eficiencia operativa*

#### Fatiga en el rotor / eficiencia operativa

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	1	4,0	4,0	4,0
	Bajo	7	28,0	28,0	32,0
	Medio	1	4,0	4,0	36,0
	Alto	6	24,0	24,0	60,0
	muy alto	10	40,0	40,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

El histograma de frecuencia y la distribución de probabilidad se presenta en la gráfica 6, en donde se observa que la distribución es relativa, cuya media y desviación estándar son de 3.68 y 1.376 respectivamente.

**Grafica 6.***Histograma Fatiga en el rotor/ eficiencia operativa*

Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia a continuación que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en la eficiencia operativa de la empresa al tener fatiga en el rotor es MUY ALTO, teniendo en cuenta que la fatiga en el rotor disminuye la productividad al bajar la eficiencia de bombeo, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

**Tabla 16.***Fatiga en el rotor / imagen publica*

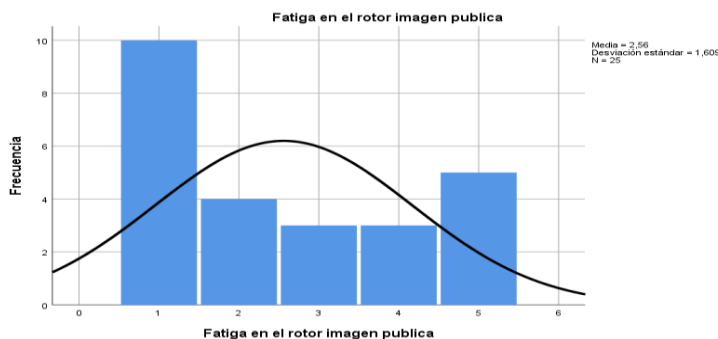
		Fatiga en el rotor / imagen publica			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	4	16,0	16,0	56,0
	Medio	3	12,0	12,0	68,0
	Alto	3	12,0	12,0	80,0
	muy alto	5	20,0	20,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

El histograma de frecuencia y la distribución de probabilidad se presenta en la Gráfica 7, en donde se observa que la distribución es relativa, cuya media y desviación estándar son de 2.56 y 1.609 respectivamente.

### Grafica 7.

#### *Histograma Fatiga en el rotor / imagen publica*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en la imagen pública de la empresa al tener fatiga en el rotor es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP, adicional se debe considerar que la imagen de la empresa, puede verse afectada por daños generados en las partes de la maquinaria, pues generan un riesgo al tener que parar la producción o realizar mantenimientos constantes, disminuyendo la producción y disminuyendo las ventas.

### Tabla 17

#### *Fatiga en el rotor / ciberseguridad*

		Fatiga en el rotor / ciberseguridad			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	11	44,0	44,0	44,0
	Bajo	4	16,0	16,0	60,0
	Medio	1	4,0	4,0	64,0
	Alto	2	8,0	8,0	72,0

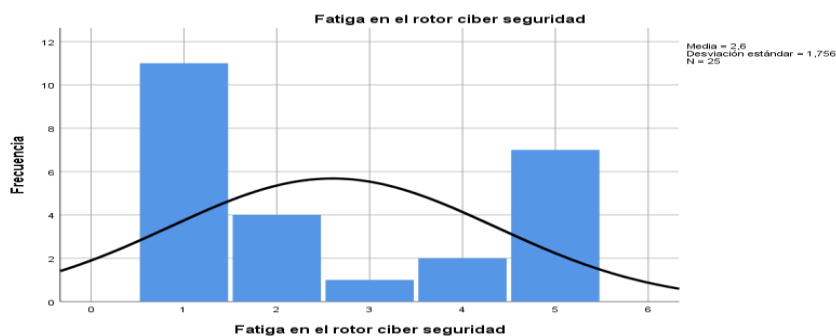
muy alto	7	28,0	28,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

El histograma de frecuencia y la distribución de probabilidad se presenta en la gráfica 8, en donde se observa que la distribución es relativa, cuya media y desviación estándar son de 2.6 y 1.756 respectivamente.

### Grafica 8.

#### *Histograma Fatiga en el rotor / ciberseguridad*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 11 nos dicen que el impacto en la ciberseguridad de la empresa al tener fatiga en el rotor es MUY BAJO, si bien es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP, es importante implementar sistemas de ciberseguridad que permitan recolectar la información sobre los daños de las partes de ALS.

### Tabla 18.

#### *Fatiga en el rotor / confianza accionistas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy baja	5	20,0	20,0	20,0
	Baja	3	12,0	12,0	32,0

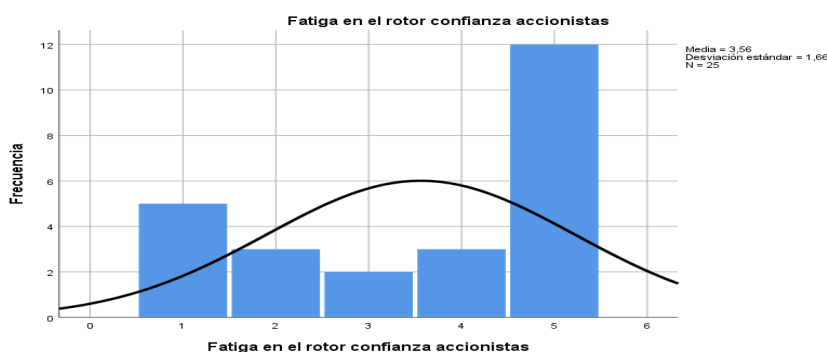
Medio	2	8,0	8,0	40,0
Alto	3	12,0	12,0	52,0
muy alta	12	48,0	48,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 3.56 y 1.66 respectivamente.

### Grafica 9.

#### *Fatiga en el rotor / Confianza de accionistas*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 12 nos dicen que el impacto en la confianza de los accionistas de la empresa al tener fatiga en el rotor es MUY ALTO, debido a que los daños continuos generan desconfianza en los accionistas, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

### Tabla 19.

#### *Daños en tuberías / costos*

#### **Daño en tuberías / costos**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	6	24,0	24,0	24,0
	Bajo	5	20,0	20,0	44,0

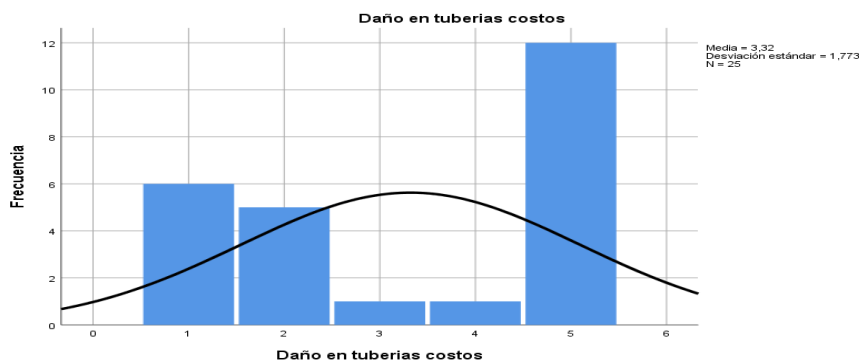
Medio	1	4,0	4,0	48,0
Alto	1	4,0	4,0	52,0
muy alto	12	48,0	48,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 3.32 y 1.773 respectivamente.

### Grafica 10.

*Histograma daños en tuberías / costos*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 12 nos dicen que el impacto en los costos de la empresa al tener daño en tuberías es MUY ALTO, debido al sobre costo por cambio de tubería, adicional el mantenimiento por posible rompimiento, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

### Tabla 20.

*Daño en tubería / ciberseguridad*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	bajo	3	12,0	12,0	52,0
	medio	6	24,0	24,0	76,0

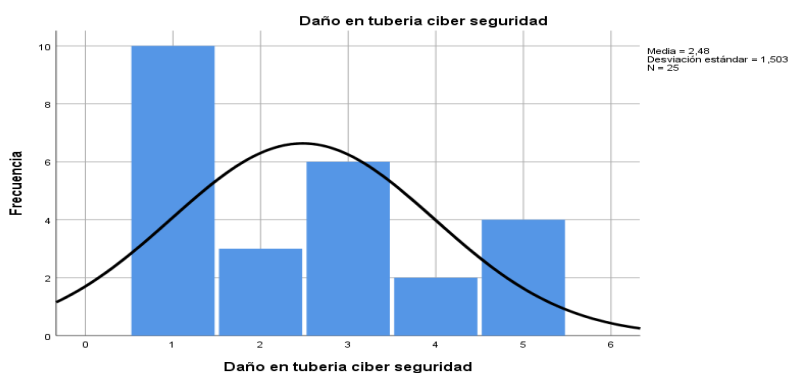
alto	2	8,0	8,0	84,0
muy alto	4	16,0	16,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.48 y 1.508 respectivamente.

### Grafica 11.

*Histograma Daño en tubería / ciberseguridad*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en la ciberseguridad de la empresa al tener daño en tuberías es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

### Tabla 21.

*Daño en tubería / proveedores*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	5	20,0	20,0	20,0
	Bajo	3	12,0	12,0	32,0



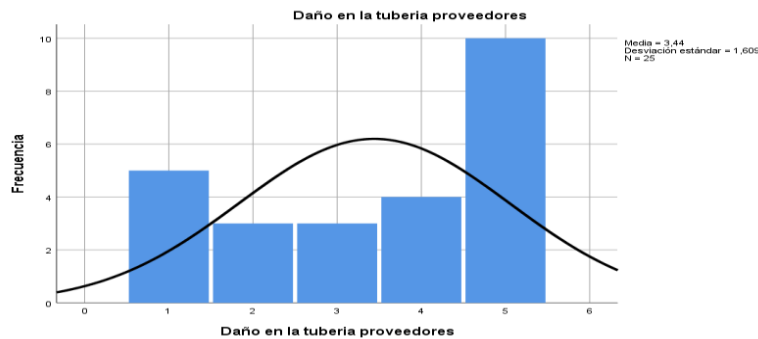
Medio	3	12,0	12,0	44,0
Alto	4	16,0	16,0	60,0
muy alto	10	40,0	40,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 3.44 y 1.609 respectivamente.

### Grafica 12

*Histograma Daño en tubería / proveedores*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en los proveedores de la empresa al tener daño en tuberías es MUY ALTO, debido a las dificultades que se presentan para el envío de repuestos, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

### Tabla 22.

*Daños de operaciones / ciberseguridad*

### Daños de operaciones / ciberseguridad

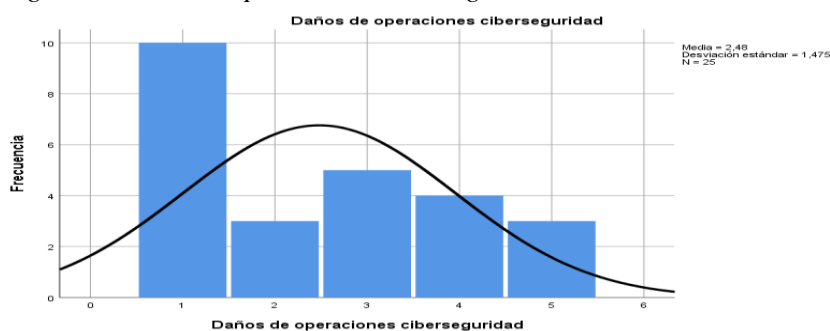
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	3	12,0	12,0	52,0
	Medio	5	20,0	20,0	72,0
	Alto	4	16,0	16,0	88,0

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.48 y 1.475 respectivamente.

### Grafica 13.

*Histograma Daños de operaciones ciberseguridad*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en la ciberseguridad de la empresa al tener daño en operaciones es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP, considerando que los riesgos de ciberseguridad por mala operación pueden acarrear costos comerciales.

### Tabla 23.

*Daños de operaciones / cumplimiento regulatorio*

### Daños de operaciones / cumplimiento regulatorio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0

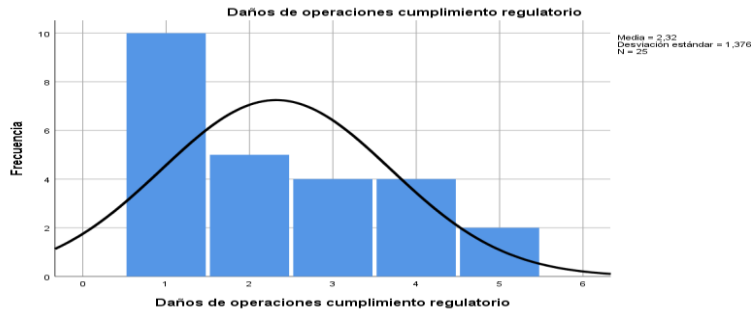
Bajo	5	20,0	20,0	60,0
Medio	4	16,0	16,0	76,0
Alto	4	16,0	16,0	92,0
muy alto	2	8,0	8,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.32 y 1.376 respectivamente.

#### **Grafica 14.**

##### *Daños de operaciones / cumplimiento regulatorio*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en los cumplimientos regulatorios de la empresa al tener daño en operaciones es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP, verificando que las normativas y procesos legales vinculados a daños se gestionen de manera oportuna.

#### **Tabla 24.**

##### *Alta producción de fluidos / reservas*

### Alta producción de fluidos / reservas

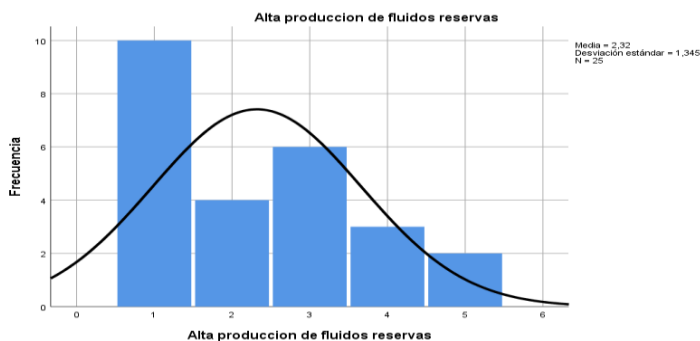
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	4	16,0	16,0	56,0
	Medio	6	24,0	24,0	80,0
	Alto	3	12,0	12,0	92,0
	muy alto	2	8,0	8,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.32 y 1.345 respectivamente.

### Grafica 15.

*Histograma Alta producción de productos / reservas*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en las reservas de la empresa al tener alta producción de fluidos es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

### Tabla 25.

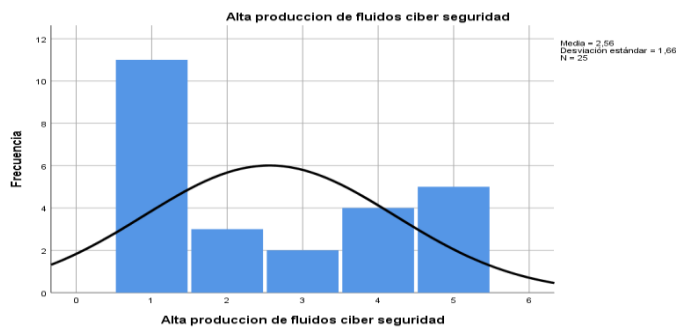
*Alta producción de fluidos / ciberseguridad*

**Alta producción de fluidos / ciberseguridad**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido				
muy bajo	11	44,0	44,0	44,0
Bajo	3	12,0	12,0	56,0
Medio	2	8,0	8,0	64,0
Alto	4	16,0	16,0	80,0
muy alto	5	20,0	20,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.56 y 1.66 respectivamente.

**Grafica 16.***Histograma alta producción de fluidos / ciberseguridad*

Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia (tabla 30) que de las 25 personas encuestadas 11 nos dicen que el impacto en la ciberseguridad de la empresa al tener alta producción de fluidos es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP, al tener en cuenta que una demanda alta en la producción genera buenas utilidades, por lo cual se debe tener una seguridad virtual óptima a fin de mitigar posibles riesgos en las operaciones virtuales.

**Tabla 25.**

### *Alta producción de fluidos / imagen publica*

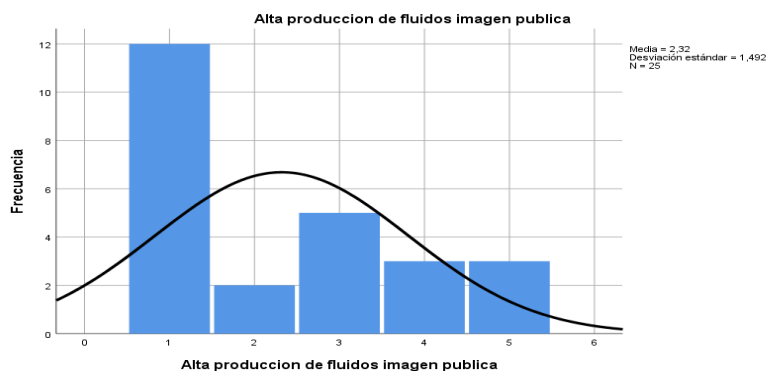
<b>Alta producción de fluidos / imagen publica</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	12	48,0	48,0	48,0
	Bajo	2	8,0	8,0	56,0
	Medio	5	20,0	20,0	76,0
	alto	3	12,0	12,0	88,0
	muy alto	3	12,0	12,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.32 y 1.492 respectivamente.

#### **Grafica 17.**

##### *Histograma alta producción de fluidos / imagen publica*



Fuente: Elaborado por los Autores

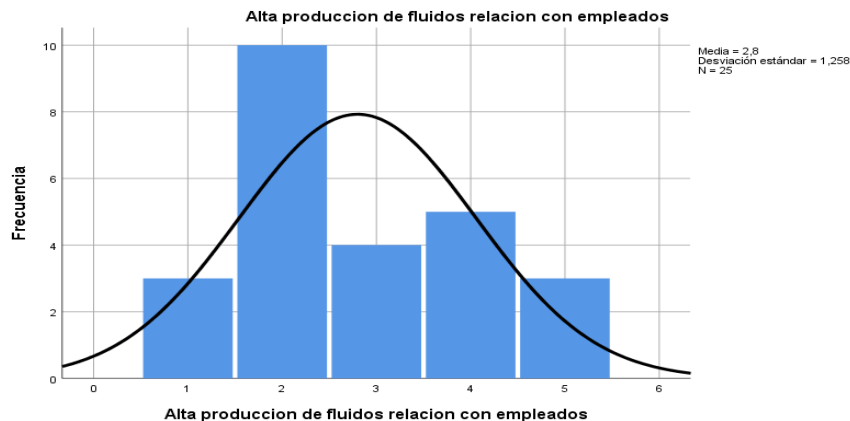
Se puede observar en la tabla de frecuencia siguiente que de las 25 personas encuestadas 12 nos dicen que el impacto en la imagen pública de la empresa al tener alta producción de fluidos es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP, reconociendo que una alta productividad genera una estabilidad organizacional y por ende incide sobre la imagen de la empresa de forma.

**Tabla 27.***Alta producción de fluidos / relación con los empleados*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	3	12,0	12,0	12,0
	bajo	10	40,0	40,0	52,0
	medio	4	16,0	16,0	68,0
	Alto	5	20,0	20,0	88,0
	muy alto	3	12,0	12,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.8 y 1.258 respectivamente.

**Grafica 18.***Histograma Alta producción de fluidos / relación con los empleados*

Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en la relación con los empleados de la empresa al tener alta producción de fluidos es BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

**Tabla 28.**

### *Alta producción de fluidos / enfermedad laboral*

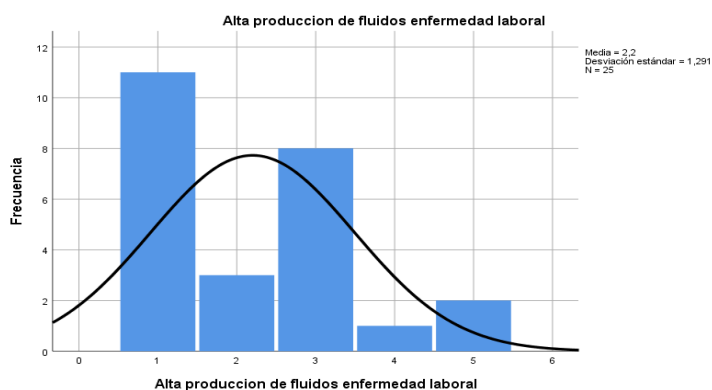
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	11	44,0	44,0	44,0
	bajo	3	12,0	12,0	56,0
	medio	8	32,0	32,0	88,0
	alto	1	4,0	4,0	92,0
	muy alto	2	8,0	8,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.2 y 1.291 respectivamente.

#### **Grafica 19.**

##### *Histograma alta producción de fluidos / enfermedad laboral*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 11 nos dicen que el impacto en las enfermedades laborales de la empresa al tener alta producción de fluidos es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología Electro PCP

#### **Tabla 29.**

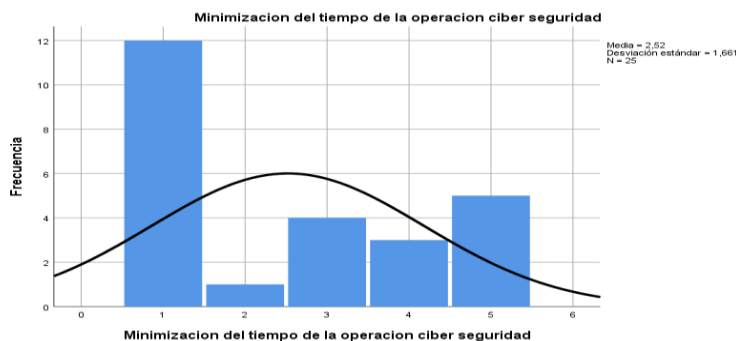


*Minimización del tiempo de la operación / ciberseguridad***Minimización del tiempo de la operación / ciberseguridad**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	12	48,0	48,0	48,0
	Bajo	1	4,0	4,0	52,0
	medio	4	16,0	16,0	68,0
	alto	3	12,0	12,0	80,0
	muy alto	5	20,0	20,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.52 y 1.661 respectivamente.

**Grafica 20.***Histograma Minimización del tiempo de la operación Ciberseguridad*

Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla 34, de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 12 nos dicen que el impacto en la ciberseguridad de la empresa al minimizar el tiempo de la operación es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

**Tabla 30.***Minimización del tiempo de la operación / enfermedad laboral*

### Minimización del tiempo de la operación / enfermedad laboral

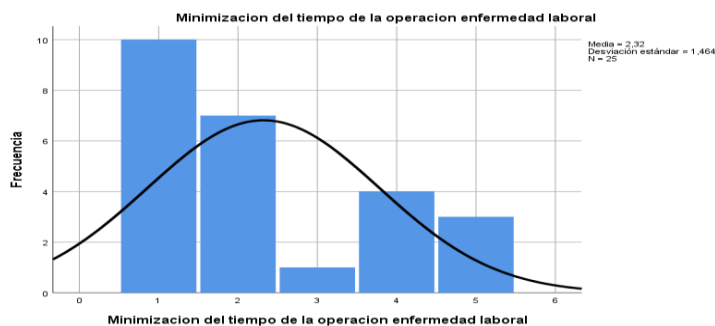
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	bajo	7	28,0	28,0	68,0
	medio	1	4,0	4,0	72,0
	alto	4	16,0	16,0	88,0
	muy alto	3	12,0	12,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.32 y 1.464 respectivamente.

#### Grafica 21.

*Histograma Minimización del tiempo de la operación / enfermedad laboral*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en las enfermedades laborales de la empresa al minimizar el tiempo de la operación es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP, comprendiendo que ante menor tiempo de operación menos probabilidad de ocurrencia de eventos como enfermedades laborales.

#### Tabla 31.

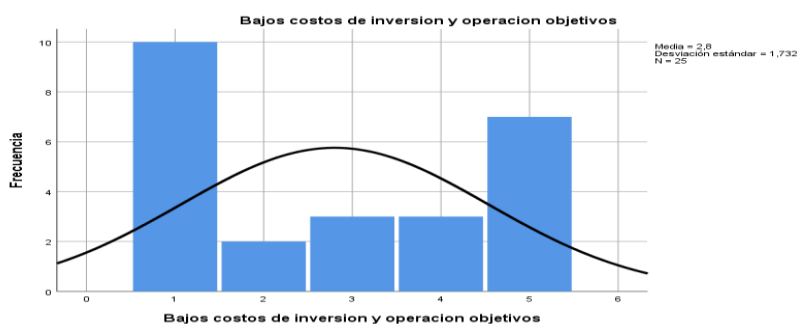
*Bajos costos de inversión / objetivos*

**Bajos costos de inversión y operación / objetivos**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	2	8,0	8,0	48,0
	Medio	3	12,0	12,0	60,0
	Alto	3	12,0	12,0	72,0
	muy alto	7	28,0	28,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.8 y 1.732 respectivamente.

**Grafica 22.***Bajos costos de inversión / Objetivos*

Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia No 36, que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en los objetivos de la empresa al bajar los costos de inversión y operación es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe considerar cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP, recordando que el uso de una tecnología eficiente como la ESPCP, mínima el tiempo de operación y los costos.

**Tabla 32.***Bajos costos de inversión y operación ingresos*

### Bajos costos de inversión y operación / ingresos

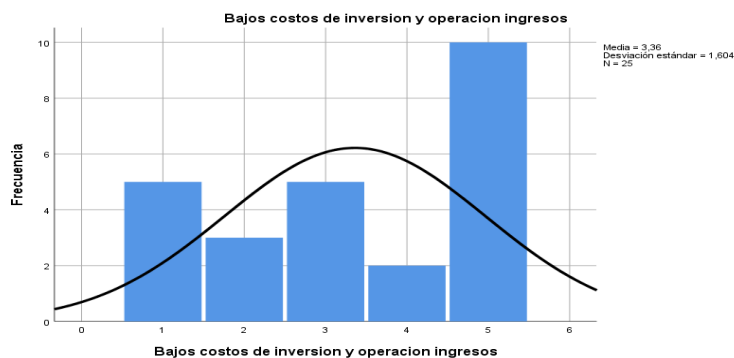
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido				
muy bajo	5	20,0	20,0	20,0
Bajo	3	12,0	12,0	32,0
Medio	5	20,0	20,0	52,0
Alto	2	8,0	8,0	60,0
muy alto	10	40,0	40,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 3.38 y 1.604 respectivamente.

### Grafica 23.

#### *Histograma bajos costos de inversión y operación ingresos*



Fuente: Elaborado por los Autores

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en los ingresos de la empresa al bajar los costos de inversión y operación es MUY ALTO, teniendo en cuenta que al reducir la inversión y a mayor facilidad de operación las utilidades aumentan considerablemente, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

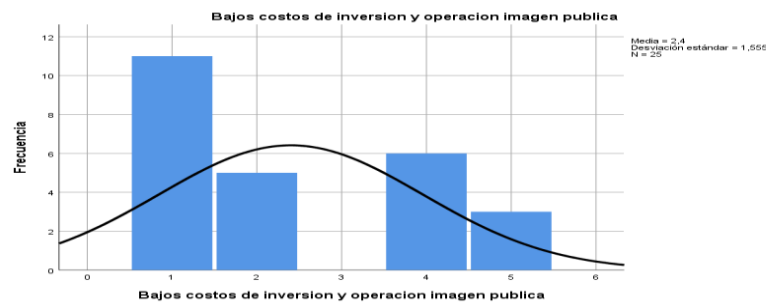
### Tabla 33.

*Bajos costos de inversión y operación / imagen publica*

<b>Bajos costos de inversión y operación / imagen publica</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	11	44,0	44,0	44,0
	Bajo	5	20,0	20,0	64,0
	Alto	6	24,0	24,0	88,0
	muy alto	3	12,0	12,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.4 y 1.555 respectivamente.

**Grafica 24.***Histograma Bajos costos de inversión y operación / imagen publica*

Fuente: Elaborado por los Autores.

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 11 refieren que el impacto en la imagen pública de la empresa al bajar los costos de inversión y operación es MUY ALTO, debido a que el aumento de la productividad da beneficios a la empresa, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

**Tabla 34.***Uso óptimo de espacio de instalación y operación Capex*

### Uso óptimo de espacio de instalación y operación / Capex

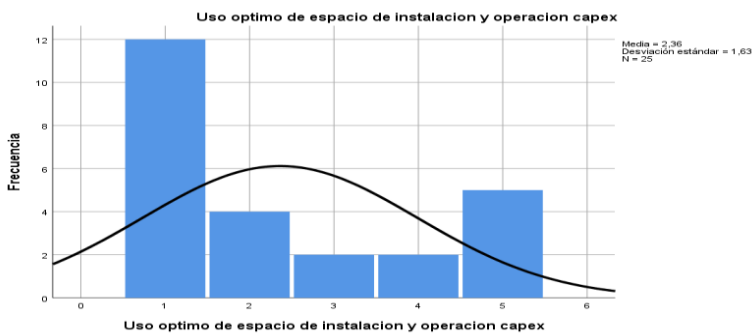
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido				
muy bajo	12	48,0	48,0	48,0
Bajo	4	16,0	16,0	64,0
Medio	2	8,0	8,0	72,0
Alto	2	8,0	8,0	80,0
muy alto	5	20,0	20,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	0

Fuente: Elaborado por los Autores.

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.36 y 1.63 respectivamente.

#### Grafica 25.

*Histograma Uso óptimo de espacio de instalación y operación / Capex*



Fuente: Elaborado por los Autores.

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 12 personas indican que el impacto en el Capex de la empresa al usar de manera óptima el espacio de instalación y operación es MUY ALTO, debido a que hay menor inversión en instalación y mantenimiento, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología Electro PCP.

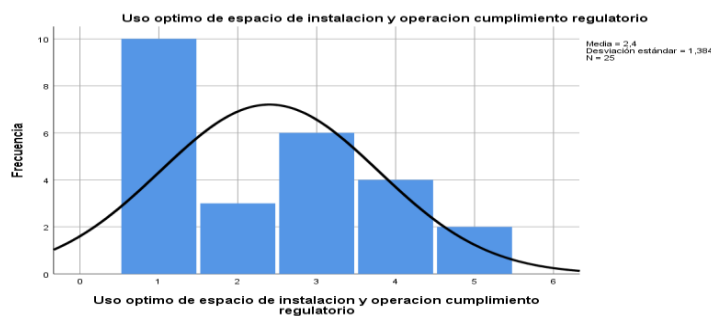
#### Tabla 35.

*Uso óptimo de espacio de estación y operación cumplimiento regulatorio***Uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	3	12,0	12,0	52,0
	Medio	6	24,0	24,0	76,0
	Alto	4	16,0	16,0	92,0
	muy alto	2	8,0	8,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores.

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.4 y 1.364 respectivamente.

**Grafica 26.****Hidrografía uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio**

Fuente: Elaborado por los Autores.

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en el cumplimiento regulatorio de la empresa usar de manera óptima el espacio de instalación y operación es MUY BAJO, debido a que se cumple con las normativas en los procesos de ensamble y operación, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología Electro PCP.

**Tabla 36.**

*Uso óptimo de espacio y operación socios*

**Uso óptimo de espacio de instalación y operación / socios**

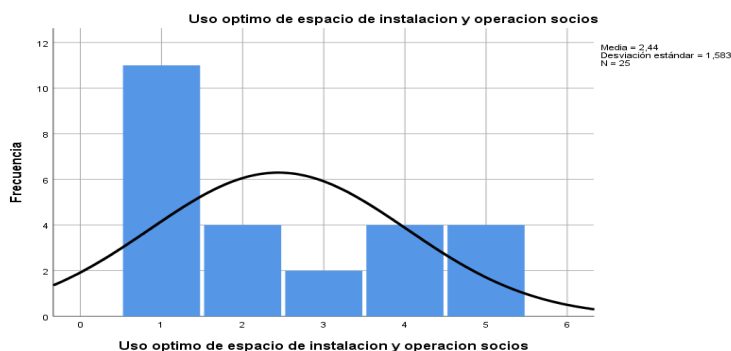
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	11	44,0	44,0	44,0
	Bajo	4	16,0	16,0	60,0
	Medio	2	8,0	8,0	68,0
	Alto	4	16,0	16,0	84,0
	muy alto	4	16,0	16,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores.

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.44 y 1.583 respectivamente.

**Grafica 27.**

*Histograma uso óptimo de espacio y operación / socios*



Fuente: Elaborado por los Autores.

Se puede observar en la tabla de frecuencia que de las 25 personas encuestadas 11 nos dicen que el impacto en los socios de la empresa usar de manera óptima el espacio de instalación y operación es MUY BAJO, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

**Tabla 37.**

*Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingreso*



**Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingresos**

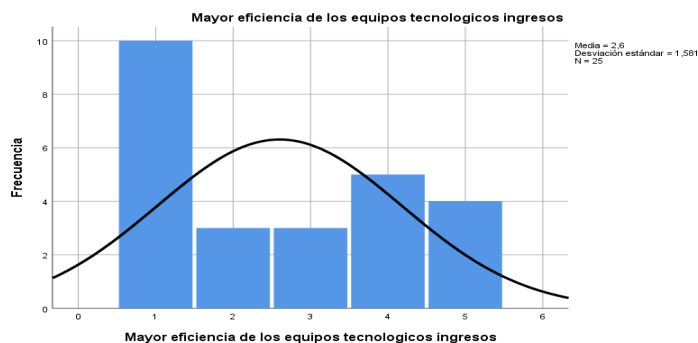
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	3	12,0	12,0	52,0
	Medio	3	12,0	12,0	64,0
	Alto	5	20,0	20,0	84,0
	muy alto	4	16,0	16,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores.

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.6 y 1.581 respectivamente.

**Grafica 28.**

*Histograma Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingreso*



Fuente: Elaborado por los Autores.

Se puede observar en la tabla de frecuencia se registra que de las 25 personas encuestadas 10 refieren que el impacto negativo en los ingresos de la organización al tener mayor eficiencia de los equipos tecnológicos es MUY BAJO, porque la eficiencia de la tecnología aumenta los ingresos de producción, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología electro PCP.

**Tabla 38.**

### *Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex*

#### **Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex**

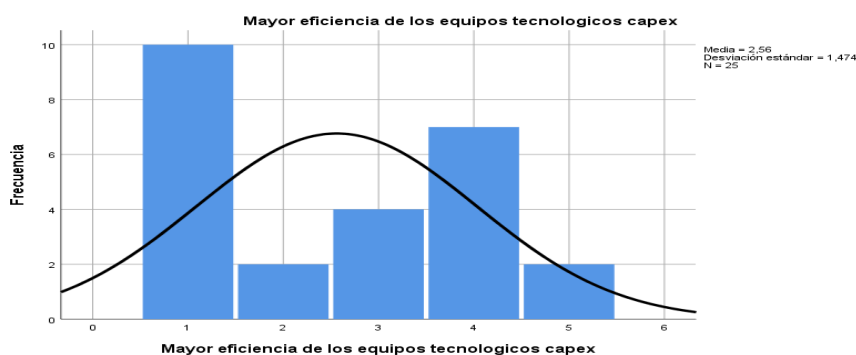
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	muy bajo	10	40,0	40,0	40,0
	Bajo	2	8,0	8,0	48,0
	Medio	4	16,0	16,0	64,0
	Alto	7	28,0	28,0	92,0
	muy alto	2	8,0	8,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Elaborado por los Autores.

En el histograma presentado a continuación se muestra la frecuencia y distribución de probabilidad, observando una distribución es absoluta, cuya media y desviación estándar son de 2.56 y 1.474 respectivamente.

#### **Grafica 29.**

#### *Histograma Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex*



Fuente: Elaborado por los Autores.

Se puede observar en la tabla de frecuencia e histograma que de las 25 personas encuestadas 10 nos dicen que el impacto en el Capex de la empresa al tener mayor eficiencia de los equipos tecnológicos es MUY BAJO, debido a que, a mayor eficiencia, se reducen los costos de reparación, por ende, es un riesgo que se debe tener en cuenta cuando se haga la ejecución de los procesos que conlleven la tecnología Electro PCP.

#### **Tablas de Correlación**

El coeficiente de correlación se describe como la medida específica que precisa la cuantificación de la intensidad de relación entre las variables, dando como resultado una correlación múltiple. En este caso específico gracias a esta medida podremos plasmar cuales son las variables con mayor porcentaje de confiabilidad. Por lo tanto, se toma la variable y se examina su relación con el conjunto de variables asociadas, en donde el coeficiente de correlación múltiple se encuentra entre (0-1). Cuanto más se acerque al número uno, más alto es el grado de asociación entre las variables expuestas, y cuanto más cerca este de 0 más negativa será la relación lineal.

A continuación, se muestra en la tabla los tipos de relación que existen dependiendo del resultado del coeficiente mismo sea la relación.

**Tabla 39.**

*Coeficiente / Relación*

<b>COEFICIENTE</b>	<b>RELACION</b>
<b>0</b>	RELACION NULA
<b>0 – 0.2</b>	RELACION MUY BAJA
<b>0.2 – 0.4</b>	RELACION BAJA
<b>0.4 – 0.6</b>	RELACION MODERADA
<b>0.6 – 0.8</b>	RELACION ALTA
<b>0.8 – 1</b>	RELACION MUY ALTA
<b>1</b>	RELACION PERFECTO

Fuente: Elaborado por los Autores.

**Tabla 40.**

*Variable 1: Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación costos*

<b>Variabes – correlacionada</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños en la bomba / ingresos	,405*	MODERADA
Daños en la bomba / ambiental	,568**	MODERADA
Daño en tuberías / costos	,397*	BAJA

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 1, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Daños en la bomba / ambiental, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable y la minimización del tiempo de operación que es la más alta negativa esto identifica que las dos variables están asociadas en sentido inverso.

**Tabla 41.**

*Variable 2:* Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / imagen publica

<b>Variabes – Correlacionada</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / ciberseguridad	,504*	MODERADA
Daños en la bomba / ciberseguridad	,456*	MODERADA
Daños en la bomba / imagen publica	,438*	MODERADA
Fatiga en el rotor / ciberseguridad	,521**	MODERADA
Fatiga en el rotor / imagen publica	,471*	MODERADA
Daño en tubería / imagen publica	,472*	MODERADA
Alta producción de fluidos / objetivos	,398*	BAJA
Alta producción de fluidos / costos	,439*	MODERADA
Alta producción de fluidos / solvencia crediticia	,445*	MODERADA
Alta producción de fluidos / enfermedad laboral	,589**	MODERADA
Tolerancia a presencia de gas / proveedores	,422*	MODERADA
Tolerancia a presencia de gas / enfermedad laboral	,415*	MODERADA
Minimización de tiempo de la operación / imagen publica	,463*	MODERADA

Minimización del tiempo de la operación / cumplimiento regulatorio	,481*	MODERADA
Minimización del tiempo de la operación / socios	,495*	MODERADA
Minimización del tiempo de la operación / enfermedad laboral	,417*	MODERADA
Minimización del tiempo de la operación / ambiental	,498*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / Capex	,526**	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / ciberseguridad	,524**	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / confianza accionistas	,444*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / cumplimiento regulatorio	,465*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / enfermedad laboral	,542**	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / reservas	,456*	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / ciberseguridad	,515**	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / imagen publica	,592**	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / solvencia crediticia	,428*	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio	,417*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / solvencia crediticia	,462*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ambiental	,447*	MODERADA

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 2, se puede observar que la correlación más alta positiva es con uso óptimo de espacio de instalación y operación / imagen pública, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

**Tabla 42.**

*Variable 3: Daños en la bomba objetivos*

<b>Variables – Correlacionada</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / relación con empleados	,416*	MODERADA
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / cumplimiento regulatorio	,567**	MODERADA
Daños en la bomba / ciberseguridad	,461*	MODERADA
Daños en la bomba / enfermedad laboral	,462*	MODERADA
Fatiga en el rotor / ingresos	,419*	MODERADA
Daño en tubería / Capex	,455*	MODERADA
Daño en tubería / solvencia crediticia	,444*	MODERADA
Daño en la tubería / socios	,440*	MODERADA
Daños de operaciones / reservas	,443*	MODERADA
Daños de operaciones / imagen publica	,460*	MODERADA
Daño de operaciones / accidentes	,459*	MODERADA
Minimización de tiempo de la operación / costos	,425*	MODERADA
Minimización de tiempo de la operación / relaciones con empleados	,472*	MODERADA
Minimización del tiempo de la operación / socios	,424*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / confianza accionistas	,409*	MODERADA

Bajos costos de inversión y operación / proveedores	,411*	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / socios	,560**	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / enfermedad laboral	,483*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / costos	,413*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / reservas	,495*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	,427*	MODERADA

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 3, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / cumplimiento regulatorio, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### Tabla 43.

*Variable 4:* Daños en la ciberseguridad

<b>Variabes – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / relación con empleados	,416*	MODERADA
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / cumplimiento regulatorio	,567**	MODERADA
Daños en la bomba / ciberseguridad	,461*	MODERADA
Daños en la bomba / enfermedad laboral	,462*	MODERADA
Fatiga en el rotor / ingresos	,419*	MODERADA
Daño en tubería / Capex	,455*	MODERADA
Daño en tubería / solvencia crediticia	,444*	MODERADA
Daño en la tubería / socios	,440*	MODERADA
Daños de operaciones / reservas	,443*	MODERADA

Daños de operaciones / imagen publica	,460*	MODERADA
Daño de operaciones / accidentes	,459*	MODERADA
Minimización de tiempo de la operación / costos	,425*	MODERADA
Minimización de tiempo de la operación / relaciones con empleados	,472*	MODERADA
Minimización del tiempo de la operación / socios	,424*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / confianza accionistas	,409*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / proveedores	,411*	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / socios	,560**	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / enfermedad laboral	,483*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / costos	,413*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / reservas	,495*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	,427*	MODERADA

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 4, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / cumplimiento regulatorio, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

#### **Tabla 44.**

*Variable 5: Fatiga en el rotor / eficiencia operativa*

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños en la bomba / costos	,609**	ALTO
Fatiga en el rotor / accidentes	,400*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.



En la tabla de correlación de la variable 5, se puede observar que la correlación más alta positiva corresponde a la correlación Daños en la bomba / costos, por ende, la correlación entre estas dos variables presenta una relación significativa. Las variables uso óptimo de espacio de instalación y operación / ciberseguridad, se relacionan con el resultado más alto negativo, lo que demuestra que las dos variables están asociadas en sentido inverso.

**Tabla 45.**

*Variable 6: Fatiga en el rotor / imagen publica*

<b>VARIABLES – CORRELACIONADAS</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>RELACIÓN</b>
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / ciberseguridad	,405*	MODERADO
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / imagen publica	,471*	MODERADO
Daños en la bomba / ciberseguridad	,462*	MODERADO
Daños en la bomba / imagen pública	,540**	MODERADO
Fatiga en el rotor / ciberseguridad	,451*	MODERADO
Alta producción de fluidos / accidentes	,541**	MODERADO
Alta producción de fluidos / ambiental	,437*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / accidentes	,467*	MODERADO
Minimización del tiempo de la operación / enfermedad laboral	,416*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / ciberseguridad	,558**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / cumplimiento regulatorio	,602**	ALTO
Bajos costos de inversión y operación / proveedores	,483*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / reservas	,580**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / ciberseguridad	,433*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio	,419*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / costos	,399*	BAJO

Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / cumplimiento regulatorio	,570**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ambiental	,669**	ALTO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 6, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ambiental por ende la correlación entre estas dos variables es significativa.

#### **Tabla 46.**

##### Variable 7: Fatiga en el rotor / ciberseguridad

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / ciberseguridad	,448*	MODERADO
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / imagen publica	,521**	MODERADO
Fatiga en el rotor / imagen publica	,451*	MODERADO
Daño en tubería / ciberseguridad	,486*	MODERADO
Daño en tubería / imagen pública	,502*	MODERADO
Daño en la tubería / relación con empleados	,405*	MODERADO
Daños de operaciones / ciberseguridad	,415*	MODERADO
Daño de operaciones / proveedores /Alta producción de fluidos / eficiencia operacional	,448*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / imagen pública	,698**	ALTO
Tolerancia a presencia de gas / accidentes	453*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / cumplimiento regulatorio	,455*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / proveedores	,403*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / reservas	,405*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / ciberseguridad	,420*	MODERADO

Bajos costos de inversión y operación / imagen pública	,469*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / cumplimiento regulatorio	,397*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / socios	,672**	ALTO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / proveedores	,411*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 7, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Tolerancia a presencia de gas / imagen pública por ende la correlación entre estas dos variables es confiable.

#### **Tabla 47.**

*Variable 8: Fatiga en el rotor / confianza accionistas*

<b>VARIABLES – CORRELACIONADAS</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>RELACIÓN</b>
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / objetivos	,528**	MODERADO
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / socios	,628**	ALTO
Daños en la bomba / confianza accionistas	,580**	MODERADO
Fatiga en el rotor / ingresos	,494*	MODERADO
Fatiga en el rotor / socios	,406*	MODERADO
Daño en tuberías / ingresos	,449*	MODERADO
Daño en tubería / eficiencia operacional	,464*	MODERADO
Daño de operación / ingresos	,477*	MODERADO
Daño de operaciones / costos	,410*	MODERADO
Daño de operaciones / Capex	,498*	MODERADO
Daños de operaciones / imagen pública	,421*	MODERADO
Alta producción de fluidos / cumplimiento regulatorio	,446*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / costos	,448*	MODERADO

minimización de tiempo de la operación / relaciones con empleados	,528**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / objetivos	,533**	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 8, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / socios, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

#### Tabla 48.

*Variable 9:* Daño en tuberías / costos

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / costos	,397*	BAJO
Daños en la bomba / costos	,398*	BAJO
Daños en la bomba / Capex	,415*	MODERADO
Fatiga en el rotor / relación con empleados	,446*	MODERADO
Daño en tubería / Capex	,422*	MODERADO
Daño de operación / ingresos	,453*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 9, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Alta producción de fluidos / enfermedad laboral, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

#### Tabla 49.

*Variable 10:* Daño en tubería / ciberseguridad

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / ciberseguridad	,454*	MODERADO
Fatiga en el rotor / ciberseguridad	,486*	MODERADO

Fatiga en el rotor / cumplimiento regulatorio	,398*	BAJO
Fatiga en el rotor / enfermedad laboral	,502*	MODERADO
Daños de operaciones / ciberseguridad	,493*	MODERADO
Alta producción de fluidos / Capex	,425*	MODERADO
Alta producción de fluidos / ciberseguridad	,539**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / reservas	,499*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / ciberseguridad	,540**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / imagen publica	,444*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / accidentes	,484*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / Capex	,402*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / ciberseguridad	,430*	MODERADO
Bajos costos de inversión operaciones / accionistas	,446*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ciberseguridad	,549**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / accidentes	,449*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / enfermedad laboral	,567**	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 10, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / enfermedad laboral, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### **Tabla 50.**

*Variable 11: Daño en la tubería / proveedores*

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / objetivos	,491*	MODERADO

Daños en la bomba / relación con empleados	,425*	MODERADO
Fatiga en el rotor / proveedores	,838**	MUY ALTA
Daño en la tubería / ambiental	,507**	MODERADO
Daños de operaciones / reservas	,506**	MODERADO
Daños de operaciones / relación con empleados	,617**	ALTO
Daño de operaciones / socios	,411*	MODERADO
Daño de operaciones / ambiental	,421*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / confianza accionistas	,478*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / relación con empleados	,520**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / solvencia crediticia	,404*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 11, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Fatiga en el rotor / proveedores por ende la correlación entre estas dos variables es confiable.

### **Tabla 51.**

*Variable 12:* Daños de operaciones / ciberseguridad

<b>Variabes – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños en la bomba / ciberseguridad	,442*	MODERADO
Daños en la bomba / imagen publica	,494*	MODERADO
Daños en la bomba / solvencia crediticia	,425*	MODERADO
Fatiga en el rotor / ciberseguridad	,415*	MODERADO
Fatiga en el rotor / cumplimiento regulatorio	,532**	MODERADO
Daño en tubería / eficiencia operacional	-,446*	MODERADO
Daño en tubería / ciberseguridad	,493*	MODERADO

Daño en la tubería / enfermedad laboral	,454*	MODERADO
Daño de operaciones / costos	-,429*	MODERADO
Alta producción de fluidos / costos	,414*	MODERADO
Alta producción de fluidos / reservas	,528**	MODERADO
Alta producción de fluidos / ciberseguridad	651**	ALTO
Alta producción de fluidos / enfermedad laboral	,429*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / ingresos	,665**	ALTO
Tolerancia a presencia de gas / reservas	600**	ALTO
Tolerancia a presencia de gas / ciberseguridad	,589**	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / ciberseguridad	727**	ALTO
minimización de tiempo de la operación / solvencia crediticia	,407*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / confianza accionistas	,491*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / cumplimiento regulatorio	,480*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / proveedores	,437*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / ambiental	,412*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / ciberseguridad	,670**	ALTO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / costos	,424*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / enfermedad laboral	,463*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / cumplimiento regulatorio	,410*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / reservas	,454*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / ciberseguridad	,453*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / solvencia crediticia	,410*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / confianza accionistas	,638**	ALTO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / relación con	,409*	MODERADO

empleados		
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio	,432*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / enfermedad laboral	,537**	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 12, se puede observar que la correlación más alta positiva es con minimización del tiempo de la operación / ciberseguridad por ende la correlación entre estas dos variables es confiable.

### Tabla 52.

*Variable 13:* Daños de operaciones / cumplimiento regulatorio

<b>Variabes – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / ingresos	,408*	MODERADO
Fatiga en el rotor / reservas	,481*	MODERADO
Daño de operaciones / socios	,513**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / objetivos	,539**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / ingresos	,413*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / enfermedad laboral	,516**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / ambiental	,472*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / ambiental	,517**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / imagen pública	,400*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / enfermedad laboral	,529**	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.



En la tabla de correlación de la variable 13, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / enfermedad laboral, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

**Tabla 53.**

*Variable 14:* Alta producción de fluidos reservas

<b>Variabes – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / reservas	,457*	MODERADO
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / confianza accionistas	,405*	MODERADO
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / socios	,499*	MODERADO
Fatiga en el rotor / cumplimiento regulatorio	,435*	MODERADO
Daños de operaciones / eficiencia operacional	,442*	MODERADO
Daños de operaciones / ciberseguridad	,528**	MODERADO
Daño de operaciones / proveedores	,417*	MODERADO
Alta producción de fluidos / costos	,706**	ALTO
Alta producción de fluidos / imagen publica	,570**	MODERADO
Alta producción de fluidos / confianza accionistas	,572**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / reservas	,438*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / relación con empleados	,420*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / objetivos	,400*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / ingresos	,421*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / Capex	,399*	BAJO
minimización de tiempo de la operación / solvencia crediticia	,630**	ALTO

minimización de tiempo de la operación / confianza accionistas	,483*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / proveedores	,506**	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / ambiental	,481*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / socios	,657**	ALTO
Bajos costos de inversión y operación / enfermedad laboral	,417*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / ingresos	,583**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / Capex	,420*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / eficiencia opera	,489*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio	,465*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes	,579**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	,595**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex	,515**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / reservas	,408*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / proveedores	,458*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 14, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Alta producción de fluidos / costos, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

#### **Tabla 54.**

*Variable 15: Alta producción de fluidos / ciberseguridad*

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños en la bomba / ciberseguridad	,541**	MODERADO
Daños en la bomba / solvencia crediticia	,432*	MODERADO
Daños en la bomba / enfermedad laboral	,423*	MODERADO
Fatiga en el rotor / cumplimiento regulatorio	,685**	ALTO

Daño en tubería / ciberseguridad	,539**	MODERADO
Daños de operaciones / ciberseguridad	,651**	ALTO
Tolerancia a presencia de gas / ciberseguridad	,557**	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / ciberseguridad	,509**	MODERADO
minimización de tiempo de la operación confianza / accionistas	,618**	ALTO
Bajos costos de inversión y operación ciber / seguridad	,576**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / solvencia crediticia	,408*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / costos	,438*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / confianza accionistas	,410*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / socios	,457*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / enfermedad laboral	,478*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / enfermedad laboral	,677**	ALTO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 15, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Fatiga en el rotor / cumplimiento regulatorio, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### Tabla 55.

*Variable:* 16: Alta producción de fluidos / imagen publica

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Alta producción de fluidos / objetivos	,428*	MODERADO
Alta producción de fluidos / reservas	,570**	MODERADO
Alta producción de fluidos / confianza accionistas	,406*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / objetivos	,422*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / socios	,402*	MODERADO

minimización del tiempo de la operación / proveedores	,439*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / enfermedad laboral	,466*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / objetivos	,542**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / Capex	,470*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / socios	,534**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / objetivos	420*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / eficiencia opera	,509**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / socios	,502*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes	,629**	ALTO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	,585**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / reservas	,403*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / imagen pública	,400*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 16, se puede observar que la correlación más alta positiva corresponde al uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### **Tabla 56.**

*Variable 17: Alta producción de fluidos / relación con empleados*

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Fatiga en el rotor / socios	,461*	MODERADO
Fatiga en el rotor / proveedores	,407*	MODERADO
Daño de operación / objetivos	,407*	MODERADO
Daños de operaciones / reservas	,624**	ALTO
Daño de operaciones / proveedores	,426*	MODERADO

Alta producción de fluidos / Capex	,585**	MODERADO
Alta producción de fluidos / cumplimiento regulatorio	,437*	MODERADO
Alta producción de fluidos / proveedores	,607**	ALTO
Tolerancia a presencia de gas / Capex	,476*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / relación con empleados	,398*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / cumplimiento regulatorio	,505*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / socios	,406*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / proveedores	,436*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / imagen pública	,401*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / confianza accionistas	,584**	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / socios	,448*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / objetivos	,401*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / imagen pública	469*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / relación con los empleados	,773**	ALTO
Bajos costos de inversión y operación / socios	,436*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / objetivos	,415*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / imagen pública	,400*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / solvencia crediticia	,442*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes	,482*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	,421*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingresos	440*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex	,400*	MODERADO

Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / solvencia crediticia	,563**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / confianza accionistas	,504*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	,547**	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 17, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Bajos costos de inversión y operación / relación con los empleados / accidentes, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### Tabla 57.

*Variable 18:* Alta producción de fluidos / enfermedad laboral

<b>Variabes – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / eficiencia Opex	,405*	MODERADO
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / ciberseguridad	,589**	MODERADO
Fatiga en el rotor / costos	,460*	MODERADO
Fatiga en el rotor / Capex	,698**	ALTO
Daño en tuberías / costos	,496*	MODERADO
Daño en tubería / imagen pública	,429*	MODERADO
Daños de operaciones / ciberseguridad	,488*	MODERADO
Daño de operaciones / proveedores	,451*	MODERADO
Alta producción de fluidos / eficiencia operacional	,500*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / ingresos	,576**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / accidentes	,401*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / costos	,396*	BAJO
minimización del tiempo de la operación / ciberseguridad	,399*	BAJO

minimización de tiempo de la operación / imagen pública	,501*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / cumplimiento regulatorio	,548**	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / socios	,413*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / proveedores	,513**	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / ambiental	,449*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / reservas	,473*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / ciberseguridad	,540**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / imagen pública	,634**	ALTO
Bajos costos de inversión y operación / cumplimiento regulatorio	,492*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / socios	,420*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / enfermedad laboral	,397*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / ingresos	,419*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / imagen pública	,429*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio	,629**	ALTO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex	,464*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / reservas	,431*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / confianza accionistas	,473*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	,415*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 18, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Fatiga en el rotor / Capex, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

**Tabla 58.**

*Variable: 19: Minimización del tiempo de la operación / ciberseguridad*

<b>Variables – Correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / ciberseguridad	,438*	MODERADO
Daños en la bomba / ciberseguridad Daño en tubería / eficiencia operacional	,505*	MODERADO
Daño en la tubería / enfermedad laboral	,430*	MODERADO
Daños de operaciones / ciberseguridad	,408*	MODERADO
Daños de operaciones / solvencia crediticia	,727**	ALTO
Alta producción de fluidos / ciberseguridad	,488*	MODERADO
Alta producción de fluidos / socios	,509**	MODERADO
Alta producción de fluidos / enfermedad laboral	,456*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / ingresos	,396*	BAJO
Tolerancia a presencia de gas / ciberseguridad	,517**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / imagen pública	,497*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / imagen pública	,401*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / cumplimiento regulatorio	,523**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / ciberseguridad	,399*	BAJO
Bajos costos de inversión operaciones / accionistas	,412*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / imagen pública	,468*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / confianza accionistas	,407*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / proveedores	,634**	ALTO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / enfermedad laboral	,579**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / enfermedad laboral	,441*	MODERADO



Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 19, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Daños de operaciones / solvencia crediticia, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

**Tabla 59.**

*Variable 20:* Minimización del tiempo de la operación / enfermedad laboral

<b>Variab</b> les – <b>Correlacionadas</b>	<b>C</b> oeficiente	<b>R</b> elación
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / ciberseguridad	,509**	MODERADA
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / imagen pública	,417*	MODERADA
Daños en la bomba / ambiental	,448*	MODERADA
Fatiga en el rotor / imagen pública	,416*	MODERADA
Daño en tubería / imagen pública	,443*	MODERADA
Alta producción de fluidos / objetivos	,454*	MODERADA
Alta producción de fluidos / costos	,415*	MODERADA
Alta producción de fluidos / imagen pública	,466*	MODERADA
Alta producción de fluidos / accidentes	,535**	MODERADA
Alta producción de fluidos / ambiental	,401*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / objetivos	,454*	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / imagen pública	,415*	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes	,405*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	,463*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / reservas	,411*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / imagen pública	,462*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / solvencia	,397*	BAJO

crediticia		
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / accidentes	,432*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ambiental	,490*	MODERADA

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 20, se puede observar que la correlación más alta positiva es con Alta producción de fluidos / accidentes, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### Tabla 60.

*Variable 21: Bajos costos de inversión y operación / objetivos*

<b>Variables – Parecidas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / cumplimiento regulatorio	,519**	MODERADA
Fatiga en el rotor / confianza accionistas	,533**	MODERADA
Alta producción de fluidos / objetivos	,483*	MODERADA
Alta producción de fluidos / costos	,406*	MODERADA
Alta producción de fluidos / Capex	,409*	MODERADA
Alta producción de fluidos / imagen pública	,542**	MODERADA
Alta producción de fluidos / relación con empleados	,401*	MODERADA
Alta producción de fluidos / cumplimiento regulatorio	,690**	ALTO
Tolerancia a presencia de gas / objetivos	,427*	MODERADA
Tolerancia a presencia de gas / costos	,425*	MODERADA
Tolerancia a presencia de gas / cumplimiento regulatorio	,413*	MODERADA
Tolerancia a presencia de gas / proveedores	,467*	MODERADA
Tolerancia a presencia de gas / enfermedad laboral	,397*	BAJO
Tolerancia a presencia de gas / solvencia crediticia	,398*	BAJO
minimización de tiempo de la operación / objetivos	,454*	MODERADA

minimización de tiempo de la operación / costos	,426*	MODERADA
minimización de tiempo de la operación / Capex	,485*	MODERADA
minimización de tiempo de la operación / eficiencia operacional	,449*	MODERADA
minimización de tiempo de la operación / imagen pública	,493*	MODERADA
minimización de tiempo de la operación / relaciones con empleados	,745**	ALTO
minimización del tiempo de la operación / proveedores	,439*	MODERADA
minimización del tiempo de la operación / enfermedad laboral	,454*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / relación con los empleados	,472*	MODERADA
Bajos costos de inversión y operación / proveedores	,542**	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / Capex	,573**	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes	,442*	MODERADA
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / ambiental	,419*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	,657**	ALTO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingresos	,578**	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / costos	,495*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / reservas	,527**	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / imagen pública	,449*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	,398*	BAJO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / cumplimiento regulatorio	,472*	MODERADA
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / socios	,450*	MODERADA

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 21, se puede observar que la correlación más alta positiva es con minimización de tiempo de la operación / relaciones con empleados, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

**Tabla 61.**

*Variable 22:* Bajos costos de inversión y operación / ingresos

<b>Variabes – Parecidas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Tolerancia a presencia de gas / socios	,522**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / eficiencia opera	,462*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / reservas	,472*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex	,475*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 22 se puede observar que la correlación Tolerancia a presencia de gas / socios, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable y la Daño de operaciones / costos, que es la más alta negativa esto identifica que las dos variables están asociadas en sentido inverso.

**Tabla 62.**

*Variable 23:* Bajos costos de inversión y operación / imagen pública

<b>Variabes – Parecidas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / objetivos	,432*	MODERADO
Fatiga en el rotor / ciberseguridad	,397*	MODERADO
Daños de operaciones / solvencia crediticia	461*	MODERADO
Daño de operaciones / proveedores	,486*	MODERADO
Alta producción de fluidos / solvencia crediticia	,546**	MODERADO
Alta producción de fluidos / confianza accionistas	,404*	MODERADO

Alta producción de fluidos / relación con empleados	,469*	MODERADO
Alta producción de fluidos / socios	,471*	MODERADO
Alta producción de fluidos / enfermedad laboral	,540**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / ingresos	,436*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / imagen pública	,414*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / solvencia crediticia	,510**	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / costos	,515**	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / socios	,448*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / proveedores	531**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / relación con los empleados	,503*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / socios	,557**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / solvencia crediticia	,536**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / confianza accionistas	,479*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / proveedores	,443*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes	,434*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex	,571**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / confianza accionistas	,538**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	,410*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / proveedores	,607**	ALTO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 23 se puede observar que la correlación Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / proveedores, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

**Tabla 63.**

*Variables 24: Uso óptimo de espacio de instalación y operación / Capex*

<b>Variables – Parecidas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / cumplimiento regulatorio	,484*	MODERADO
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / ambiental	,407*	MODERADO
Fatiga en el rotor / accidentes	-,421*	MODERADO
Alta producción de fluidos / costos	,430*	MODERADO
Alta producción de fluidos / reservas	,420*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas confianza / accionistas	,403*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / cumplimiento regulatorio	,450*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / enfermedad laboral	,461*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / Capex	,483*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / relaciones con empleados	,431*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / proveedores	,439*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / objetivos	,573**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes	,658**	ALTO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	,494*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingresos	,543**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / confianza accionistas	,434*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 24 se puede observar que la correlación Uso óptimo de espacio de instalación y operación / accidentes, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

**Tabla 64.**

*Variable 25: Uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio*

<b>Variabes – Parecidas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / reservas	,426*	MODERADO
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / imagen pública	,417*	MODERADO
Daños de empaque / deformación de cavidades / Mala lubricación / cumplimiento regulatorio	,444*	MODERADO
Daños en la bomba / imagen pública / Fatiga en el rotor / costos	,425*	MODERADO
Daño en tubería / imagen pública	,419*	MODERADO
Daño de operaciones / costos	,487*	MODERADO
Daño de operaciones / proveedores	,432*	MODERADO
Alta producción de fluidos / reservas	,432*	MODERADO
Alta producción de fluidos / solvencia crediticia	,417*	MODERADO
Alta producción de fluidos / accidentes	,487*	MODERADO
Alta producción de fluidos / enfermedad laboral	,629**	ALTO
Tolerancia a presencia de gas / ciberseguridad	,404*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / accidentes	,483*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / confianza accionistas	,406*	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / socios	,543**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / cumplimiento regulatorio	,645**	ALTO
Bajos costos de inversión y operación / socios	,396*	MODERADO

Bajos costos de inversión y operación / enfermedad laboral	,533**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / ingresos	,482*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / reservas	,533**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / ciberseguridad	,554**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / imagen pública	,491*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex	,416*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / confianza accionistas	,411*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / proveedores	,452*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ambiental	,528**	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 25 se puede observar que la correlación Bajos costos de inversión y operación / cumplimiento regulatorio, por ende, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### **Tabla 65.**

*Variable 26:* Uso óptimo de espacio de instalación y operación / socios

<b>Variabes – Parecidas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños en la bomba / objetivos	,560**	MODERADO
Fatiga en el rotor / cumplimiento regulatorio	,494*	MODERADO
Daño de operaciones / accidentes	,420*	MODERADO
Alta producción de fluidos / ciberseguridad	,457*	MODERADO
Alta producción de fluidos / imagen pública	,502*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / objetivos	,555**	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / costos	,439*	MODERADO
minimización de tiempo de la operación / reservas	,542**	MODERADO



minimización de tiempo de la operación / relaciones con empleados	,526**	MODERADO
minimización del tiempo de la operación / proveedores	,573**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / solvencia crediticia	,422*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / confianza accionistas	,419*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / costos	,460*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / enfermedad laboral	,435*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	,532**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	,419*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 26 se puede observar que la correlación Daños en la bomba / objetivos, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### Tabla 66.

*Variable 27:* Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingresos

<b>Variabes – Parecidas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / ciberseguridad	,421*	MODERADO
Daño en tubería / reservas	,621**	ALTO
Alta producción de fluidos / costos	,510**	MODERADO
Alta producción de fluidos / relación con empleados	,440*	MODERADO
Alta producción de fluidos / cumplimiento regulatorio	,627**	ALTO
Alta producción de fluidos / proveedores	,555**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / objetivos	,426*	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / objetivos	,440*	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / costos	,635**	ALTO

Minimización de tiempo de la operación / reservas	,459*	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / solvencia crediticia	,424*	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / confianza accionistas	,524**	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / relaciones con empleados	,501*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / objetivos	,578**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / costos	,574**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / relación con los empleados	,400*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / proveedores	,509**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / Capex	,543**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / solvencia crediticia	,509**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / confianza accionistas	416*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	,440*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex	,404*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / solvencia crediticia	,550**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	,678**	ALTO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 27 se puede observar que la correlación Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### **Tabla 67.**

*Variable 28:* Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / Capex

<b>Variables – Parecidas</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Relación</b>
------------------------------	-------------------	-----------------

Daños de empaque / Deformación de cavidades / Mala lubricación / confianza accionistas	,422*	MODERADO
Fatiga en el rotor / Capex	,442*	MODERADO
Daño en tubería / reservas	,440*	MODERADO
Daño en tubería / imagen pública	,414*	MODERADO
Daño en la tubería / cumplimiento regulatorio	,418*	MODERADO
Daño de operación / objetivos	,428*	MODERADO
Alta producción de fluidos / objetivos	,500*	MODERADO
Alta producción de fluidos / costos	,425*	MODERADO
Alta producción de fluidos / Capex	,459*	MODERADO
Alta producción de fluidos / reservas	,515**	MODERADO
Alta producción de fluidos / confianza accionistas	,474*	MODERADO
Alta producción de fluidos / relación con empleados	,400*	MODERADO
Alta producción de fluidos / cumplimiento regulatorio	,557**	MODERADO
Alta producción de fluidos / socios	,539**	MODERADO
Alta producción de fluidos / proveedores	,430*	MODERADO
Alta producción de fluidos / enfermedad laboral	,464*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / Capex	,515**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / eficiencia operacional	,532**	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / relación con empleados	412*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / cumplimiento regulatorio	,439*	MODERADO
Tolerancia a presencia de gas / socios	,494*	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / objetivos	,467*	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / ingresos	,515**	MODERADO

Minimización de tiempo de la operación / costos	,540**	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / capes	,561**	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / imagen pública	,491*	MODERADO
Minimización de tiempo de la operación / confianza accionistas	469*	MODERADO
Minimización del tiempo de la operación / socios	462*	MODERADO
Minimización del tiempo de la operación / proveedores	,535**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / ingresos	,475*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / costos	509**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / Capex	,424*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / eficiencia operacional	,400*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / imagen pública	571**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / solvencia crediticia	,442*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / confianza accionistas	451*	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / socios	,505**	MODERADO
Bajos costos de inversión y operación / proveedores	527**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / objetivos	652**	ALTO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / costos	,422*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / eficiencia opera	,420*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / reservas	577**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / confianza accionistas	,589**	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / cumplimiento regulatorio	416*	MODERADO
Uso óptimo de espacio de instalación y operación / proveedores	,542**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / objetivos	533**	MODERADO

Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / ingresos	404*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / costos	471*	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / reservas	576**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / relación con empleados	554**	MODERADO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / socios	,399*	BAJO
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos / proveedores	,490*	MODERADO

Fuente: Elaborado por los Autores.

En la tabla de correlación de la variable 28 se puede observar que la correlación Uso óptimo de espacio de instalación y operación / objetivos, la correlación entre estas dos variables es confiable.

### **Varianza total explicada**

La varianza se define como la medida de dispersión que surge para indicar la variabilidad de una colección de datos relativa a su media aritmética.

A continuación, se encuentra la tabla de varianza, se ofrece una lista segmentada en autovalores de la matriz de varianzas- covarianzas y del porcentaje de varianza con representación por cada uno. Por otra parte, la información enumerada en la siguiente tabla se puede utilizar para determinar la cantidad adecuada de factores que deben exportarse de la misma tabla. Los autovalores expresan el monto de la variación total que explica cada componente, y la variación explicada expresa los porcentajes asociados a cada factor se obtienen dividiendo su respectivo autovalor por la suma de los autovalores.

La matriz que se relaciona en el anexo 9, correlaciona 24 variables incluidas en el análisis, por lo tanto, es posible extraer 24 variables independientes, así como lo evidencia la columna de porcentajes acumulados (% acumulado), con los 24 factores que es posible discriminar se puede explicar el 100% de la varianza total.

Para este caso la Varianza total explicada nos muestra que hay 24 grupos de 187 variables que nos dan el 100% de las preguntas realizadas en la herramienta de adquisición de datos fase 3, por ende, en cada grupo hay una serie de variables correlacionadas segmentando la herramienta para asegurar la confiabilidad.

### **Matriz de componente**

En esta fase se presenta el análisis de las variables con más similitudes y se agruparon de acuerdo a las mismas, se verifico la fiabilidad de las herramientas de adquisición de datos al segmentar las varianzas observadas evitando repetir información redundante, además a mayor varianza incorporada mayor cantidad de información fiable a evaluar; al presentarlas en agrupaciones es más fácil poder tomar las decisiones pertinentes, a la hora de usar la tecnología electro PCP en los pozos con alto índice de falla, se identificaron los grupos más significativos de variables los cuales se presentan a continuación.

**GRUPO 1:** Consta de 85 variables las cuales tienen en común la acción operativa en general en donde factores como el costo, el tiempo y la logística son los pilares fundamentales para tener en cuenta para la toma de decisiones como gerentes de proyectos.

Es importante tener en cuenta que la toma de decisiones basadas en la logística afecta a todos los niveles de la estructura organizativa en algún momento del proceso de producción.

**Figura 1.***Grupo 1*

Minimización de tiempo de la operación imagen publica	Bajos costos de inversión y operación confianza accionistas	Bajos costos de inversión y operación confianza accionistas	Minimización de tiempo de la operación Capex	Alta producción de fluidos objetivos
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos Capex	Minimización del tiempo de la operación proveedores	Alta producción de fluidos costos	Bajos costos de inversión y operación proveedores	Daño de operaciones proveedores
Bajos costos de inversión y operación Capex	Alta producción de fluidos Capex	Uso óptimo de espacio de instalación y operación objetivos	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos reservas	Bajos costos de inversión y operación cumplimiento regulatorio
Uso óptimo de espacio de instalación y operación imagen publica	Minimización de tiempo de la operación costos	Bajos costos de inversión y operación socios	Uso óptimo de espacio de instalación y operación accidentes	Daño en tubería ciber seguridad
Minimización del tiempo de la operación socios	Minimización de tiempo de la operación confianza accionistas	Uso óptimo de espacio de instalación y operación reservas	Alta producción de fluidos reservas	Tolerancia a presencia de gas ingresos
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos objetivos	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos proveedores	Uso óptimo de espacio de instalación y operación proveedores	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos costos	Minimización del tiempo de la operación ciber seguridad
Uso óptimo de espacio de instalación y operación confianza accionistas	Alta producción de fluidos socios	Tolerancia a presencia de gas solvencia crediticia	Tolerancia a presencia de gas socios	Minimización de tiempo de la operación objetivos
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos relación con empleados	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos cumplimiento regulatorio	Tolerancia a presencia de gas objetivos	Minimización del tiempo de la operación proveedores	Tolerancia a presencia de gas imagen publica
Bajos costos de inversión y operación objetivos	Uso óptimo de espacio de instalación y operación costos	Alta producción de fluidos cumplimiento regulatorio	Bajos costos de inversión y operación reservas	Minimización del tiempo de la operación ambiental
Tolerancia a	Daño de	Mayor eficiencia	Bajos costos de	Mayor eficiencia

presencia de gas accidentes	operaciones Capex	de los equipos tecnológicos ingresos	inversión operaciones accionistas	de los equipos tecnológicos confianza accionistas
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos imagen publica	Tolerancia a presencia de gas eficiencia operacional	Uso óptimo de espacio de instalación y operación solvencia crediticia	Alta producción de fluidos relación con empleados	Bajos costos de inversión y operación relación con los empleados
Bajos costos de inversión y operación enfermedad laboral	Daño en tubería imagen publica	Uso óptimo de espacio de instalación y operación ciber seguridad	Bajos de inversión y operación costos	Uso óptimo de espacio de instalación y operación cumplimiento costos regulatorio
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos enfermedad laboral	Tolerancia a presencia de gas cumplimiento regulatorio	Daños de empaquete Deformación de cavidades Mala lubricación cumplimiento regulatorio	Bajos costos de inversión y operación solvencia crediticia	Tolerancia a presencia de gas relación con empleados
Alta producción de fluidos proveedores	Minimización de tiempo de la operación relaciones con empleados	Uso óptimo de espacio de instalación y operación enfermedad laboral	Daños de empaquete Deformación de cavidades Mala lubricación imagen publica	Daños de empaquete Deformación de cavidades Mala lubricación reservas
Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos solvencia crediticia	Alta producción de fluidos enfermedad laboral	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos ambiental	Fatiga en el rotor Capex	Bajos costos de inversión y operación eficiencia operacional
Alta producción de fluidos imagen publica	Tolerancia a presencia de gas reservas	Tolerancia a presencia de gas proveedores	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos accidentes	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos socios
Uso óptimo de espacio de instalación y operación Capex	Minimización del tiempo de la operación enfermedad laboral	Bajos costos de inversión y operación ambiental	Bajos costos de inversión y operación ciber seguridad	Daños de empaquete Deformación de cavidades Mala lubricación ciber seguridad

Fuente: Elaborado por los Autores.



**GRUPO 2:** Consta de 30 variables las cuales tienen en común todos los daños en equipos, operativos, logísticos, impactos, básicamente los riesgos que se tienen a la hora de implementar la tecnología electro PCP en los pozos con índice de falla, por ende, se deben analizar para poder tomar las decisiones gerenciales del caso.

**Figura 2.**

*Grupo 2*

Daño en la tubería confianza accionistas	Daños de operaciones confianza accionistas	Daño en tuberías objetivos	Daño de operación objetivos
Daño en la tubería ambiental	Daños en la bomba proveedores	Daño en tubería Capex	Daño de operaciones costos
Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación ambiental	Daño de operación ingresos	Daños en la bomba socios	Daño en tubería eficiencia operacional
Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación ingresos	Fatiga en el rotor proveedores	Daño en tuberías ingresos	Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación objetivos
Daños de operaciones relación con empleados	Daños en la bomba ingresos	Fatiga en el rotor socios	Daño en la tubería socios
Daño en la tubería proveedores	Fatiga en el rotor confianza accionistas	Daño en tuberías costos	Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación eficiencia operacional
Daños de operaciones eficiencia operacional	Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación proveedores	Fatiga en el rotor relación con empleados	Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación relación con empleados
Daños en la bomba Capex	Daño en la tubería relación con empleados		

Fuente: Elaborado por los Autores.

**GRUPO 3:** Consta de 14 variables las cuales tienen en común los factores externos que inciden como riesgo a la hora de usar la tecnología electro PCP.

**Figura 3.**

*Grupo 3*

Daño de operaciones enfermedad laboral	Minimización de tiempo de la operación eficiencia operacional	Daños de operaciones solvencia crediticia	Daños en la bomba solvencia crediticia
Daño en la tubería enfermedad laboral	Fatiga en el rotor solvencia crediticia	Alta producción de fluidos confianza accionistas	Daños de operaciones ciberseguridad
Uso óptimo de espacio de instalación y operación eficiencia opera	Fatiga en el rotor enfermedad laboral	Alta producción de fluidos ciber seguridad	Daños en la bomba costos
Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación enfermedad laboral	Daños en la bomba enfermedad laboral		

Fuente: Elaborado por los Autores.

**GRUPO 4:** Consta de 12 variables las cuales tienen en común la bomba de la tecnología electro PCP, los riesgos que se deben tener en cuenta al usar dicha tecnología en los pozos con alto índice de falla.

**Figura 4.**

*Grupo 4*

Daños en la bomba relación con empleados	Bajos costos de inversión y operación imagen publica	Daños en la bomba cumplimiento regulatorio	Tolerancia a presencia de gas enfermedad laboral
Fatiga en el rotor ambiental	Tolerancia a presencia de gas confianza accionistas	Alta producción de fluidos ingresos	Daños de empaque De formación de cavidades

Mala lubricación socios	Alta producción de fluidos ambiental	Uso óptimo de espacio de instalación y operación ingresos	Fatiga en el rotor accidentes
-------------------------	--------------------------------------	---	-------------------------------

Fuente: Elaborado por los Autores.

**GRUPO 5:** Consta de 9 variables las cuales tienen en común la producción y operación, que se tenga en los pozos con alto índice de falla.

### Figura 5.

#### Grupo 5

Alta producción de fluidos accidentes	Alta producción de fluidos solvencia crediticia	Uso óptimo de espacio de instalación y operación socios	Minimización de tiempo de la operación reservas
Daño de operaciones accidentes	Fatiga en el rotor ciber seguridad	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos eficiencia operacional	Daño en tubería solvencia crediticia
Minimización de tiempo de la operación solvencia crediticia			

Fuente: Elaborado por los Autores.

**GRUPO 6:** Consta de 7 variables las cuales tienen en común Tolerancia que existe en temas de costos, ambiental, operativa y reservar al usar la tecnología electro PCP en los pozos con alto índice de falla.

### Figura 6.

#### Grupo 6

Tolerancia a presencia de gas costos	Uso óptimo de espacio de instalación y operación ambiental	Daños de empaque Deformación de cavidades Mala lubricación accidentes	Fatiga en el rotor eficiencia operativa
Tolerancia a presencia de gas ambiental	Daño en la tubería accidentes	Daños de operaciones reservas	

Fuente: Elaborado por los Autores.

## Estadísticas de Fiabilidad

El Alfa de Cronbach es descrito como el coeficiente utilizado para determinar cuál es la fiabilidad de una escala o test, se debe tener en cuenta que entre más cercano a 1 la fiabilidad es más alta, como se muestra en el anexo 10, en este caso el ALFA DE CRONBACH arroja 0.968 mostrándonos una gran fiabilidad de las herramientas aplicadas para este reconocimiento de los riesgos.

### **Guía para la evaluación, valoración y análisis de riesgos de Tecnología ESPCP basados en la teoría de decisiones**

En primer lugar, es importante señalar que la teoría de toma de decisiones de este proyecto se basa en la idea de que las metas que se integran en la gestión operativa deben ser validadas. Como resultado, es crucial llegar a decisiones teniendo en cuenta la infraestructura de la organización y los procesos, lo que requiere que cada gerente tenga la capacidad de analizar y evaluar los riesgos inherentes a cada actividad; por lo tanto, se deben tomar las variables presentes, siendo en este caso amenazas y beneficios, con el propósito de que las mismas aporten una posible solución basándose en la lógica cualificable. De acuerdo con esto y basados en la información como principal exponente de análisis se desarrolla el modelo de gestión que se encuentra en el Anexo 13, donde se describe el modelo de evaluación, valoración y análisis de riesgos de la tecnología ESPCP basados en la teoría de decisiones; resultante de la investigación propuesta, es importante resaltar que se requiere para su inicio el registro de información de la tecnología, así como la identificación, evaluación, tratamiento y monitoreo de los pozos petrolíferos, a fin de conocer el índice de falla y la prevalencia de riesgo en cada pozo. Para este modelo se estiman 5 fases:

Fase 1. Como primera medida se determinan las amenazas significativas, considerando que como resultado de la descripción general de las fallas en los pozos del campo Dina, se describen 5 amenazas (daño empaque, daño en la bomba, fatiga del rotor, daño en la tubería y daño de operación); de igual manera se identifican los beneficios de la aplicación de la tecnología, que en el caso particular de evaluación en función de los resultados de la caracterización de beneficios en la implementación de la tecnología, se determina que es propicia al impactar de forma positiva en las siguientes variables: (alta producción de crudo, tolerancia en presión, minimización en el

tiempo de operación, optimización de espacio de instalación, mayor eficiencia de los equipos tecnológicos).

Fase2. Para la segunda fase se determina la frecuencia de riesgo al precisar el número de veces que se repiten las amenazas y los beneficios; así como también se considera el impacto en el nivel organizacional valorando las categorías de (estrategias, negocio, reputación, relacionamiento, seguridad y medio ambiente), las cuales hacen parte del modelo de la Compañía Frontera Energy Corp. Sucursal Colombia.

Fase3. La fase tres se estableció considerando el decreto 2157 del 2017, como base para elaborar el plan de gestión del riesgo, a fin de focalizar la priorización del riesgo y la probabilidad de ocurrencia.

Fase 4. Llegando posteriormente a la fase 4 basada en la teoría de toma de decisiones, en la que se deben aplicar 5 pasos:

- Identificar las características del tipo de pozo a evaluar
- Expertos que examinen la posibilidad y la eficacia de la tecnología
- Cálculo de probabilidades favorabilidad incondicional
- Probabilidad de ganancia menos el costo
- Codificación del riesgo en intervención y no intervención

Fase 5. Finalmente, en la fase 5, se tiene en cuenta tres niveles, (operativo, táctico y directivo), los cuales hacen parte de la gestión empresarial, y aseguran la eficacia de las acciones de la gerencia en la toma de decisiones acertadas, para el rendimiento óptimo de la compañía y la producción de crudo.

### Esquema de diseño para valoración y análisis de riesgos basados en la teoría de decisiones

En contraste con lo anterior se realizó una plantilla en Excel aplicando la Teoría de decisiones, en donde el resultado contribuye a tomar las mejores decisiones con relación a la intervención de los pozos y el uso de la tecnología electro PCP, por ende, la plantilla maneja unas fases y es importante resaltar que para que la fiabilidad de este ejercicio sea del 95% los datos deben ser fiables y reales.

En el anexo 11, se presenta la Matriz Toma de decisiones la cual detalla los componentes que intervienen en la valoración y análisis de riesgos, a continuación, en la gráfica 30 se relaciona el diagrama conceptual del modelo de teoría de decisiones con la identificación de las variables de entrada, de proceso y de salida para toma de decisiones, así como se definen los componentes que intervienen en la valoración y evaluación de la matriz.

#### Grafica 30.

##### Diagrama conceptual del modelo teoría de decisiones

INFORMACION DE ENTRADA	ACTIVIDADES DE PROCESO	INFORMACION DE SALIDAS
1. CAMPO 2. POZO 3. MARCADOR/BREND 4. LIFTING COST 5. DILUTION 6. TRANSPORT 7. DIFERENTIAL/CVC 8. PRODUCCION NETA 9. TIEMPO (DIAS)	1. FIELD NETBACK USD/BBL = (SUMATORIA DE: CAMPO, POZO, MARCADOR/BREND, LIFTING COST, DILUTION, TRANSPORT, DIFERENTIAL/CVC) 2. INGRESO USD = (MULTIPLICACION FIELD NETBACK USD/BB, PRODUCCION NETA, TIEMPO (DIAS))	1. FIELD NETBACK USD/BBL 2. INGRESO USD
10. IMPACTO DEBE SER PREDERTEMINADO	3. EL EXPERTO REALIZA ESTA CALIFICACION	3. RESULTADO IMPACTO
11. CAPEX DEBE SER PREDERTEMINADO	4. ARBOL DE DECISION 5. PROBABILIDADES INCONDICIONALES	4. RESULTADO DE INTERVENCION O NO INTERVENCION 5. PROBABILIDAD DE FAVORABILIDAD Y DESFAVORABILIDAD

Fuente: Elaborado por los Autores.

Componente 1. En esta fase se debe identificar el tipo de pozo que se va a evaluar, estableciendo el precio de referencia de venta (BRENT/BBL), el costo de producción del campo (LIFTING COST), el costo de dilución (DILUTION) que para el caso de estudio Campo Dina Terciarios, no aplica por que corresponde a un crudo liviano que no requiere dilución, el costo del transporte (TRANSPORT) de sacar el crudo ya sea por tubería o por tanque hasta el destino, para ser distribuido, el costo de las perdidas por comprensibilidad del crudo (DIFERENTIAL/CVC).

La producción del pozo se involucra en barriles brutos (Producción antes de regalías), así como el tiempo que se estima con reservas en el campo. Después de este resultado se diligencia el Potencial BBL que básicamente es la producción del pozo o la producción asociada a ese proyecto además del TIEMPO de consideración de evaluación del pozo o tiempo que resta la producción del pozo finalizando con los INGRESOS el cual es el mismo NETBACK DOLARES X BARRIL GANANCIA, mientras el CAPEX corresponde a la inversión que se valora en dólares para realizar la diferencial. Se registra la probabilidad la cual resulta de la matriz de enlace siendo la probabilidad final de categoría, dando como resultado hasta 1, como se presenta en la figura 7.

**Figura 7.**

*Información Proyecto*

CAMPO	PROYECTO INVERSIÓN								
DINA TERCIARIOS	MARCADOR (BRENT USD/BBL)	FIELD BREAKEVEN USD/BBL				FIELD NETBACK USD/BBL	PRODUCCION NETA	TIEMPO (DIAS)	INGRESO USD
POZO		LIFTING COST	DILUTION	TRANSPORT	DIFERENTIAL/ CVC				
DT-109	111,8	11,56	0	4,85	4,91	110	35	100	385000

Fuente: Elaborado por los Autores.

Componente 2. Las probabilidades y la eficacia del experimento se deben establecer por expertos, las cuales deberán tener como argumento principal los historiales de los pozos a intervenir y el uso de la tecnología Electro PCP en las mismas, la escala que se maneja en las



probabilidades es tipo Likert según los niveles tipificados evidenciando la favorabilidad y desfavorabilidad determinando las probabilidades incondicionales siendo esta las sumatorias de las probabilidades desfavorables y la sumatoria de las probabilidades favorables en cada caso teniendo en cuenta que la suma total de estas no debe sobrepasar a 1.

Para encontrar la base de la valoración de la probabilidad se parte de la matriz promedio que representa el número de encuestas relacionadas con los valores promedios seleccionados, la cual indica como resultado, el promedio final de cada uno de los beneficios y amenazas, como se observa en la figura 8, para el caso evaluado, siendo el punto de partida para la construcción de la Matriz de enlace.

**Figura 8.**

*Matriz promedio*

VARIABLES	NUMERO DE ENCUESTAS																									PROMEDIO FINAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Daños de empaque / Deformacion de cavidades / Mala lubricacion	3	4	1	1	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3
Daños en la bomba	3	3	1	1	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Fatiga en el rotor	3	3	1	1	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	3	3	2	3
Daño en tuberías	4	3	1	1	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Daños de operación	4	3	1	1	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
Alta produccion de fluidos	4	4	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tolerancia a presencia de gas	4	3	1	1	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Minimizacion del tiempo de la operación	4	4	1	1	1	1	2	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3	3
Bajos costos de inversion y operación	4	3	1	1	1	1	2	3	2	3	2	4	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Uso optimo de espacio de instalacion y operación	4	3	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3	3	3
Mayor eficiencia de los equipos tecnologicos	4	4	1	1	1	1	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3

Fuente: Elaborado por los Autores.

La matriz de enlace registra las 5 amenazas y 6 beneficios, así como la frecuencia dada en la cantidad de veces que se repite las variables (amenaza, beneficio), en el proceso de encuesta,

identificando que la amenaza con mayor número de repeticiones es la # 3, así mismo el beneficio #3 presenta mayor repetición en comparación con los demás, de acuerdo con los resultados presentados en la figura 9.

**Figura 9.**

*Matriz de enlace.*

VARIABLES	FRECUENCIA	PUNTAJE MAXIMO	PROBABILIDAD FRECUENCIA	IMPACTO	TOTAL	PROBABILIDAD IMPACTO	PROMEDIO GEOMETRICO	PROBABILIDAD FAVORABILIDAD
AMENAZA 1	0,84	5	0,168	2,9	5	0,57132549	0,30981072	0,69018928
AMENAZA 2	1	5	0,2	2,9	5	0,588109804	0,342960582	0,657039418
AMENAZA 3	1,4	5	0,28	3,0	5	0,605301961	0,411685012	0,588314988
AMENAZA 4	0,92	5	0,184	3,0	5	0,606023529	0,333928629	0,666071371
AMENAZA 5	0,84	5	0,168	2,9	5	0,588862745	0,314529714	0,685470286
BENEFICIO 1	0,75	5	0,15	2,8	5	0,553380392	0,288109456	0,288109456
BENEFICIO 2	0,34	5	0,068	2,7	5	0,544188235	0,192366317	0,192366317
BENEFICIO 3	1,5	5	0,3	2,9	5	0,571419608	0,414036088	0,414036088
BENEFICIO 4	0,9	5	0,18	2,6	5	0,527341176	0,308093187	0,308093187
BENEFICIO 5	0,71	5	0,142	2,7	5	0,537945098	0,27638416	0,27638416
BENEFICIO 6	0,79	5	0,158	2,7	5	0,53145098	0,28977449	0,28977449

Fuente: Elaborado por los Autores.

Posteriormente se presenta el puntaje máximo el cual corresponde a los niveles de probabilidad descritos como (muy alta, alta, media, baja y muy baja); se registra la probabilidad de frecuencia dividiendo el puntaje máximo sobre la frecuencia, continuando así con el impacto máximo calculado este con los promedios de las estadísticas presentadas en la matriz promedio (figura 8).

Para calcular la probabilidad de impacto se divide el total del puntaje máximo y el impacto, mientras que para estimar el promedio geométrico se emplea una raíz cuadrada entre la probabilidad de la frecuencia y la probabilidad de impacto generando un resultado categorizado.

Para el desarrollo de la probabilidad de favorabilidad, se tiene en cuenta restar sobre 1 las amenazas, considerando positivos valores menores, mientras que en los beneficios se saca el mismo promedio geométrico, ver anexo 7.

La categorización de probabilidad es un condicionante tipificado en niveles que van de (muy baja, baja, media, alta y muy alta); tiene una probabilidad inicial de 0.2 indicando un nivel muy bajo, si se presenta 0.4 el nivel es bajo, como nivel medio registra 0.6, para nivel alto 0.8 y si alcanza valores cercanos o igual a 1 este porcentaje se categoriza como nivel muy alto, de acuerdo con la figura 10, al final se hace un recuento del conteo de categorización del total de los niveles de probabilidad.

**Figura 10.**

*Continuidad Matriz de enlace*

CATEGORIA FAVORABILIDAD	NIVEL CATEGORIA	CONTEO CATEGORIA	APORTE CATEGORIA	DESCUENTO CATEGORIA
ALTA	MUY ALTA	0	0	0,198
ALTA	ALTA	4	0,290909091	0,126
MEDIA	MEDIA	2	0,145454545	0,162
ALTA	BAJA	4	0,290909091	0,126
ALTA	MUY BAJA	1	0,072727273	0,18
BAJA				
MUY BAJA				
MEDIA				
BAJA				
BAJA				
BAJA				
TOTAL	11	11		
APORTE UNIDAD	0,072727273	0,072		
DESCUENTO UNIDAD	0,018181818	0,018		

Fuente: Elaborado por los Autores.

El aporte de categorización se presenta al multiplicar el conteo de categorización por el aporte de la unidad, mientras que el descuento de categorización comprende la resta entre el descuento de la unidad por el aporte de categorización. Una vez se identifica el aporte de la unidad se divide en este caso sobre 11 al tener en cuenta que corresponde al conteo de categorización para este caso en particular, como se muestra en la figura 11.

**Figura 11.**

*Aporte/ descuento*

APORTE UNIDAD	0,072727273	0,072
DESCUENTO UNIDAD	0,018181818	0,018

Fuente: Elaborado por los Autores.

El parámetro de referencia para la categorización del nivel de favorabilidad (Muy Alta / Alta / Media / Baja / Muy Baja) parte de un comportamiento lineal en función de la cantidad de categorías a evaluar, no obstante, la probabilidad de ocurrencia no puede ser mayor que uno (1), y se distribuye de forma lineal como punto de partida para generar mediante el aporte y el descuento la valoración de la frecuencia relativa de ocurrencia de las amenazas y beneficios identificados en el escenario objeto de análisis, indicado en la figura 12 y como complemento en la figura 13.

### Figura 12.

#### *Probabilidad final*

NIVEL FAVORABILIDAD	PROBABILIDAD INICIAL	APORTE CATEGORIA	DESCUENTO CATEGORIA	PROBABILIDAD FINAL CATEGORIA
MUY ALTA	0,2	0	0,198	0,002
ALTA	0,2	0,290909091	0,126	0,364909091
MEDIA	0,2	0,145454545	0,162	0,183454545
BAJA	0,2	0,290909091	0,126	0,364909091
MUY BAJA	0,2	0,072727273	0,18	0,092727273
<b>TOTAL</b>				<b>1,0</b>

Fuente: Elaborado por los Autores.

### Figura 13.

#### *Probabilidad*

PROBABILIDAD	
DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
MUY ALTA	0,0020
ALTA	0,3649
MEDIA	0,1835
BAJA	0,3649
MUY BAJA	0,0927
<b>TOTAL</b>	<b>1,0</b>

Fuente: Elaborado por los Autores.

Para el caso de la valoración de la eficacia del experimento, la valoración (Muy Alta / Alta / Media / Baja / Muy Baja), se determina en función de la aplicabilidad de la tecnología en relación con las fuentes técnicas primarias de recolección de información a nivel de pruebas en campos y pozos con similitudes que indiquen resultados favorables o desfavorables para la implementación de la tecnología ESPCP, esta evaluación es cualitativa y parte de un análisis previo en donde confluyen todas las características del conjunto yacimiento-pozo-superficie, la valoración final no puede ser mayor a 1 y corresponde al experimento específico que se esté evaluando, con estos valores se alimenta la matriz de la figura 14.

**Figura 14.**

*Eficacia del experimento*

IMPACTO	
DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
PROB(F/MA)	0,02
PROB(F/A)	0,36
PROB(F/M)	0,4
PROB(F/B)	0,17
PROB(F/MB)	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>

Fuente: Elaborado por los Autores.

El costo del experimento o Capex se determina haciendo un estimado de todos los factores operativos, logísticos, recurso humano, entre otros, que inciden en el análisis del estudio, como se muestra en la figura 15.

**Figura 15.**

*Costo del experimento o Capex*

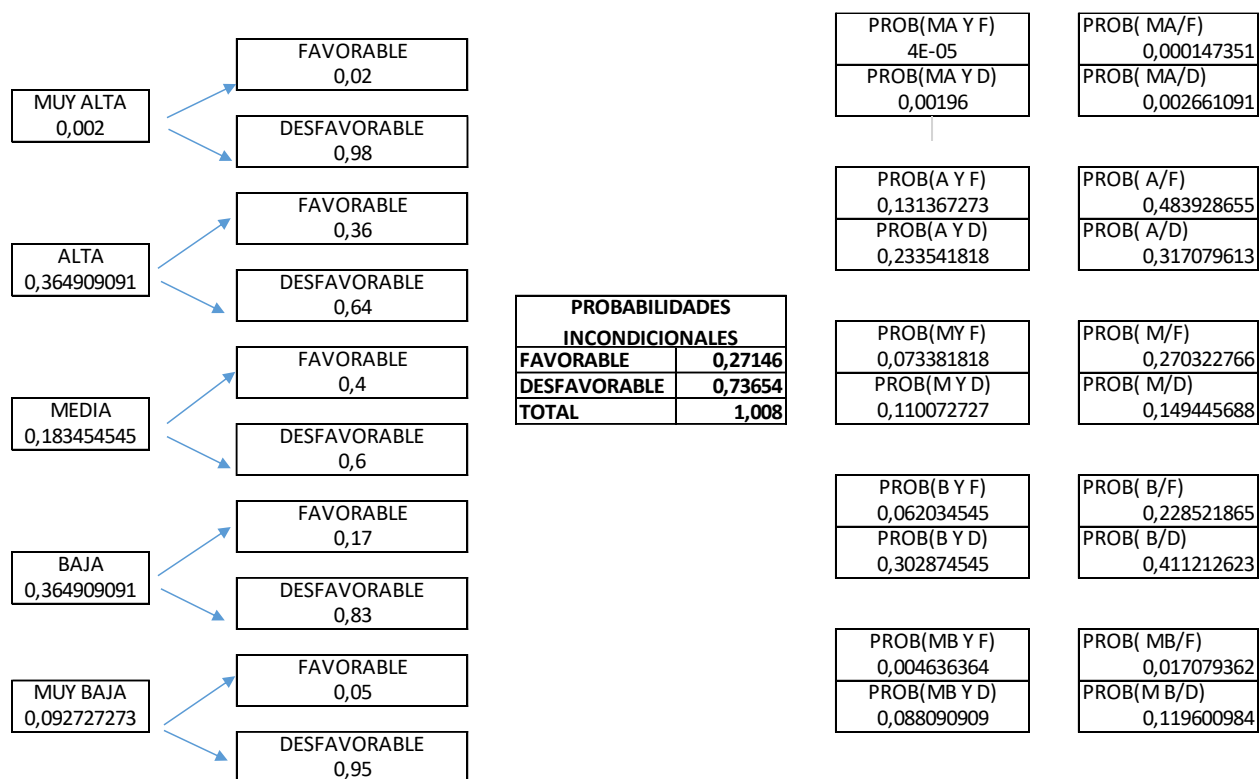
<b>CAPEX USD</b>	<b>150000</b>
------------------	---------------

Fuente: Elaborado por los Autores.

Componente 3. En esta fase se calcula la probabilidad asignando la favorabilidad que sale de la eficacia del experimento y la desfavorabilidad se asigna con la eficacia del experimento menos uno. La siguiente acción es multiplicar la eficacia del experimento con la favorabilidad o en el otro caso desfavorabilidad, como se muestra en la figura 16. La probabilidad incondicional es la sumatoria total de la favorabilidad y desfavorabilidad, y se debe contemplar que su máximo valor corresponde a 1; ahora las unidades de favorabilidad o desfavorabilidad (muy alta, alta, media, baja, muy baja) valoradas anteriormente se dividen con los resultados de la probabilidad incondicional calculada para determinar la probabilidad de que ocurra un evento independientemente si se han producido otros factores.

**Figura 16.**

*Matriz Favorabilidad*

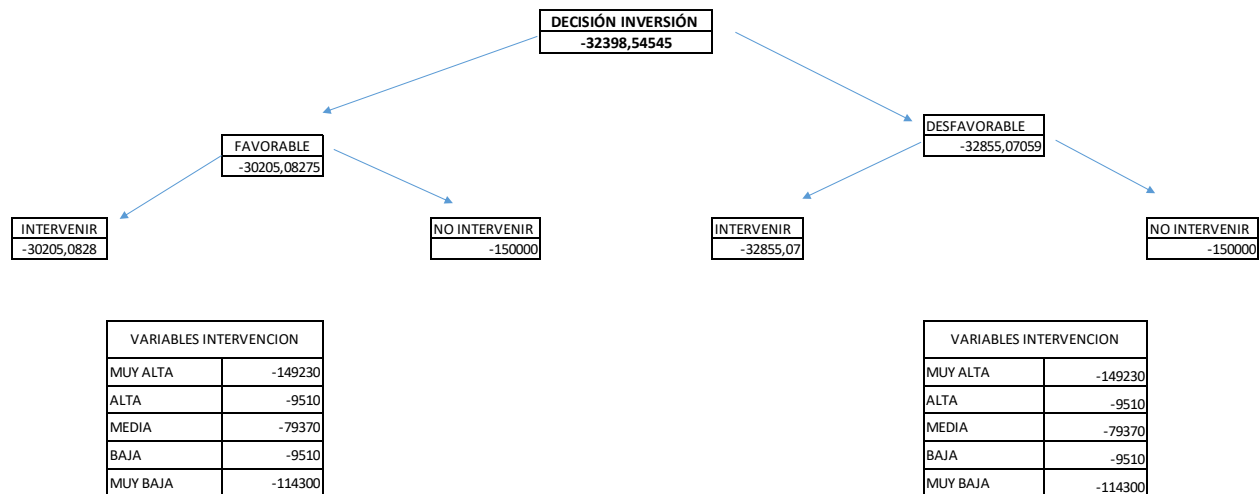


Fuente: Elaborado por los Autores.

Componente 4. La decisión del experimento se realiza entre la multiplicación de la favorabilidad, la probabilidad incondicional más desfavorabilidad con la probabilidad incondicional, como se presenta en la figura 17. La favorabilidad y la desfavorabilidad se obtiene sacando el máximo entre la intervención y la no intervención. Las variables para la intervención corresponden a la probabilidad por la ganancia menos el costo del experimento (probabilidad \* Ingreso - Capex); seguidamente se presenta la favorabilidad, la cual tiene como objetivo sacar el máximo provecho de la intervención y así mismo tomar la decisión, la intervención es la multiplicación de cada una de las variables de probabilidad, por cada una de las variables de intervención, este resultado se debe analizar frente a la no intervención que corresponde al valor del costo del experimento o Capex.

**Figura 17.**

*Matriz de Decisión Experimento*



Fuente: Elaborado por los Autores.

Componente 5. En la última fase se realiza la calificación de los riesgos asociados a la actividad, los resultados de la intervención y la no intervención se expresa en porcentaje sobre 1, como se presenta en la figura 18.

**Figura 18.***Calificación Riesgos*

GESTION DEL RIESGO FAVORABLE		GESTION DEL RIESGO DESFAVORABLE	
INTERVENIR	-30205,1%	INTERVENIR	-32855,1%
NO INTERVENIR	-150000%	NO INTERVENIR	-150000%

Fuente: Elaborado por los Autores.

Finalmente, con el resultado se ubica en la matriz de probabilidad e impacto de riesgos y se analiza los riesgos que proporciona la matriz, con el fin de tomar la decisión más efectiva en beneficio de la compañía para la intervención del pozo y el uso de la tecnología electro PCP, una vez identificados y evaluados los riesgos de acuerdo con las categorías expuestas, se alimenta la matriz de resultado probabilidad de impacto riesgo presentada en el anexo 12.

En el anexo 14 parte A y B, se presenta una guía didáctica que permite a los Stakeholders visualizar los pasos de la metodología para la evaluación, valoración y análisis de riesgos en la implementación de la tecnología ESPCP aplicada para el caso particular del campo Dina Terciarios.



### Conclusiones

Teniendo en cuenta que la causa principal para que se presenten fallas en los pozos malos actores del campo Dinás Terciarios, está relacionada con daños mecánicos en tuberías, varillas y bomba; así como amenazas asociadas al nivel organizacional, se concluye la necesidad de implementar un Sistema de Levantamiento Artificial (ALS), que pueda brindar soluciones precisas a las falencias evidenciadas.

El caracterizar las amenazas y los beneficios del uso de la tecnología ESPCP, en pozos con alto índice de falla, permitió identificar la posibilidad de aplicación de la tecnología Electro PCP en los pozos petroleros, considerando además de las características propias de los pozos, arena y desnivel, elementos esenciales como el conocimiento de los diversos profesionales que manejan los Sistemas de Levantamiento Artificial ESPCP, quienes a través de sus prácticas y experiencias tienen un concepto sólido sobre su uso y desempeño.

En cuanto al desarrollo de un esquema de diseño para la valoración y análisis de riesgos basados en la teoría de decisiones, se determinó la probabilidad de riesgo ligadas a variables como: costos, eficiencia operativa, ingresos, operación Capex (gastos de capital) e imagen pública, se evidenció un riesgo muy alto concluyendo la necesidad de implementar un esquema de diseño para la valoración, vinculando la teoría de decisiones identificando las amenazas más apremiantes, a fin de estandarizar mediante niveles la probabilidad de riesgo ante la implementación del Sistema de Levantamiento Artificial Electro PCP en pozos productores de petróleo. Esto concluyó la necesidad de tomar como eje central el decreto 2157 de 2017 para implementar metodologías, basadas en el resultado de análisis de variables, así como la instrucción y aplicación de la Matriz estandarizada en el presente documento y explicada

mediante un documento, la cual está centrada en la teoría de toma de decisiones, a fin de priorizar los riesgos y la intervención de estos.

Los pasos sugeridos para el análisis de riesgos en la implementación de la tecnología ESPCP, disminuyen la probabilidad de falla y mejoran la eficacia en la toma de decisiones a la hora de implementar la tecnología considerando las variables de los pozos, por lo tanto, este modelo facilitara una mejor gestión en la Empresa Frontera Energy.

### **Recomendaciones**

Se recomienda implementar como estrategia de prevención el modelo de gestión de riesgos asociado a la teoría de decisiones el cual se diseñó en el presente documento, a fin de posteriormente evaluar su impacto en la decisión de intervenir o no los pozos malos actores del campo Dinás Terciarios.

Se recomienda identificar e incluir en la evaluación de riesgos, factores externos no mecánicos como los conocimientos de los operadores ante la tecnología a implementar, considerando que diversos daños en los procedimientos se presentan ante el inadecuado manejo de las maquinarias, en donde se generan desgastes innecesarios al no tener en cuenta las condiciones necesarias para la implementación de la tecnología.

Se recomienda a la institución crear espacios de capacitación específica para el uso de la ALS Electro PCP, considerando que al ser un sistema de levantamiento híbrido, tiene diversas tecnologías que pueden variar en la instalación según los requerimientos específicos del suelo y del crudo. Así también se recomienda mejorar la formación del equipo, en la gestión de riesgos a fin de identificar y prevenir las condiciones de desfavorabilidad de los pozos en los que se evalué la implementación de la tecnología ESPCP

## Referencias

- Alcaldía de Santa Marta. (2016). *Santa Marta, Magdalena*. Santa Marta - Colombia: Recuperado de: <https://www.google.com.co/maps/place/Santa+Marta,+Magdalena/@11.086027,-74.167729,10z/data=!4m5!3m4!1s0x8ef4e8808cda00ad:0xfe78cadd2d6f79ea!8m2!3d11.233109!4d-74.192919>.
- Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados. (2007). *Diagnóstico Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. San Andres - Colombia: Obtenido en: [http://www.acnur.org/t3/uploads/media/COI\\_2186.pdf?view=1](http://www.acnur.org/t3/uploads/media/COI_2186.pdf?view=1).
- Alvarez. (2015). Análisis para la Implementación del Sistema de Bombeo Electrosumergible de Cavidad Progresiva en Pozos de Crudo Pesado en el Campo del Oriente Ecuatoriano. *Escuela Politécnica en Geología y Petróleos*, 2-247.
- Apolo, Manrique, Rodríguez, Martínez, Esparza, Lliguizaca, Arcentales & Escobar. (2020). Levantamiento Artificial en campos petroleros del Ecuador. *Engineering*, 27-31. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/344972829\\_Metodologia\\_para\\_seleccion\\_de\\_Sistemas\\_de\\_Levantamiento\\_Artificial\\_en\\_campos\\_petroleros\\_del\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/344972829_Metodologia_para_seleccion_de_Sistemas_de_Levantamiento_Artificial_en_campos_petroleros_del_Ecuador)
- Art 25, Constitución Política de Colombia (1991). Obtenido de <https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>
- Artificial Lift Solutions. (s.f). ¿Qué Tecnologías de Levantamiento Artificial elegir? *Keep it Moving*. Obtenido de <https://www.pcmals.com/es/educacion-sobre-levantamiento-artificial/que-tecnologias-de-levantamiento-artificial-elegir>

- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogota D.C., Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Barrera. (2012). Aplicaciones del Sistema Artificial de producción Híbrido ESPCP: Bombas de Cavidades Progresivas Asistida por un Motor Electrico Sumergido. *Ciudad Universitaria*.
- Baston, C. (2007). *Tecnicas de fotografia para Foto-periodistas*. Habana: Instituto Internacional de periodismo José Martí.
- Bedoya Ortiz, J. P. (2009). Metodología para la gestión de proyectos de infraestructura de transmisión de energia electrica aplicada al proyecto subestacion Yarumal II y repotenciacion lia 110 Kv Salto- Yarumal. *Ingenieria Industrial*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2575>
- Bohórquez, Rubiano, Labrador & Suárez. (2013). Implemetation of Bottom-Drive Progressive-Cavity Pums Technology in La Cira- Infantas Oil Fields as a Reliable Artificial Lift Method. *Artificial Lift Conference- Americas*. . doi:<https://doi.org/10.2118/165005-MS>
- Borea & Vélez. (2012). Teoria de la decisión. *Universidad Nacional de la Matanza*. Obtenido de <http://www.cienciared.com.ar/ra/usr/4/26/m0.pdf>
- Bravo, Aguilar, Rios & Rivas. (2011). Arquitectura Basada en inteligencia artificial distribuida de producción industrial. *Revista Iberoamericana de automatica e Informatica Industrial RIAI*, 8(4), 405-417. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/280589/1-s2.0-S1697791211X00031/1-s2.0-S1697791211000471/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEIaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQCqvQhe0RVeC0Yqhv u%2BITNjHj%2BUcPH0mobBgZYNHfLoTAIgJWDIiPaHj8ihDufe58EL3eWOgVZcW Btgs5omPafD>

- Cairo, A. (2008). *Infografía.2.0. Visualización Interactiva de la Información en Prensa*. Madrid.
- Camara de Comercio del Huila. (2015). Impacto de la Crisis Petrolera en el Huila. *Informa*.  
Obtenido de <https://www.cchuila.org/wp-content/uploads/2021/01/Impacto-de-la-crisis-petrolera-en-el-Huila-2015.pdf>
- Casal. (2006). Gestión de Proyectos, Elementos Básicos a tener en Cuenta como Punto de Partida para Realizar Eficazmente su Proyecto. *Ideas Propias*, 120. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=m2jzCAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Casallas & Cuy. (2019). Evaluación Técnico- Financiera del Sistema de Levantamiento Artificial ESPCP en un Campo en el Valle Medio del Magdalena a partir de un análisis de fallas. *Fundación Universidad de América*, 1-146. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7345/1/5151211-2019-1-IP.pdf>
- Chindu, Too-chukwu & Obiduike. (2020). Optimización del sistema de producción de Petróleo pesado, mediante Bombas Sumergibles de Cavidad Progresiva (ESPCP) en Delta del Níger. *Revista Internacional de Ingeniería de petróleo, gas y carbon.*, 8(2), 40-46.  
doi:doi: 10.11648/j.ogce.20200802.12 ISSN: 2376-7669
- Chuquin & Murminacho. (2013). Optimización de la Producción de Crudos Pesados Mediante Bombeo Electrosumergible de Cavidad Progresiva del Campo Fanny 18B. *Universidad Central del Ecuador*, 1-260.
- Circular 0041. (2020). Trabajo en casa Pandemia COVID 19. *Gobierno Nacional de Colombia*.  
Obtenido de <https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid19/acciones/acciones-de-empleo.html>

Colectivo, d. A. (2003). *Base MAterial de Táctica Criminalistica*. Habana: Laboratorio Central de criminalistica.

Coll, M. (2022). Riesgo Económico. *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/riesgo-economico.html#:~:text=Riesgo%20pa%C3%ADs%3A%20El%20riesgo%20que,la%20variación%20de%20las%20divisas>.

Colombia, M. d. (2016).

Comandante de Metropolitana de Policia de Santa Marta. (2015). *Orden de Servicio: Seguridad durante las fiestas del Mar 2015*. Santa Marta: Policia Nacional. Metropolitana de Santa Marta.

Comite Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD. (2017). Terminologia sobre gestion del riesgo de desastres y fenómenos amenazantes. *Sistema Nacional de Gestion del Riesgo*. Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=E847D6B9FCE25213B0C1DD28647D2F09?sequence=2>

Congreso de Colombia. (2000). *Ley 599.Codigo Penal Colombiano*. Bogotá D.C., Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.

CONPES 3714. (2012). El riesgo previsible en el marco de la politica de contratación pública. *Corporación Empresarial Latinoamericana*.

Cortes & Delgado. (2018). Evaluacion Técnico Financiera para el cambio del Sistema de Levantamiento artificiaial actual por bombeo por cabidades progresivas con motro en

- fondo de imanes permanentes en tres pozos de un campo petrolero. *Fundación America*.  
Obtenido de <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/6809/1/5131569-2018-2-IP.pdf>
- Cortés & Delgado. (2018). Evaluación Técnico- Financiera para el Cambio del Sistema de Levantamiento Artificial actual por Bombeo por Cavidades Progresivas con Motor en Fondo de Imanes Permanentes en tres Pozos de un Campo Petrolero. *Fundación Universitaria de América*. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6809/1/5131569-2018-2-IP.pdf>
- De Soto, L. (2013). *Filosofía de la historia del arte*. Habana: Universidad el a Habana.
- Decreto 1072. (2015). Decreto Unico reglamentario de trabajo. *Ministerio de Trabajo*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/normatividad/decreto-unico-reglamentario>
- Decreto 884. (2012). Teletrabajo. *Sistema Unico de Informacion Normativa*. Obtenido de <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1183842>
- Defensa, M. d. (s.f.).
- Denzin, N. K.; Lincoln, Y. S. (2005). *The Sage Handbook of Qualitative Research* (3.<sup>a</sup>. Londres.
- Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL. (2010). *Guía para la investigación criminológica en el Observatorio del Delito*. Bogotá, D. C., Colombia: Observatorio del Delito.
- DNP. (2011). CONPES 3714. *Consejo Nacional de Política Econ+omica y social*. Obtenido de [https://www.redjurista.com/Documents/documento\\_3714\\_de\\_2011\\_dnp\\_-\\_departamento\\_nacional\\_de\\_planeacion.aspx#/](https://www.redjurista.com/Documents/documento_3714_de_2011_dnp_-_departamento_nacional_de_planeacion.aspx#/)
- DNP. (s,f). Incorporando la gestión de desastres y la adaptación al cambio Climatico en proyectos de inversión pública. *Metodologia para evaluar riesgos*. Obtenido de



<https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/gestion-del-riesgo/Documents/2.%20Metodolog%C3%ADa%20para%20evaluar%20los%20riesgos.pdf>

Figueroa & Tibaduisa. (2016). Selección del Método de levantamiento artificial y la concentración de un reductor de viscosidad en fondo de pozo para la extracción de crudo pesado en el pozo Torcaz 3. *Fundacion Universidad de América*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11839/632>

Ministerio de Trabajo. (2019). Resolución 2446 de 2008. *decreto*.

Fiscalia, G. d. (2005). *Cartilla de Criminalística identificación Forense*. Bogotá: Fiscalía Genral de la Nación.

Frontera Energy Corp. Suc Colombia. (2020). *Forma 9 Agosto 2020*. Neiva.

Gonzalez Aguirre, I. I. (2015). *Base de datos indexada redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/home.oa>

Gonzalez Cardeñoza, M. A., Lasso Ortiz, A., & Leon Ramirez, J. C. (2004). Obtenido de <http://biblioteca-catalogo.policia.edu.co>

Gonzalez, G. (2008). *Aplicación de la cibernética Criminalística reconstructiva*. Habana: Instituto Superior del MININT.

Hernández, Fernández y Baptista. (2010). *Metodología de la investigación*, 5a Edición Mc Graw Hill. Obtenido de [http://jbposgrado.org/material\\_seminarios/HSAMPIERI/Methodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf](http://jbposgrado.org/material_seminarios/HSAMPIERI/Methodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf)

Hidalgo. (2004). Una introducción a la gestión de riesgos tecnológicos. *Gestión de la Innovación y de la Tecnología*. Obtenido de

<https://www.madrimasd.org/revista/revista23/tribuna/tribuna1.asp>

James, P. (2004). Las claves de la gestión de proyectos. Obtenido de

<https://books.google.com.co/books?id=m2jzCAAAQBAJ&pg=PA15&lpg=PA15&dq=%E2%80%99Cla+gesti%C3%B3n+de+proyectos+consiste+en+facilitar+la+planificaci%C3%B3n,+el+calendario+y+el+control+de+todas+las+actividades+que+tienen+que+realizarse+para+conseguir+los+objet>

Lane, G. (1991). *The Encyclopedia of Serial Killers*. Londres.

Launhy & Dominguez. (2006). Las opciones reales en la evaluación de Inversiones bajo

incertidumbre. *Contribuciones a la Economía*. Obtenido de <http://www.eumed.net/ce>

Leon Elizalde. (2015). Elaboración de un libro fotográfico, para dar a conocer los atractivos turísticos, de la comunidad d Moya en la Provincia de Chimborazo. *La cordillera*.

Obtenido de [f4f4d42062ee4c45aab571708fe5693d60eff505df4904dca813c3bcce2014](https://doi.org/10.24251/24242062ee4c45aab571708fe5693d60eff505df4904dca813c3bcce2014)

Ley 1562 . (2021). Sistema de Riesgos Laborales y . *Congreso de Colombia*.

Monteleone. (2019). Los riesgos sociales asociados a grande proyectos de construcción y de

Infraestructura. *UNBROKEN Politic*. Obtenido de

<https://www.unbrokenpolitic.com.ar/ambiente/los-riesgos-sociales-asociados-a-grandes-proyectos-de-construccion-y-de-infraestructura/>

Montenegro. (2015). Política extraccionista de Hidrocarburos en Colombia y Ecuador. Crítica desde el análisis del posdesarrollo. *Análisis político*, 28(83), 32-43. Obtenido de

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-47052015000100004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47052015000100004)

- Mora, J. (2018). Evaluación Técnico financiera del servicio de monitoreo real Time para bombas electrosumergibles (ESP) en cinco pozos del Campo Casabe. *Fundación Universitaria de América*.
- Morales, P. (2012). Tipos de variables y sus implicaciones en el diseño de una investigación. *Universidad Pontificia Comillas*. doi:es/personal/peter/investigacion/Variables. pdf (21/05/05)
- Moreno & Pulido. (2014). Optimización del Run Life de los Pozos con Criticos de los Campos Dina Terciarios y Santa Clara de la Superintendencia de Operaciones Huila- Tolima Ecopetrol S.A, Mediante la Metodología RCA. *Universidad Surcolombiana*. Obtenido de [https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=ccl=su%3A%22INDUSTRIA%20PETROLERA%22%20and%20su-to%3AINDUSTRIA%20PETROLERA&offset=60&sort\\_by=relevance\\_dsc](https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=ccl=su%3A%22INDUSTRIA%20PETROLERA%22%20and%20su-to%3AINDUSTRIA%20PETROLERA&offset=60&sort_by=relevance_dsc)
- Munch, L. (2010). *Adiministracion* (Vol. 1). (P. Hall, Ed.) Pearson Educación. Obtenido de <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1624>
- Navarrete & Hernández. (s.f). El proceso de toma de decisiones, bajo la óptica de la cultura organizacional de la micro, pequeña y mediana empresa de la región centro Jalisco. *Universidad del Valle de Atemajac*. Obtenido de [https://biblioteca.univa.mx/Anuario/2013/2013\\_24\\_el\\_proceso.pdf](https://biblioteca.univa.mx/Anuario/2013/2013_24_el_proceso.pdf)
- Norma ISO 31000. (s.f.). El valor de la gestión de riesgos en las organizaciones. *ISOTools Excellence*. Obtenido de [https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok\\_es/002/889/2889557.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-](https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/002/889/2889557.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-)

Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220810%2F%2Fs3%2Faws4\_request&X-Amz-Date=20220810T182623Z&X-Amz-SignedHeaders=h

Obregon, O. (2006). *La Representación gráfica de objetos en el Proceso Penal y su aceptación como prueba documental. Tesis en opción al título de Especialista en Derecho Penal.* . España: Universidad central "Martha Abreau".

Owen, D. (2009). *El libro de los forenses.* Mexico: Oceano.

Policía Nacional de Colombia . (2012). *Instructivo No. 0022. Modificación del Instructivo 012 del 21/02/12 - Plan Nacional de Inteligencia Policial por Cuadrantes -PMIPC-*. Bogotá D.C., Colombia.

Policía Nacional de Colombia . (2015). *Positivo balance durante las "Fiestas del Mar"*. Santa Marta - Colombia : Obtenido de: <http://portal.policia.gov.co/es-co/Noticias/Lists/Noticias2014II/Mostrar.aspx?ID=3815&ContentTypeId=0x0104004A237B0E3D7E4D4BBBE87E14F4B19785>.

Policía Nacional de Colombia. (2013). *Plan Corazón Verde 16 Estrategias Operativas de la Policía Nacional.* Bogotá, D. C., Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.

Policía Nacional de Colombia. (2014). *Modelo Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cudrantes.* Bogotá D.C., Colombia: Imprenta Nacional.

Policía Nacional de Colombia. (2016). *Análisis Criminológico Hurto a Personas en las fiestas del mar Metropolitana de Santa Marta.* Santa Marta - Colombia: Seccional de Investigación Criminal MESAN. Observatorio del Delito.

Policía Nacional de Colombia. (2010). *Estrategia de la Policía Nacional para la Consolidación de la Seguridad Ciudadana.* Bogotá, D.C, Colombia: Impresión Nacional de Colombia.

Quintero C.D, L. P. (2008). *Estudios Estadísticos. Un Índice de Criminalidad para Colombia*.

Bogotá - Colombia: Policía Nacional. DIJIN. Revista Criminalidad. .

Ramírez, C. (2022). Riesgo Tecnológico y su impacto para las organizaciones parte I. *Seguridad*

*Impacto Unam*(15). Obtenido de <https://revista.seguridad.unam.mx/print/2127>

Rampello, S. (2019). Los sesgos en la toma de decisiones. *Perspectivas de las ciencias*

*Economicas y Juridicas.*, 9(1). Obtenido de

<https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/4220/v09n1a06rampello.pdf?sequence=1>

Raya, M. (2011). *Texto científicos ¿Cómo Crearlos?.* Habana: Cientifico Tecnica.

Resolucion 0312. (2019). *Ministerio de Trabajo*. Obtenido de

[https://www.arlsura.com/files/Resolucion\\_0312\\_de\\_2019\\_Estandares\\_Minimos.pdf](https://www.arlsura.com/files/Resolucion_0312_de_2019_Estandares_Minimos.pdf)

Resolucion 666. (2020). Protocolo general de bioseguridad. *Ministerio de Salud y Proteccion*

*Social*.

Reyes. (2015). Sistema y Seguridad de la Información. *Santo tomas de Aquino*. Obtenido de

<https://www.coursehero.com/file/93279651/presentacion-finalpdf/>

Rico. (2012). Estudio de prefactibilidad para la implementación del sistema de levantamiento

artificial por bombeo electrosumergible con cavidades progresivas (ESPCP) en un campo

de ECOPETROL S.A. *Universidad Industrial de Santander*. Obtenido de

<http://www.oilproduction.net/files/espcp-colombia.pdf>

Rodas. (s,f). Factores Críticos de Éxito en la Gestión de Riesgos de un Proyecto de Desarrollo.

*Project Management PMP*. Obtenido de

<https://connectamericas.com/sites/default/files/Master%20Class%20Riesgos%202018%20-2.pptx.pdf>

Rodríguez G. D. y Valldeoriola R. J. (1995). *Metodología de la investigación*. Catalunya:

Obtenido de: [http://zanadoria.com/syllabi/m1019/mat\\_cast-nodef/PID\\_00148556-1.pdf](http://zanadoria.com/syllabi/m1019/mat_cast-nodef/PID_00148556-1.pdf).

Rodríguez. (2003). Analisis de riesgos ambientales en los proyectos de préstamos e inversión.

*Ecobank*. Obtenido de

<https://www.ecobankingproject.org/publicacion/ecobanking/cen773.pdf>

Siles & Mondelo. (2018). Herramientas y Tecnicas para la Gestion de Proyectos de Desarrollo

PM4R. *Associate PMA*, 1-137. Obtenido de

<https://indesvirtual.iadb.org/file.php/1/PM4R/Guia%20de%20Aprendizaje%20PMA%20>

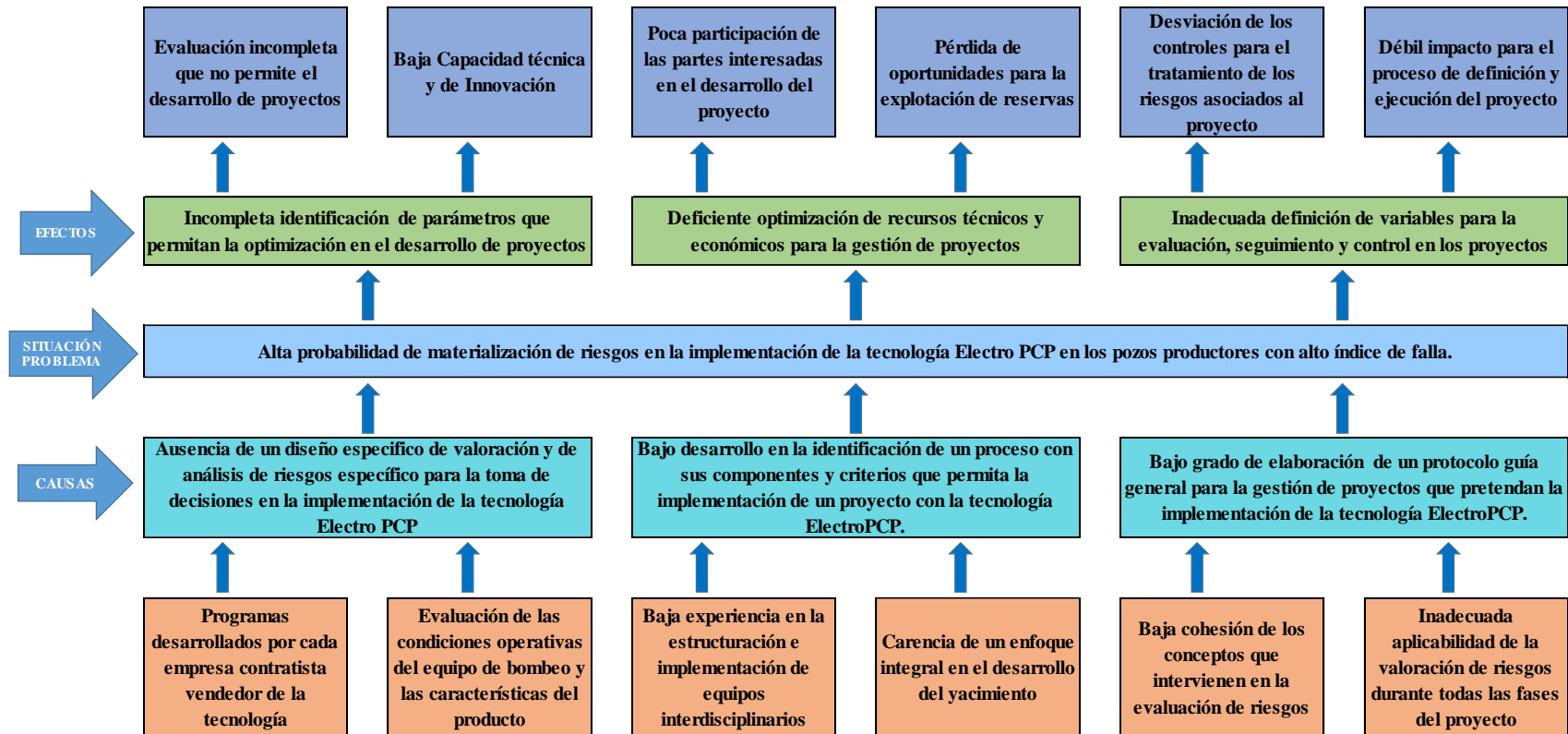
[SPA.pdf?fbclid=IwAR0\\_17MRzWGU-](https://indesvirtual.iadb.org/file.php/1/PM4R/Guia%20de%20Aprendizaje%20PMA%20SPA.pdf?fbclid=IwAR0_17MRzWGU-)

[xgLTa1HregQQYcDu4V8vVnAga7GbhPdR2dJ0QbezaNZ-ig](https://indesvirtual.iadb.org/file.php/1/PM4R/Guia%20de%20Aprendizaje%20PMA%20SPA.pdf?fbclid=IwAR0_17MRzWGU-xgLTa1HregQQYcDu4V8vVnAga7GbhPdR2dJ0QbezaNZ-ig)

Stimson, P. (1997). *ForensicDentistry*. Florida: Boca raton.

**Anexo 1.**

*Árbol de Problemas para la implementación de la tecnología Electro PCP*










Fuente: Elaborado por los Autores.





## Anexo 3.

### Cuestionario

FORMULARIO 1 / IDENTIFICACIÓN       Enviar 

Preguntas Respuestas **25** Configuración Total de puntos: 0


## FORMULARIO 1 / IDENTIFICACIÓN

Este formulario ha sido diseñado con fines de investigación para la recolección de información de un trabajo educativo para la definición de una metodología de evaluación de riesgos para un proyecto basado en la implementación de la tecnología ElectroPCP en los pozos productores con alto índice de falla.




Correo electrónico \*


Correo electrónico válido

Este formulario recopila correos electrónicos. [Cambiar la configuración](#)

**NOMBRE**  Respuesta corta

Texto de respuesta breve

Clave de respuesta (0 puntos)   Obligatoria  



Fuente: Elaborado por los Autores.

### Anexo 4.

#### Formulario de definición causa, frecuencia y riesgo

FORMULARIO 2 / IDENTIFICACIÓN

Preguntas Respuestas 25 Configuración Total de puntos: 0

Identifique 5 posibles amenazas en la utilización de la tecnología ElectroPCP \*

Texto de respuesta largo

Identifique 5 posibles beneficios en la utilización de la tecnología ElectroPCP \*

Texto de respuesta largo

Fuente: Elaborado por los Autores.

### Anexo 5.

#### Matriz riesgos asociados al planteamiento del problema

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
SARTA	TIPO	FECHA	FECHA_INICIAL_PARADA	FECHA_FI	DURACION	ACETE_P	AGUA_PE	GAS_PER	ACEITE_E	AGUA_ES	GAS_ESTI	NODO	MODO	MECANI	CAUSA	COMENT	CAUSE_G
2	DINA T-18.1	PRODUCTOR	01/01/2015 27/12/2018 14:00:00	15/05/2019	24	32,28	236,71	8	32,28	236,71	8	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	EN EJECUCION VARISUR 12,		
3	DINA T-28.1	PRODUCTOR	01/01/2015 11/12/2018 09:00:00	01/04/2019	24	4,61	28,29	2	4,61	28,29	2	Facilidades	Proyectos	Ampliación c	Ampliación c	SE VA CONVERTIR A POZO II	
4	DINA T-39.1	PRODUCTOR	01/01/2015 15/10/2018 14:00:00	29/03/2019	24	23,04	306,08	6	23,04	306,08	6	Pozo	Mantenibilic Tuberia	Tuberia falla	POSSIBLE TUBERIA ROTA, EN		
5	DINA T-84.1	PRODUCTOR	01/01/2015 22/12/2018 00:00:00	01/04/2019	24	32,28	42,8	20	32,28	42,8	20	Yacimiento	Perforación/ Perforación/	WO Conversi	POZO SE DECONNECTO PARA		
6	DINA T-85.1	PRODUCTOR	01/01/2015 18/12/2018 00:00:00	13/01/2019	24	60,21	90,31	15	60,21	90,31	15	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	EN EJECUCION CON RSU		
7	DINA T-90.1	PRODUCTOR	01/01/2015 20/11/2018 09:30:00	12/02/2019	24	42,77	491,85	5	42,77	491,85	5	Pozo	Mantenibilic Varilla o Bar	Varilla o Bar	EN EJECUCION.		
8	DINA T-92.1	PRODUCTOR	01/01/2015 29/12/2018 05:00:00	06/01/2019	24	35,07	124,35	12	35,07	124,35	12	Pozo	Mantenibilic Varilla o Bar	Varilla o Bar	EN EJECUCION CON RSU		
9	DINA T-99.1	PRODUCTOR	01/01/2015 27/10/2018 20:30:00	15/01/2019	24	63,64	1527,26	7	63,64	1527,26	7	Pozo	Mantenibilic Varilla o Bar	Varilla o Bar	EN EJECUCION CON RSU		
10	DINA T-105.1	PRODUCTOR	01/01/2015 20/10/2018 15:00:00	24/03/2019	24	13,58	54,33	15	13,58	54,33	15	Pozo	Mantenibilic Varilla o Bar	Varilla o Bar	EN EJECUCION, VARISUR 18		
11	DINA T-107.1	PRODUCTOR	01/01/2015 16/10/2018 00:00:00	10/05/2019	24	12,09	22,45	10	12,09	22,45	10	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	En ejecución. Con equipo v		
12	DINA T-109.1	PRODUCTOR	01/01/2015 30/12/2018 12:00:00	09/01/2019	24	54,39	308,21	8	54,39	308,21	8	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	Bomba Atascada		
13	DINA TERCARIOS-123.1	PRODUCTOR	01/01/2015 13/12/2018 16:00:00	21/01/2019	24	56,67	226,69	50	56,67	226,69	50	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	EN EJECUCION, ESPERA EQU		
14	DINA T-128.1	PRODUCTOR	01/01/2015 28/12/2018 00:00:00	20/02/2019	24	43,3	389,75	30	43,3	389,75	30	Pozo	Mantenibilic Tuberia	Tuberia falla	EN EJECUCION		
15	DINA T-133.1	PRODUCTOR	01/01/2015 22/12/2018 00:00:00	09/01/2019	24	39,99	359,92	8	39,99	359,92	8	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	CON EQUIPO VARISUR 17		
16	DINA TERCARIOS-139.1	PRODUCTOR	01/01/2015 05/12/2018 06:00:00	01/06/2019	24	22,33	424,19	12	22,33	424,19	12	Pozo	Mantenibilic Tuberia	Tuberia falla	EN EJECUCION VARISUR 1-		
17	DINA TERCARIOS-154.1	PRODUCTOR	01/01/2015 04/09/2018 13:00:00	12/02/2019	24	40,26	62,98	10	40,26	62,98	10	Pozo	Mantenibilic Varilla o Bar	Varilla o Bar	EN EJECUCION		
18	DINA TERCARIOS-160.1	PRODUCTOR	01/01/2015 02/12/2018 00:00:00	08/05/2020	24	16,87	16,88	8	16,87	16,88	8	Pozo	Mantenibilic Tuberia	Tuberia falla	Esperando equipo		
19	DINA TERCARIOS-163.1	PRODUCTOR	01/01/2015 17/11/2018 00:00:00	24/03/2019	24	22,51	90,04	9	22,51	90,04	9	Pozo	Mantenibilic Tuberia	Tuberia falla	En ejecución Varisur 17		
20	DINA TERCARIOS-164.1	PRODUCTOR	01/01/2015 20/09/2018 00:00:00	19/02/2019	24	33,6	71,39	8	33,6	71,39	8	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	EN EJECUCION		
21	DINA TERCARIOS-170.1	PRODUCTOR	01/01/2015 06/12/2018 06:00:00	05/04/2019	24	32,72	69,53	30	32,72	69,53	30	Pozo	Mantenibilic Tuberia	Tuberia falla	En ejecución, varisur 12		
22	DINA TERCARIOS-176.1	PRODUCTOR	01/01/2015 05/11/2018 06:00:00	21/03/2019	24	26,3	128,39	18	26,3	128,39	18	Pozo	Mantenibilic Varilla o Bar	Varilla o Bar	En ejecución Varisur 18		
23	DINA-8.1	PRODUCTOR	01/01/2020 07/08/2019 23:00:00	01/04/2020	24	21,33	31,99	8	21,33	31,99	8	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	Bomba Pegada		
24	DINA T-5.1	PRODUCTOR	01/01/2020 26/06/2019 00:00:00	27/02/2020	24	0	298,65	0	0	298,65	0	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	BOMBA BLOQUEADA		
25	DINA T-46.1	PRODUCTOR	01/01/2020 13/03/2019 06:00:00	08/05/2020	24	15,99	43,25	17	15,99	43,25	17	Pozo	Mantenibilic Tuberia	Tuberia falla	Esperando equipo		
26	DINA T-58.1	PRODUCTOR	01/01/2020 19/11/2019 21:00:00	08/05/2020	24	18,4	244,46	23	18,4	244,46	23	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	En ejecución, con F.B. 08-0		
27	DINA T-72.1	PRODUCTOR	01/01/2020 11/12/2019 18:00:00	18/02/2020	24	5,25	18,61	5	5,25	18,61	5	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla	Con F.B. 12-02-20, Se inact		
28	DINA T-88.1	PRODUCTOR	01/01/2020 17/12/2019 06:00:00	23/01/2020	24	1,76	86,02	2	1,76	86,02	2	Pozo	Mantenibilic Varilla o Bar	Varilla o Barra falla			
29	DINA T-98.1	PRODUCTOR	01/01/2020 25/10/2019 08:00:00	08/05/2020	24	13,66	24,28	9	13,66	24,28	9	Pozo	Mantenibilic Bomba	Bomba falla			
30	DINA T-107.1	PRODUCTOR	01/01/2020 29/12/2019 00:00:00	06/02/2020	24	10,78	25,16	4	10,78	25,16	4	Pozo	Capacidad El Sistema de	La Capacidad El CAMBIO DE UBM			
31	DINA T-115.1	PRODUCTOR	01/01/2020 01/01/2020 00:00:00	01/01/2020	3,5	8,96	18,2	1,46	61,45	124,77	10	Pozo	Mantenibilic Motor	Motor poteni	FALLA OVERLOADED-11-50F		

Fuente: Elaborado por los Autores.

## Anexo 6.

### Matriz amenazas beneficios y fortalezas

RIESGO	IMPACTO																	
	ESTRATEGIA	NEGOCIO						REPUTACIONAL				RELACIONAMIENTO			SEGURIDAD & MEDIO AMBIENTE			
	Objetivos	Ingresos	Costo	Capex	Eficiencia Operacional	Reservas	Ciber seguridad	Imagen Pública	Solvencia Crediticia	Confianza de los Accionistas	Relación con Empleados	Cumplimiento Regulatorio	Socios	Proveedores	Cobertura de la Seguridad	Accidentes	Enfermedad Laboral	Ambiental
AMENAZA 1	Daños de empaque/Deformación de cavidades/Mala lubricación	3	3	3	3	4	4	1	2	2	2	4	4	2	3	4	2	5
AMENAZA 2	Daños en la bomba	4	3	5	5	4	3	1	2	2	3	3	3	2	3	4	3	4
AMENAZA 3	Fatiga en el rotor	2	2	2	3	4	4	1	2	2	2	3	3	2	4	4	3	3
AMENAZA 4	Daño en tuberías	4	5	5	5	5	5	1	5	4	5	5	4	4	5	5	3	5
AMENAZA 5	Daños de operación	5	5	5	5	5	5	1	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4
BENEFICIO 1	Alta producción de fluidos	4	4	4	4	4	4	1	3	3	4	4	4	4	4	4	3	5
BENEFICIO 2	Tolerancia a presencia de gas	5	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
BENEFICIO 3	Minimización del tiempo de la operación	5	5	5	5	5	5	1	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4
BENEFICIO 4	Bajos costos de inversión y operación	5	5	5	5	5	5	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
BENEFICIO 5	Uso óptimo de espacio de instalación y operación	4	5	4	5	5	4	2	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
BENEFICIO 6	Mayor eficiencia de los equipos tecnológicos	5	5	5	5	5	5	2	2	3	4	5	5	3	4	4	3	5

Fuente: Elaborado por los Autores.

**Anexo 7.**

*Matriz factor condicionante/ Probabilidad de ocurrencia*

VARIABLES	FRECUENCIA	PUNTAJE MAXIMO	PROBABILIDAD FRECUENCIA	IMPACTO	TOTAL	PROBABILIDAD IMPACTO	PROMEDIO GEOMETRICO	PROBABILIDAD FAVORABILIDAD	CATEGORIA FAVORABILIDAD	NIVEL CATEGORIA	CONTEO CATEGORIA	APORTE CATEGORIA	DESCUENTO CATEGORIA
AMENAZA 1	0,84	5	0,168	2,9	5	0,57132549	0,30981072	0,69018928	ALTA	MUY ALTA	0	0	0,198
AMENAZA 2	1	5	0,2	2,9	5	0,588109804	0,342960582	0,657039418	ALTA	ALTA	4	0,290909091	0,126
AMENAZA 3	1,4	5	0,28	3,0	5	0,605301961	0,411685012	0,588314988	MEDIA	MEDIA	2	0,145454545	0,162
AMENAZA 4	0,92	5	0,184	3,0	5	0,606023529	0,333928629	0,666071371	ALTA	BAJA	4	0,290909091	0,126
AMENAZA 5	0,84	5	0,168	2,9	5	0,588862745	0,314529714	0,685470286	ALTA	MUY BAJA	1	0,072727273	0,18
BENEFICIO 1	0,75	5	0,15	2,8	5	0,553380392	0,288109456	0,288109456	BAJA				
BENEFICIO 2	0,34	5	0,068	2,7	5	0,544188235	0,192366317	0,192366317	MUY BAJA				
BENEFICIO 3	1,5	5	0,3	2,9	5	0,571419608	0,414036088	0,414036088	MEDIA				
BENEFICIO 4	0,9	5	0,18	2,6	5	0,527341176	0,308093187	0,308093187	BAJA				
BENEFICIO 5	0,71	5	0,142	2,7	5	0,537945098	0,27638416	0,27638416	BAJA				
BENEFICIO 6	0,79	5	0,158	2,7	5	0,53145098	0,28977449	0,28977449	BAJA				
									TOTAL	11	11		
									APORTE UNIDAD	0,072727273	0,072		
									DESCUENTO UNIDAD	0,018181818	0,018		

NIVEL FAVORABILIDAD	PROBABILIDAD INICIAL	APORTE CATEGORIA	DESCUENTO CATEGORIA	PROBABILIDAD FINAL CATEGORIA
MUY ALTA	0,2	0	0,198	0,002
ALTA	0,2	0,290909091	0,126	0,364909091
MEDIA	0,2	0,145454545	0,162	0,183454545
BAJA	0,2	0,290909091	0,126	0,364909091
MUY BAJA	0,2	0,072727273	0,18	0,092727273
<b>TOTAL</b>				<b>1,0</b>

PROMEDIO GEOMETRICO  
 SACAR RAIZ CUADRADA DE LA MULTIPLICACION DE PROB FREC Y PROB IMPACTO POR EL CERO  
 LA FAVORABILIDAD EN AMENAZA ES LO CONTRARIO

Fuente: Elaborado por los Autores.

**Anexo 8.**

*Evaluación del riesgo en formato Matriz IPR (Compañía Energy Corp. Sucursal Colombia)*

**FORMULARIO 3 | CALIFICACIÓN**

NOMBRE  
AREA  
VALORACIÓN

Basados en las siguientes variables y riesgos asociados realice una evaluación cuantitativa y cualitativa del impacto que podría generar cada riesgo identificado y tipificado en una escala de 1 (siendo el mas bajo) a 5 (siendo el mas alto) en línea con nuestro nivel organizacional segregado en estategia, negocio, reputacional, relacionamiento, seguridad y medio ambiente, y explique por que se presenta dentro de la categoría escogida.

Genera una Matriz



RIESGO	IMPACTO																
	ESTRATEGIA		NEGOCIO					REPUTACIONAL					RELACIONAMIENTO			SEGURIDAD & MEDIO AMBIENTE	
	Objetivos	Ingresos	Costo	Capex	Eficiencia Operacional	Reservas	Ciber seguridad	Imagen Pública	Solvencia Crediticia	Confianza de los Accionistas	Relación con Empleados	Cumplimiento Regulatorio	Socios	Proveedores	Cobertura de la Seguridad para los trabajadores		Ambiental
															Accidentes	Enfermedad Laboral	
RIESGO 1																	
RIESGO 2																	
RIESGO 3																	
RIESGO 4																	
RIESGO 5																	
RIESGO 6																	
RIESGO 7																	
RIESGO 8																	
RIESGO 9																	
RIESGO 10																	

**MATRIZ DE SELECCIÓN PARA EVALUACIÓN**

ITEM	CATEGORIA	ACTIVIDADES (Identificar Posible Amenaza/Beneficio/Fortaleza)	FRECUENCIA	CAUSA (Factor Condicionante)	RIESGO (Caracterización)	IMPACTO	VALORACION
1	Optimización				Técnico		
2	Mantenimiento				Financiero		
3	Yacimientos				Operativo		
4	Producción				Social		
5	PSD/Contratos				Ambiental		
6	Proyectos				Legal/Regulatorio		

Fuente: Elaborado por los Autores.

**Anexo 9.***Varianza total*

Componente	Varianza total explicada					
	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	33,452	17,889	17,889	33,452	17,889	17,889
2	16,547	8,849	26,738	16,547	8,849	26,738
3	12,329	6,593	33,331	12,329	6,593	33,331
4	10,121	5,412	38,743	10,121	5,412	38,743
5	9,661	5,166	43,909	9,661	5,166	43,909
6	9,090	4,861	48,770	9,090	4,861	48,770
7	8,896	4,757	53,527	8,896	4,757	53,527
8	8,304	4,441	57,968	8,304	4,441	57,968
9	7,797	4,170	62,137	7,797	4,170	62,137
10	7,202	3,852	65,989	7,202	3,852	65,989
11	6,981	3,733	69,722	6,981	3,733	69,722
12	6,767	3,619	73,341	6,767	3,619	73,341
13	6,354	3,398	76,739	6,354	3,398	76,739
14	5,927	3,170	79,908	5,927	3,170	79,908
15	5,877	3,143	83,051	5,877	3,143	83,051
16	5,340	2,856	85,907	5,340	2,856	85,907
17	5,174	2,767	88,674	5,174	2,767	88,674
18	4,653	2,488	91,162	4,653	2,488	91,162
19	4,452	2,381	93,542	4,452	2,381	93,542
20	3,786	2,025	95,567	3,786	2,025	95,567
21	3,390	1,813	97,380	3,390	1,813	97,380
22	2,675	1,430	98,810	2,675	1,430	98,810
23	1,194	0,638	99,449	1,194	0,638	99,449
24	1,031	0,551	100,000	1,031	0,551	100,000

Fuente: Elaborado por los Autores.

**Anexo 10.***Estadísticas de fiabilidad*

Alfa de Cronbach	N de elementos
,968	187

Fuente: Elaborado por los Autores.

**Anexo 11.**

*Matriz Toma de decisiones*

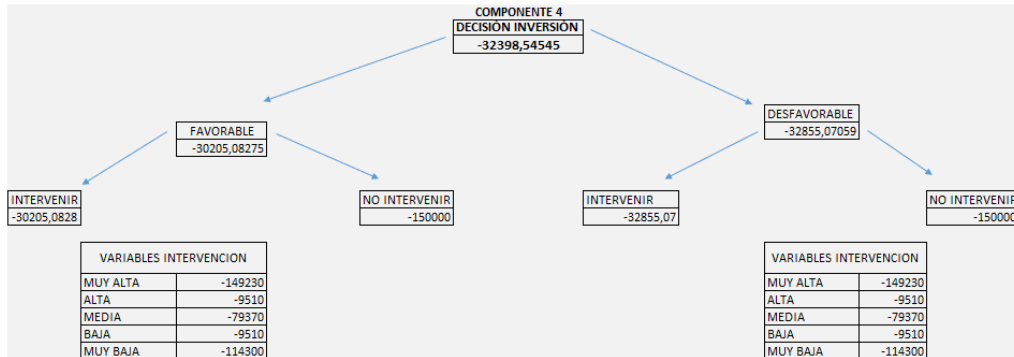
COMPONENTE 1									
PROYECTO INVERSIÓN									
CAMPO									
DINA TERCARIOS POZO	MARCADOR (BRENT USD/BBL)	FIELD BREAKVEN USD/BBL				FIELD NETBACK USD/BBL	PRODUCCION NETA	TIEMPO (DIAS)	INGRESO USD
		LIFTING COST	DILUTION	TRANSPORT	DIFERENCIAL/CVC				
DT-109	111,8	11,56	0	4,85	4,91	110	35	100	385000

PROBABILIDAD	
DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
MUY ALTA	0,0020
ALTA	0,3649
MEDIA	0,1835
BAJA	0,3649
MUY BAJA	0,0927
<b>TOTAL</b>	<b>1,0</b>

COMPONENTE 2

IMPACTO	
DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
PROB(F/MA)	0,02
PROB(F/A)	0,36
PROB(F/M)	0,4
PROB(F/B)	0,17
PROB(F/MB)	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>

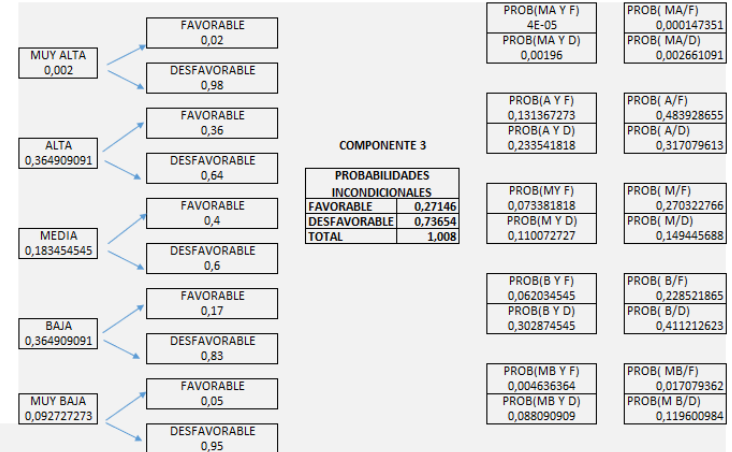
CAPEX USD	150000
-----------	--------



GESTION DEL RIESGO FAVORABLE	
INTERVENIR	-30205,1%
NO INTERVENIR	-150000%

COMPONENTE 5

GESTION DEL RIESGO DESFAVORABLE	
INTERVENIR	-32855,1%
NO INTERVENIR	-150000%



Fuente: Elaborado por los Autores.



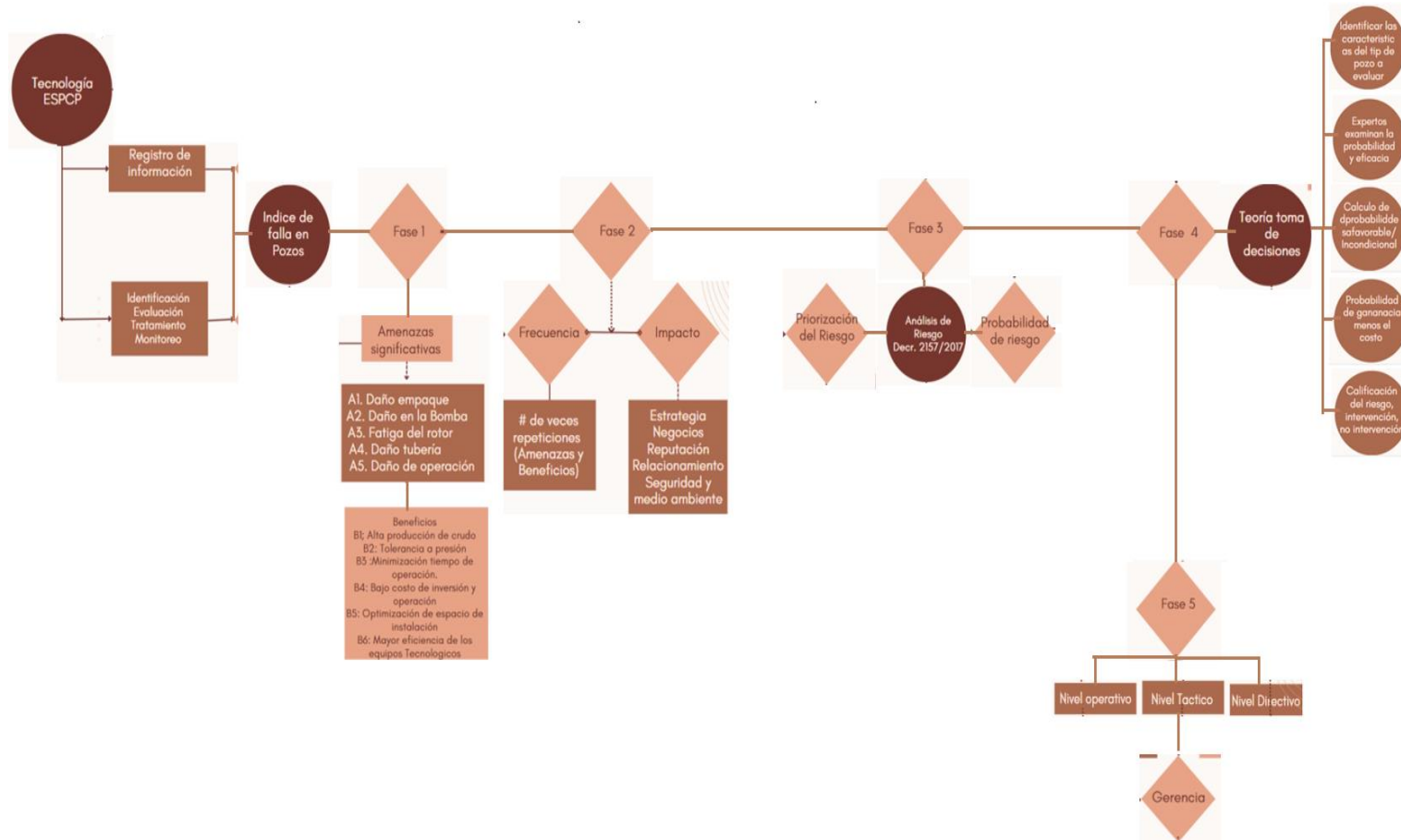
**Anexo 12.***Valoración del riesgo en función del impacto*

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO RIESGOS		IMPACTO				
		MUY BAJO 0 – 19	BAJO 20-39	MEDIO 40-59	ALTO 60-79	MUY ALTO 80 -100
PROBABILIDAD	MUY ALTO 80 – 100					
	ALTO 60 – 79					
	MEDIO 40 – 59					
	BAJO 20 – 39					
	MUY BAJO 0 – 19					

Fuente: Elaborado por los Autores.

**Anexo 13.**

*Diagrama de flujo / Guía para la evaluación, valoración y análisis de riesgos de la tecnología ESPCP*



Fuente: Elaborado por los Autores.

Anexo 14. Parte A

Guía didáctica Modelo de Gestión basado en la teoría de decisiones



Evaluación y Análisis de Riesgos en la Implementación de la Tecnología Electro PCP en Pozos Productores con Alto Índice de Falla




Maestría en Gerencia Integral de Proyectos

José Eduardo Martínez Orrego  
Karina Rojas Sterling

Facultad de Economía y Administración,  
Universidad Surcolombiana  
Neiva, 2022

**Evaluación y Análisis de Riesgos en la Implementación de la Tecnología Electro PCP en Pozos Productores con Alto Índice de Falla**

**Objetivos**

Proponer un modelo de gestión basado en la teoría de decisiones, que evalúe el riesgo de la implementación del Sistema de Levantamiento Artificial Electro PCP en pozos productores con alto índice de falla de Campo Dina Terciarios, como se presenta en el Anexo 2.

Objetivo General

**Objetivo Específicos**

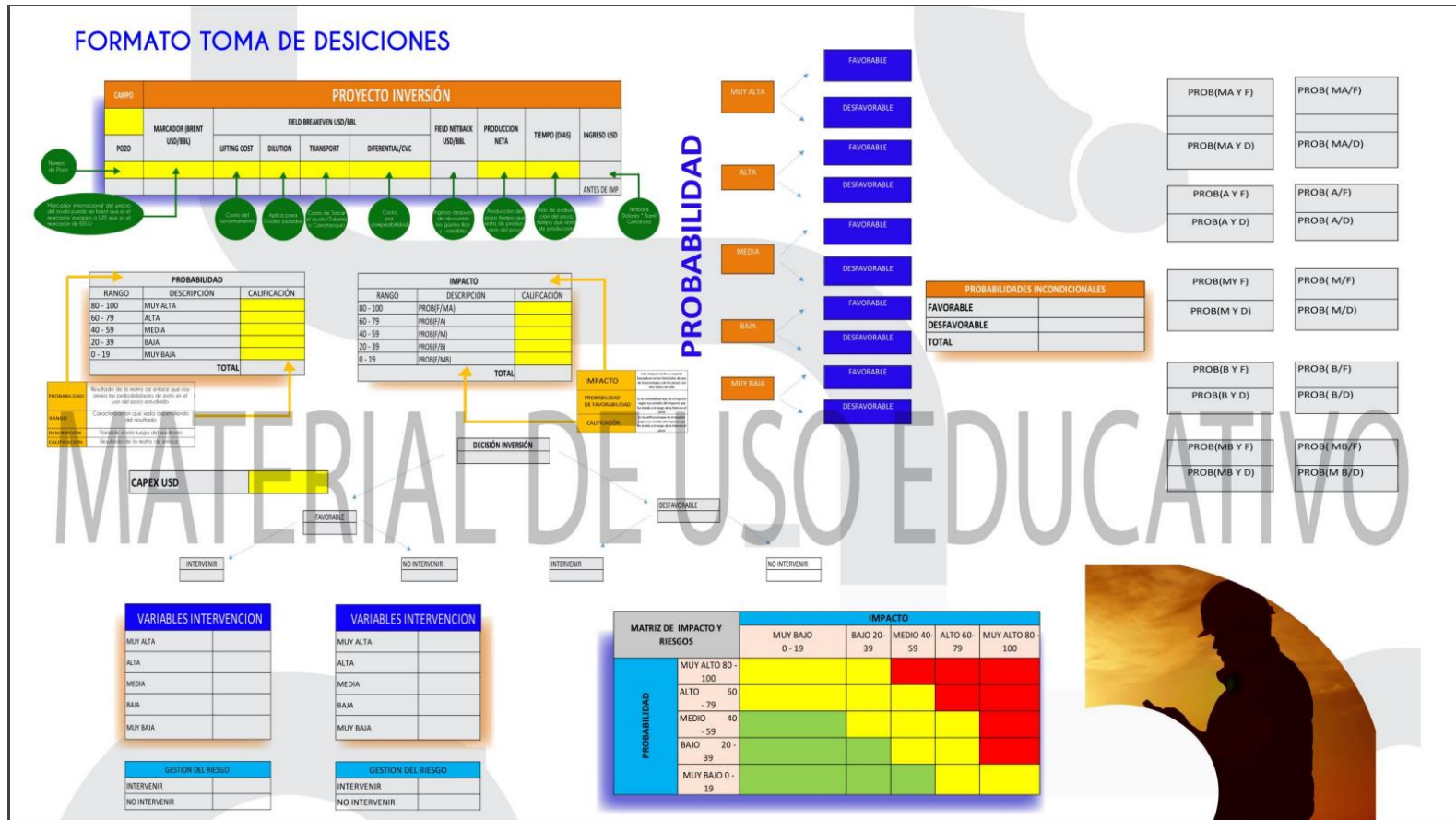
- 1 Identificar las fallas presentes en los pozos con alto índice de falla en el campo Dina Terciarios.
- 2 Identificar las amenazas y los beneficios en la implementación de la tecnología ESPCP en los pozos con alto índice de falla, según los profesionales implicados en su manejo.
- 3 Generar un esquema de diseño para valoración y análisis de riesgos, vinculando la teoría de decisiones en la implementación de la tecnología ESPCP.
- 4 Generar un documento como medio de divulgación que integre los pasos de la metodología para el análisis de riesgos en la implementación la Tecnología ESPCP.



Fuente: Elaborado por los Autores.

Anexo 14. Parte B

Guía didáctica Modelo de Gestión basado en la teoría de decisiones



Fuente: Elaborado por los Autores.