



Riesgos emergentes suscitados por los cambios en la toma de decisiones del mantenimiento industrial

Jorge Luis Montesino Alvarez

Eduard Alfonso Mazo Quintero

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gestión de Activos

Tutora

Ingry Natalia Gómez Miranda

Doctora (PhD) en Ingeniería Ambiental

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gestión de Activos

Medellín

2022

Cita

(Montesino Alvarez & Mazo Quintero, 2022)

Referencia Montesino Alvarez, J. L., & Mazo Quintero, E. A. (2022). Riesgos emergentes suscitados por los cambios en la toma de decisiones del mantenimiento industrial [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)



Especialización en Gestión de Activos, Cohorte I.



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Francisco Vargas

Jefe departamento: Pedro León Simanca

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi madre, esposa e hijos quienes son mi fuente de inspiración para este y otros tantos emprendimientos.

Para Carmen, este y todos los logros en mi vida.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por permitirme con cada día que me otorgado lograr un objetivo más, a mi esposa por ser ese respaldo incondicional.

¡Gracias totales!

Tabla de contenido

Resumen	1
Astract	2
Introducción	3
1 Planteamiento del problema	4
1.1. Antecedentes.....	5
1.1.1. Reflexiones sociales sobre el riesgo.....	5
1.1.2. La evolución del proyecto como pilar de la conquista humana	6
1.1.3. El riesgo y su interdependencia con otras disciplinas	7
1.1.4. Gestión de activos como dinámica emergente de reflexión humana	9
1.1.5. Hoy se habla de riesgos emergentes.....	10
2 Justificación.....	12
3 Objetivos	13
3.1. Objetivo general	13
3.2. Objetivos Específicos	13
4 Hipótesis.....	14
5 Maco teórico.....	15
5.1. Riesgo	15
5.2. Incertidumbre como elemento intrínseco al riesgo.....	16
5.3. Peligro y su influencia en el riesgo.....	17
5.4. Probabilidad como gestor de incertidumbre.....	17
5.5. Consecuencia como una medida del impacto.....	18
5.6. Riesgo emergente como una variante de baja probabilidad y alto impacto	18
5.7. Mantenimiento industrial y el riesgo como determinante en la toma de decisiones	19

6	Metodología	20
7	Resultados y discusión	22
7.1.	La Gestión del riesgo en organizaciones de mantenimiento industrial	22
1.1.1	Gestión estratégica de los riesgos.....	22
7.1.1.1	Gestión estratégica de los riesgos en la organización Oíl & Gas	22
7.1.1.2	Gestión estratégica de los riesgos en la organización Generación Energía	27
7.1.2	Gestión táctica de los riesgos	30
7.1.2.1	Gestión táctica de los riesgos en la organización Oíl & Gas	30
7.1.2.2	Gestión táctica de los riesgos en la organización Generación Energía.....	34
7.1.3	Gestión operativa de los riesgos.....	37
7.1.3.1	Gestión operativa de los riesgos en la organización Oíl & Gas.....	37
7.1.3.2	Gestión operativa de los riesgos en la organización Generación Energía	43
7.2.	Claridad conceptual de los riesgos emergentes en las organizaciones de mantenimiento industrial.....	45
7.2.1	Tamaño de la muestra	46
7.2.2	Desarrollo de encuesta	48
7.3.	Respuesta a los riesgos emergentes que no se materializaron producto de cambios en las decisiones de mantenimiento industrial	56
7.3.1	Organización Oíl & Gas	56
7.3.2	Organización de Generación de Energía.....	61
7.4.	Oportunidades de mejora para la gestión de los riesgos emergentes	66
8	Conclusiones	73
9	Recomendaciones.....	75
	Referencias	77

Lista de tablas

Tabla 1 Ciclo de vida de los proyectos organización generación energía	37
Tabla 2 Distribución de la muestra para los niveles estratégico, táctico y operativo	47
Tabla 3 Etapas para un cambio en las decisiones de mantenimiento de la organización oíl & gas	58
Tabla 4 Niveles de tolerancia para el vencimiento de una OM en la organización oíl & gas	59
Tabla 5 Porcentaje de desviación para la ejecución de mantenimientos Organización generación energía	63
Tabla 6 Definición niveles de ajuste entre organizaciones y prácticas propuestas en marco de referencia.....	67
Tabla 7 Matriz comparativa de oportunidades de mejora entre las dos organizaciones	68

Lista de figuras

Figura 1 Niveles de riesgos gestionados en la organización Oíl & Gas	23
Figura 2 Ciclo de gestión de riesgos usado para gestionar los riesgos emergentes en la organización Oíl & Gas	24
Figura 3 Marco de identificación de tendencias en la organización Oíl & Gas.....	25
Figura 4 Radar de riesgos emergentes de la organización Oíl & Gas.....	26
Figura 5 Etapas para la gestión integrada de los riesgos organización generación energía.....	28
Figura 6 Tratamiento de riesgos organización generación energía.....	29
Figura 7 Valoración de impactos organización generación energía	30
Figura 8 Mapa de procesos actividades claves para la gestión de activos en la organización Oíl & Gas.....	31
Figura 9 Objetivos específicos por macroproceso en la organización Oíl & Gas.....	32
Figura 10 Sinergias, entradas y salidas de intervención y desincorporación activos organización Oíl & Gas	33
Figura 11 Flujo común de oportunidades, acciones correctivas y de mejora organización Oíl & Gas	34
Figura 12 Arquitectura empresarial organización generación energía.....	35
Figura 13 Sistema de gestión de activos, planificación y riesgos organización generación energía	36
Figura 14 Indicadores generación energía	36
Figura 15 Esquema de matrices según el tipo de decisión en la organización Oíl & Gas	38
Figura 16 Proceso de gestión de riesgos norma ISO 31000.....	39
Figura 17 Diagrama de flujo del análisis Hazop	40
Figura 18 Valoración de riesgo no mitigado y mitigado para un activo organización Oíl & Gas	41
Figura 19 Cadena de razonamiento RCM.....	42
Figura 20 Aplicaciones de la Matriz de Valoración de Procesos en la organización Oíl & Gas ...	43
Figura 21 Matriz de riesgos organización generación energía.....	44

Figura 22 Distribución muestra niveles estratégico, táctico y operativo organización Oíl & Gas	47
Figura 23 Distribución muestra niveles estratégico, táctico y operativo organización generación energía	47
Figura 24 Resultados pregunta 1 encuesta organización Oíl & Gas	48
Figura 25 Resultados pregunta 1 por nivel. Organización Generación de Energía	48
Figura 26 Resultados pregunta 1 encuesta organización Generación de Energía	49
Figura 27 Resultados pregunta 2 encuesta organización Oíl & Gas	50
Figura 28 Resultados pregunta 2 encuesta organización Generación de Energía	50
Figura 29 Resultados pregunta 3 por nivel. Encuesta organización Oíl & Gas	51
Figura 30 Resultados pregunta 3 encuesta organización Oíl & Gas	52
Figura 31 Resultados pregunta 3 por nivel. Organización Generación de Energía	52
Figura 32 Resultados pregunta 3 encuesta organización Generación de Energía	53
Figura 33 Resultados pregunta 4 por nivel. Encuesta organización Oíl & Gas	54
Figura 34 Resultados pregunta 4 encuesta organización Oíl & Gas	54
Figura 35 Resultados pregunta 4 por nivel. Organización Generación de Energía	55
Figura 36 Resultados pregunta 4 encuesta organización Generación de Energía	55
Figura 37 Indicadores corporativos aseguramiento de riesgos mantenimiento organización oíl & gas	58
Figura 38 Manejo del cambio organización Generación energía	62
Figura 39 Flujo de trabajo metodología para el manejo del cambio Organización generación energía	63

Resumen

La presente investigación tiene como finalidad estudiar la gestión de los riesgos y la evolución que están enfrentando las organizaciones para tratar las nuevas formas y variantes en que estos riesgos se manifiestan. En respuesta a las nuevas tendencias de globalización de las economías, las exigencias regulatorias, los vertiginosos cambios tecnológicos, los fenómenos medio ambientales, las relaciones sociopolíticas y los aspectos internos de las organizaciones que demandan de una constante adaptación al medio y una gestión del cambio efectiva para una adecuada mitigación de los riesgos que emergen.

El trabajo parte de un análisis teórico conceptual del riesgo y de la forma en que diferentes áreas le han abordado para comprender la naturaleza de la incertidumbre intrínseca al concepto. Igualmente, la manera en que se ha venido interiorizando al riesgo emergente como una variante que demanda de nuevos mecanismos y métodos de gestión. Como aporte a la gestión de activos físicos en las organizaciones, se tiene como propósito investigar cómo los procesos de mantenimiento se están alineando a los nuevos fenómenos y tendencias citadas. Habiendo definido lo anterior, los autores se han propuesto auditar y analizar de manera cualitativa las áreas de mantenimiento pertenecientes a dos importantes empresas de Colombia.

La metodología de investigación de este trabajo se soporta en los procesos implementados por una empresa del sector Oil & Gas y otra de Generación de Energía Eléctrica. Ambas representan dos sectores intensivos en activos y altamente dependientes de estos para la generación de valor y el cumplimiento de su propósito superior. El estudio se desarrolla a través de cuatro etapas dentro de las cuales los autores persiguen identificar la forma en que se están gestionando los riesgos en las organizaciones desde los contextos estratégico, táctico y operativo, la claridad del concepto de riesgo emergente y los mecanismos y recursos con que se responde a los cambios en las decisiones de mantenimiento. Finalmente, se identifican oportunidades de mejora a partir de buenas prácticas para el tratamiento de riesgos emergentes referenciados en las propuestas establecidas por el marco general del International Risk Governance Council (IGRC).

PALABRAS CLAVES: RIESGO, RIESGO EMERGENTE, GESTIÓN DEL CAMBIO, MANTENIMIENTO, TOMA DE DECISIONES.

Abstract

The purpose of this research is to study risk management and the evolution that organizations are facing to deal with the new forms and variants which these risks manifest themselves, in response to the new trends of globalization of the economies, the regulatory requirements, the vertiginous technological changes, the environmental phenomena, the socio-political relations and the internal aspects of the organizations that demand a constant adaptation to the environment and an effective change management for a adequate mitigation of the risks that emerge.

The work is based on a conceptual theoretical analysis of risk and the way in which different areas have approached it to understand the nature of the uncertainty intrinsic to the concept. Likewise, the manners in which emerging risk has been internalized as a variant that demands new mechanisms and management methods. As a contribution to the management of physical assets in organizations, the purpose is to investigate how maintenance processes are aligning to the new phenomena and trends cited. By having defined the above, the authors have proposed to audit and analyze in a qualitative way the maintenance areas belonging to two important companies in Colombia.

The research methodology of this work is supported by the processes implemented by a company in the Oil & Gas sector and another in Electric Power Generation. Both represent two asset-intensive sectors that are highly dependent on these for value generation and fulfillment of their purpose superior. The study is developed through four stages within which the authors seek to identify the way in which risks are being managed in organizations from the strategic, tactical and operational contexts, the clarity of the concept of emerging risk and the mechanisms and resources that respond to changes in maintenance decisions. Finally, opportunities for improvement are identified based on good practices for the treatment of emerging risks referenced in the proposals established by the general framework of the International Risk Governance Council (IGRC).

KEY WORDS: RISK, EMERGING RISK, CHANGE MANAGEMENT, MAINTENANCE, DECISION MAKING

Introducción

Los riesgos son una variable con la que siempre ha convivido el ser humano, su estudio y gestión se remonta a los inicios de la navegación cuando el hombre tomo la decisión de conquistar los océanos para descubrir nuevos mundos, de esta forma, surgieron nuevos interrogantes en torno a resolver los niveles de incertidumbre que se asociaban al afrontar largos recorridos en situaciones desconocidas. De cierta forma, y como en tantas necesidades, el hombre siempre ha sabido sortear y resolver las vicisitudes propuestas y ha hecho del riesgo con todos los elementos que le componen, una ciencia de estudio. Sin embargo, los efectos del mundo posmoderno que se traducen en una sociedad altamente demandante, consumista, interconectada y tecnológica, plantean nuevos retos y escenarios desconocidos.

Cuán grande es la apuesta de las organizaciones, de igual tamaño son sus riesgos, tampoco es un secreto que en el día a día de las empresas muchas decisiones se flexibilizan a las presiones del costo y el desempeño. Esta condición es un común determinante en las áreas potenciadoras de costo, y el mantenimiento en ese caso es un actor principal. La gestión del riesgo es todo un conjunto de iteraciones coordinadas que permiten gestionar los niveles de incertidumbre para la consecución estratégica de los objetivos organizacionales, estas iteraciones involucran el análisis de elementos externos, internos y las costumbres e intereses de las partes interesadas.

Por su larga convivencia con la vida útil de los activos, el mantenimiento es una de las etapas del ciclo de vida que más tiene que convivir con las diferentes dinámicas internas y externas que condicionan los planes de negocio en organizaciones intensivas en activos. El presente trabajo es un aporte a través del cual se persiguen identificar las formas en que se encuentran evolucionando y adaptando las organizaciones del mantenimiento a los súbitos y cada vez más frecuentes cambios del entorno, cambios a través de los cuales se están gestando riesgos emergentes con variables y variantes desconocidas a la gestión del riesgo convencional.

Esta investigación si bien es cierto entiende a los riesgos emergentes como un nuevo concepto de alta complejidad e incertidumbre, pretende coadyuvar a la generación de nuevo conocimiento que les permita a las organizaciones de mantenimiento, evolucionar en la gestión de riesgos emergentes a través del análisis de nuevas prácticas y tendencias de la industria y el saber.

1 Planteamiento del problema

Existe una variable muy importante que independientemente de la naturaleza, tamaño u objeto misional de las organizaciones, siempre está presente como un factor común en las decisiones de negocio, dicha variable es el riesgo, variable, que si bien es cierto suele ser gestionada habitualmente desde las fases de planeación estratégica, táctica y operativa de las organizaciones, normalmente se circunscribe a controles en aquellos riesgos identificables con una alta probabilidad de ocurrencia, sin embargo, existen riesgos que por su naturaleza son difíciles de gestionar como constituyentes de baja probabilidad, en razón de ello, son desestimados muchas veces en procesos en los que finalmente se convive con estos sin llegar a materializarse, quedándose allí ocultos con un alto potencial de destruir valor.

Situaciones inimaginables en las matrices de riesgo tradicionales como los ataques terroristas del año 2011 en Estados Unidos, la pandemia de COVID-19 en el año 2019, el encallamiento del Evergreen en el Canal de Suez para el año 2021 y la gran crisis de abastecimiento mundial que se ha venido gestando en los últimos años, son una muestra fehaciente de que conforme el hombre va transformando al entorno, se enfrenta en consonancia a riesgos emergentes e inusitados.

En Colombia se han materializado diferentes riesgos operativos en diferentes sectores industriales, eventos como la explosión del oleoducto en Dos Quebradas para el año 2011, la emergencia de Hidroituango en el año 2017 y el derrame del pozo Lizama 158 en el año 2018, han sido muestra clara de situaciones que han puesto en jaque a grandes corporaciones del país y las han dejado expuestas respecto a la forma en que se relacionan con el entorno. Varios de estos eventos han permitido dimensionar el gran potencial de destruir valor que tienen los riesgos emergentes. Al final del ejercicio económico, las organizaciones muchas veces son conocedoras de su costo, su desempeño y los riesgos que identificaron, pero pocas veces son conscientes de esos tantos riesgos emergentes que se asumieron, que no se materializaron y que debieran entrar a alimentar sus análisis de riesgos futuros.

Las experiencias respecto a la naturaleza de los riesgos operativos de la industria han permitido entender que por más que se gestionen los riesgos previsibles en cualquiera de las fases de planeación del negocio, es común que en el contexto operativo y de mantenimiento se tomen decisiones asumiendo riesgos que por su naturaleza emergente y fugaz, suelen no ser medidos y

monitoreados conforme no se materializan. Estos se convierten en riesgos ocultos para el ejercicio económico, ejercicio en el que habitualmente las organizaciones se focalizan en las cifras existentes y en el éxito alcanzado, desestimando en muchas ocasiones el nivel de azar e incertidumbre otorgado a las decisiones operativas para alcanzar los objetivos propuestos.

1.1. Antecedentes

En este apartado se realiza un análisis del registro documental y las investigaciones que en cuanto a riesgo se han realizado, actuando como complemento de los aspectos teórico-conceptuales analizados y permitiendo abordar la forma en que dicha temática ha sido estudiada por diferentes autores a través del tiempo. Este ejercicio pretende realizar un reconocimiento del riesgo desde el momento en que ha sido abordado como concepto, su evolución y su relacionamiento con diferentes campos del saber, la ciencia y las organizaciones.

1.1.1. Reflexiones sociales sobre el riesgo

Partiendo desde los orígenes y el reconocimiento del riesgo por parte del ser humano, es válido citar que Luis Chavarro a través del artículo “riesgo e incertidumbre como características de la sociedad actual: ideas, percepciones y representaciones”, realiza un análisis de las diferentes reflexiones que la sociedad moderna a través del estudio de diferentes autores ha efectuado sobre el riesgo y la incertidumbre, en este artículo el autor parte desde el definir nociones básicas y conceptos sobre los elementos que convergen al riesgo, realizando un análisis desde sus orígenes y precisando que como consenso se puede afirmar, que el riesgo empezó a tratarse desde los inicios de la navegación marítima donde fue reconocido como una necesidad que debía ser estudiada producto de la imprecisión que tenían las rutas y los mapas de navegación. Seguidamente, el estudio se concentra en analizar las reflexiones del ser humano al pasar de una sociedad tradicional al modernismo trayendo consigo el desarrollo científico-tecnológico, que en consecuencia se vio representada en la materialización de eventos adversos tanto en lo social con Hiroshima y Nagasaki, como en lo ambiental con catástrofes mundialmente reconocidas, donde destacan Chernóbil y Bhopal como efecto del desarrollo industrial. Finalmente, reconoce al riesgo como una disciplina que se asocia con la percepción del ser humano y establece que desde la psicología el

riesgo ha sido considerado y definido como un fenómeno con alta predominancia del enfoque cognitivo en la percepción (Chávarro, 2018).

El documento de Luis Chavarro otorga importantes elementos e información que proporcionan un marco de evolución de la temática, sin embargo, uno de los aspectos más importantes que cabe destacar es la preponderancia que tiene la percepción individual y colectiva del ser humano respecto a la formas en que se adoptan los niveles de incertidumbre, sobre este particular, la norma ISO31000 que será citada más adelante, también relaciona al comportamiento humano y sus influencias sociales como un factor que afecta la incertidumbre intrínseca en el riesgo.

El espíritu explorador y de conquista del ser humano han llevado consigo a un relacionamiento directo con el riesgo, que en su necesidad de tener un mayor entendimiento, deriva en estudios de diferente índole para diferentes áreas en constante avance y desarrollo, sin embargo, las consecuencias inesperadas producto de la imperiosa necesidad de crecer hacia nuevos horizontes, han generado un entorno reflexivo en el que se involucran conceptos de desarrollo sostenible que han movilizadado a considerar al riesgo como una disciplina que debe ser estudiada, gestionada y transformada contantemente para minimizar lo incierto.

1.1.2. La evolución del proyecto como pilar de la conquista humana

La citada necesidad constante de crear y desarrollar cosas tiene un estrecho relacionamiento con el concepto de proyecto, y es en la gestión de proyectos donde nace la necesidad de estudiar a los riesgos como un factor constituyente de viabilidad de los mismos, entendiéndose al riesgo como un indicador de amenazas u oportunidades para obtener beneficios de los emprendimientos. Conforme han crecido los desarrollos tecnológicos se han ampliado también las capacidades y alcances del ser humano, cuán más grandes son las apuestas lo son también los posibles impactos, esto ha conllevado a que el estudio de los riesgos en los proyectos haya tenido un acelerado desarrollo de conocimiento en los últimos años.

La administración de proyectos siempre ha sido un tema de interés desde el inicio de la civilización, sin embargo, según el Project Management Institute (PMI) su consolidación en la modernidad puede considerarse desde el año 1950 (Haughey, 2021). La gestión de proyectos ha sido un gestor y facilitador fundamental de en lo que a gestión de riesgos respecta, uno de los primeros documentos emitidos por esta disciplina en los que se analiza y estudia la temática es el

PMBOOK, el PMBOOK se constituyó como la “guía de fundamentos para la dirección de proyectos” por excelencia y rige desde el año 1996 con una primera versión respaldada como norma técnica americana, el PMBOOK es hoy referente mundial en lo que a administración de proyectos respecta y dedica un capítulo completo a la definición de una estructura de gestión para la planificación, identificación y valoración de los riesgos. Actualmente se encuentra vigente en su séptima versión.

El riesgo como condición no es un aspecto que se circunscribe solo a las fases de creación y desarrollo de nuevos emprendimientos y/o proyectos, contrario a ello, es una condición que persiste en cualquiera de las decisiones y etapas del ciclo de vida de un emprendimiento, es por esta razón, que su presencia es inherente a la continuidad de cualquier condición en la que se demande de un proceso de toma de decisión. El continuo deseo de ampliar los conocimientos sobre el riesgo y su relacionamiento con la actividad humana, conllevan a que en el 2009 se emita uno de los principales documentos en los que se aborda específicamente al riesgo como una disciplina específica, este documento es la norma ISO31000, estándar creado específicamente para otorgar directrices universales que permitieran unificar criterios de entendimiento y gestión, esta norma nace como respuesta a las necesidad de cerrar brechas de entendimiento existentes y es el punto de partida de mucha documentación desarrollada, de igual forma, actúa como apéndice o complemento de normas técnicas que reconocen al riesgo como un pilar esencial.

1.1.3. El riesgo y su interdependencia con otras disciplinas

El desarrollo de conocimiento del riesgo a través del creciente interés de la sociedad por administrar mejor sus proyectos, ha coadyuvado a que el riesgo tenga también un creciente interés por su entendimiento y se constituya como una disciplina con aristas y complejidades independientes, pero con una interdependencia grande con todas las disciplinas y temáticas que el ser humano se proponga abordar, desarrollar y/o emprender. Derivan de allí incontables estudios para el entendimiento y gestión de riesgos en diferentes ámbitos que le permiten al ser humano prepararse para contrarrestar las amenazas de la naturaleza, los riesgos propios de la exposición al trabajo y/o labor, la ciberseguridad como respuesta a los riesgos propios del desarrollo tecnológico y toda la incertidumbre asociada a las decisiones que conllevan a la continuidad de las operaciones y el mantenimiento de los negocios. Respecto a las perspectivas planteadas se derivan diferentes estudios e investigaciones que serán abordados a continuación:

Las amenazas propias de los fenómenos naturales, han hecho que a través de esta perspectiva se desarrollen investigaciones sobre la naturaleza del riesgo en pro del desarrollo sostenible de las naciones, las regiones y el mundo. En lo que respecta a esta temática, existen documentos como el de Juan Villagrán editado y publicado por El Centro de Investigación y Mitigación de Desastres Naturales (CIMDEN), que tienen una dedicación específica al entendimiento conceptual de la naturaleza del riesgo y su estrecha relación con los desastres naturales, este documento con Publicación objetiva para América Central, desarrolla su contenido a partir de conceptos generales del riesgo, pasando a analizar modelos conceptuales de los desastres naturales y finalizando con integraciones de los factores que componen al riesgo y su posterior gestión (Villagrán, 2004). En Colombia, existen también documentos relacionados con la perspectiva planteada, en ese sentido, para el año 2017 fue emitido por parte de la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres un documento con terminología asociada al entendimiento del riesgo y su relación con los desastres naturales (UNGRD, 2017).

En lo que respecta al riesgo como producto de la exposición del ser humano a través del trabajo y/o labor, se producen constantemente investigaciones respecto al tema y existen normas técnicas de gestión que sustentan su estructura con foco en la gestión de riesgos como la ISO45000, de igual forma, existen documentos que abordan los riesgos a los que se expone el medio ambiente a través de la actividad humana como la ISO14000. Esto amplía el universo documental y los campos de actuación que han demandado en un momento determinado el estudio de la naturaleza del riesgo y como este se relaciona con otros temas objeto. Se halla entonces la seguridad industrial como una disciplina más con propósito de estudiar y gestionar de riesgos, nacen de allí de igual forma documentos específicos que vale la pena citar como la norma NFPA 70E para la seguridad eléctrica en los lugares de trabajo y la IEC61508 para la seguridad funcional de sistemas eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relacionados con la seguridad, todos estos con un enfoque específico en la gestión de riesgos concernientes a la exposición y la toma de decisiones en instalaciones eléctricas.

La efervescencia de las tecnologías de información del siglo XXI ha hecho lo propio respecto al estudio y la investigación del riesgo tal cual lo demandó igualmente el desarrollo industrial del siglo XX. El riesgo como elemento intrínseco a aquello en constante exploración, conlleva a que naciera la ciberseguridad como una nueva disciplina que abordara el estudio de los riesgos a los que se exponen los activos tecnológicos y de información, suscitan así un compendio

de documentos y/o normas técnicas para abordar la naturaleza del riesgo desde esta perspectiva, para el 2013 se emite el estándar ISO27000 como referente de gestión de la seguridad de la información, sin embargo, le antecedieron documentos específicos como el estándar NERC en el año 2003 como un intento incipiente de empezar a estudiar y analizar la naturaleza de los riesgos asociados a los activos de información del sector eléctrico.

1.1.4. Gestión de activos como dinámica emergente de reflexión humana

En paralelo al nivel de profundización que le ha dado el estudio de la administración de proyectos al riesgo, es probable que la gestión de activos físicos (con un gran énfasis en el mantenimiento) haya sido la disciplina que más información ha proporcionado con referencia al riesgo a través de diferentes estándares. La gestión de activos físicos es una disciplina que toma forma a partir de 1980 producto del desastre de “Piper Alfa” en el Mar del Norte, esto, sumado a los eventos anteriormente citados en Chernóbil y Bhopal, desencadenaron en la sociedad una vez más la orientación reflexiva hacia el desarrollo sostenible, nacieron de allí las prácticas recomendadas por el Institute of Asset Management (IAM) en el Reino Unido hacia el año 1993, sin embargo, es válido aclarar que la gestión de activos no es más que una evolución reflexiva del ser humano para abordar de manera integral la gestión de activos físicos gestionando su ciclo de vida (Crear, Operar, Mantener, Renovar), en ese sentido, le anteceden a estos sucesos estándares y documentos de gestión de mantenimiento que para efectos de este estudio serán citados.

La evolución del mantenimiento moderno se remonta a 1960 cuando se comienza a gestar el concepto de “mantenimiento centrado en confiabilidad”, consecuencia de una cantidad inaceptable de accidentes aéreos en Estados Unidos, esto conlleva a la necesidad de investigar y de generar nuevas metodologías que estudiaran los riesgos y mejoraran la incertidumbre a través del concepto de confiabilidad, se publica de esta forma hacia el año de 1978 el primer libro “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” de John Moubray, que evoluciona hacia una segunda versión en el año 1999 denominada RCM II (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad II por sus siglas en inglés), esta metodología de estudio fue normalizada ese mismo año a través del documento SAE JA1011 como respuesta a la aceptación que tuvo en las industrias naval, nuclear y su expansión hacia el continente europeo.

Para los años 90, aparece la necesidad de gestionar los riesgos asociados a la contención de fluidos en equipos estáticos del sector Oil & Gas, de esta forma, emerge la “inspección basada en riesgos” como una nueva metodología de estudio y gestión, estos registros fueron publicados y oficializados a través del estándar API580 del American Petroleum Institute, y se gestan como una necesidad de tratar los riesgos por integridad mecánica en los que las frecuencias de mantenimiento preestablecidas no eran actas. La “inspección basada en riesgos” ha sido homologada a nivel europeo por el estándar EN16991 del año 2018, documento en el que se establece como variante el alcance para las industrias de generación de energía y se apertura sin inconvenientes también a otras industrias.

En los últimos años se han desarrollado otros tantos estándares en los que el estudio del riesgo ocupa un papel importante, la norma NORSOK Z-008 es otro documento emitido en el año 2001 por la industria petrolera noruega y se ha convertido en un referente para la toma de decisiones basadas en criticidad de activos, la norma cuyo objeto es el “Mantenimiento basado en riesgos y clasificación de consecuencias”, es uno de los documentos más representativos para la priorización de decisiones de mantenimiento basadas en la estimación de criticidad con foco en riesgo.

Retomado a la evolución del proceso reflexivo citado inicialmente y que dio lugar al Institute of Asset Management (IAM) en el Reino Unido para el año 1993, se cita como evolución y consolidación de este suceso al estándar ISO155000, estándar universal de gestión de activos que consolida todos los estudios, buenas prácticas e investigaciones realizadas por el IAM con un notable aporte en la temática de riesgos. Este estándar fue publicado hacia el año 2014.

Finalmente, la norma API691 “gestión de maquinaria basada en riesgos” publicada por el American Petroleum Institute en el año 2017, se erige como un compendio de buenas prácticas para la gestión de riesgos en salud, seguridad y medio ambiente. Sin embargo, no se restringe solo a los riesgos enunciados, sino que como valor agregado sugiere el análisis de riesgos asociados a la pérdida de la función de un activo y a temas relacionados con cumplimientos normativos.

1.1.5. Hoy se habla de riesgos emergentes

Como parte de la evolución intrínseca a cualquier temática, el siglo XXI ha traído consigo una vorágine de acontecimientos científicos y tecnológicos que han coadyuvado al desarrollo de proyectos complejos con corolario en nuevos riesgos que deben ser estudiados, esto ha conllevado

a que se generen ya las primeras alertas en torno a las variantes y formas en las que se manifiesta. David Hillson, en un artículo de 2016 para la revista del Project Management Institute (PMI) de Madrid, España, denominado “gestionar el riesgo en proyectos complejos”, comparte su postura respecto al tema citando lo siguiente:

“Los proyectos complejos están sujetos a las mismas clasificaciones de riesgo que se encuentran en cualquier proyecto. Sin embargo, la naturaleza impredecible de los proyectos complejos también resulta en tipos particulares de riesgo imprevisible. Estos tienen varios nombres: son conocidos algunas veces como el desconocimiento de lo desconocido, o los Cisnes Negros, o riesgos ontológicos, o riesgos emergentes. Estos riesgos son difíciles de identificar anticipadamente y difíciles de evaluar con exactitud, y las estrategias de respuesta estándar para el riesgo no son frecuentemente efectivas al tratarlas (Hillson, 2016).”

La gestión y/o administración de proyectos ya ha venido identificando al riesgo emergente como un tema específico que demanda una especial atención, sin embargo, en lo que respecta al mantenimiento industrial aún es difícil encontrar documentos en los que se cite el tema, en cuanto a Colombia se refiere, el tema ya ha sido abordado desde el ámbito financiero a través de una “guía académica para la gestión de riesgos emergentes” emitida por la Asociación de Fiduciarias de Colombia en el año 2019.

2 Justificación

De acuerdo con un estudio sobre riesgos emergentes realizado por la Asociación de Fiduciarias de Colombia en el año 2019, los portafolios de riesgos de las empresas se revisan con mayor frecuencia en tres casos: después de un accidente o un "casi fallo", después de un cambio observado en el entorno de la organización y, por último, a través de un ejercicio prospectivo para analizar las tendencias, prácticas, impulsores y condiciones de cambio existentes y posibles. En los dos primeros casos la organización actúa de manera reactiva, la principal desventaja de estos enfoques es que inevitablemente conllevan a absorber los impactos del riesgo, bien sean parciales o totales, sin embargo, todo esto puede evitarse si en gran medida se sigue un enfoque proactivo y se monitorean constantemente aquellos riesgos emergentes que se asumieron producto de cambios en las decisiones del ejercicio operativo, y que no se materializaron producto del juego de la probabilidad intrínseca al riesgo.

Los análisis proactivos de escenarios se perfilan como una herramienta efectiva para que las organizaciones estimen su exposición potencial a los riesgos emergentes y establezcan los niveles de preparación en caso de que se produzcan eventos. Sin embargo, esto normalmente se aplica en el antes, también es necesario que las organizaciones se hagan cargo de aquellos que no se identificaron previamente, que se asumieron y que por suerte no se materializaron.

Sin importar que exista o no suficiente información sobre los riesgos para efectos de su identificación, medición y control, es necesario que los riesgos emergentes sean objeto de gestión dentro los sistemas de administración de riesgos de las organizaciones, de manera que estas puedan estar lo mejor preparadas antes de la materialización de uno o varios de ellos. Lo anterior, teniendo en cuenta que la sostenibilidad de las organizaciones es altamente dependiente de la forma en que se gestionan las incertidumbres, para tal efecto, es muy importante la alineación de todas las áreas funcionales de negocio, entre todas estas y no menos importante para una adecuada gestión de activos, mantenimiento.

3 Objetivos

3.1. Objetivo general

Estudiar la gestión de los riesgos emergentes no materializados en el proceso de toma de decisiones del mantenimiento industrial.

3.2. Objetivos Específicos

Analizar el tratamiento que se le ha dado a los riesgos emergentes suscitados por cambios en las decisiones de mantenimiento.

Establecer criterios de buenas prácticas para tratar los riesgos emergentes suscitados por cambios en las decisiones de mantenimiento.

4 Hipótesis

Como supuesto de esta investigación se plantea que muchos de los riesgos a los que hoy se exponen las industrias son desconocidos producto de la vertiginosidad con que se está transformando el entorno, esto plantea como hipótesis que muchos eventos han sido producto de riesgos emergentes que no se monitorearon y que, por tanto, no se gestionaron en el momento correcto. En consonancia con lo supuesto, se pretende a través del presente estudio resolver el siguiente interrogante: ¿Cómo se están gestionando los riesgos emergentes suscitados por los cambios en las decisiones en el mantenimiento industrial?

Lo anterior deriva en los siguientes aspectos específicos a resolver:

- ¿Cómo están gestionando las organizaciones de mantenimiento los riesgos?
- ¿Tienen claro las organizaciones de mantenimiento el concepto de riesgo emergente?
- ¿Cómo responden las empresas para identificar riesgos emergentes que no se materializaron producto de cambios en las decisiones del mantenimiento industrial?
- ¿Cuáles son las oportunidades de mejora existentes para la gestión de los riesgos emergentes suscitados por los cambios en las decisiones en el mantenimiento industrial?

Esta propuesta de investigación si bien es cierto entiende a los riesgos emergentes como una variable de alta complejidad e incertidumbre, pretende a través del análisis de la gestión en dos importantes sectores industriales de Colombia (Oil & Gas y Generación de Energía), resolver buenas prácticas para que las decisiones de mantenimiento que se tomen dentro de un entorno en constante transformación, involucren y aseguren a los riesgos emergentes como un fenómeno presente y de alta importancia.

5 Marco teórico

En este apartado se realiza un análisis bibliográfico de todos los conceptos a partir de los cuales se puede sustentar la definición de riesgo emergente y mantenimiento industrial. Se partirá realizando un análisis de la evolución del concepto de riesgo en diferentes contextos y por diferentes autores y organizaciones, posteriormente se abordarán conceptos correspondientes a los elementos que le componen, entre estos, peligro, probabilidad, consecuencia e incertidumbre, para finalizar con conceptos que enmarquen el papel del riesgo en los contextos del mantenimiento industrial.

5.1. Riesgo

En cuanto a sus orígenes según Luis Chavarro, “parece haber un consenso en que el término de riesgo comenzó a ser usado en la navegación marítima, dado que los viajes trasatlánticos significaban una fuente de peligro por los eventos adversos que podían sufrir los marinos y los daños a la misma embarcación” (Chávarro, 2018).

El riesgo es un tema que, por su naturaleza e incertidumbre intrínseca, ha conllevado a que muchos autores y organizaciones se hayan dedicado a realizar diferentes estudios y, por tanto, emitido diferentes conceptos, en ese orden de ideas y aunque con aspectos de fondo en común, se pueden encontrar diferentes definiciones para este concepto. Según la Real Academia de la Lengua Española, riesgo se encuentra definido como una “contingencia o una proximidad de un daño” (RAE, 2021), para efectos de este trabajo, esta sería una definición no más allá de algo referencial, entendiéndose como una definición genérica, sin embargo, entender las diferentes perspectivas con las que se aborda el concepto coadyuva a tener un mejor entendimiento de este.

Existen otras definiciones que según el contexto que persiguen adoptan una expresión de este concepto, una de las definiciones más importantes es la que se emite desde la norma ISO31000, considerada una de las normas referente en lo a que gestión del riesgo se refiere, esta directriz afirma que riesgo “es el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos” (ICONTEC, 2018), el mismo concepto es adoptado desde la gestión de activos con la norma ISO55000, y es esta una de las definiciones donde ya se comienzan a incorporar nuevos elementos conceptuales que deberán ser abordados en este marco, en este caso, la incertidumbre. Este concepto de igual forma es refrendado por la norma ISO45000, norma dentro de la cual se enmarca el concepto dentro del

contexto de la seguridad y la salud en el trabajo, según esta directriz, el riesgo se define sin más como un “efecto de la incertidumbre” (ISO, 2018), concepto abordado tal cual desde el contexto ambiental por la norma ISO14000.

Existen de igual forma diferentes documentos generados en torno a la gestión del mantenimiento industrial que abordan el concepto de riesgo con una importante relevancia, según la norma europea EN16991, el riesgo se define como la “combinación de la probabilidad de que se produzca el daño y la gravedad del mismo”, por otra parte, la norma API691 lo define como la “la combinación de la probabilidad de que un evento ocurra durante un período de tiempo de interés y la consecuencia (generalmente negativa) asociada con el evento”. En lo que respecta a estas dos definiciones ya se suman al concepto otros elementos de interés que deberán ser abordados, entre estos, probabilidad, gravedad y/o consecuencia.

5.2. Incertidumbre como elemento intrínseco al riesgo

Conforme lo define Luis Chavarro en su artículo riesgo e incertidumbre como características de la sociedad actual, la diferencia del riesgo y la incertidumbre se fundamentan en que el riesgo “es la probabilidad de sucesos que causan daños, pero cuyo desenlace se puede medir y calcular, mientras que la incertidumbre sería la imposibilidad de medir y calcular esos daños“, por otra parte, al igual que con el riesgo, considera que el concepto de incertidumbre tiene sus orígenes y se comenzó a tratar en la navegación.

La incertidumbre tiene una relación muy alta con la naturaleza de los procesos estocásticos, entendiéndose por proceso estocástico aquel que no se puede predecir, Según María Pérez del Centro Español de Metrología, “la incertidumbre del resultado de una medida refleja la falta de conocimiento sobre el verdadero valor del mensurando” (Pérez, 2012), en ese sentido, la incertidumbre siempre estará relacionada con la falta de conocimiento que se tenga para recorrer un camino, definida por la Real Academia de la Lengua Española de una manera simplificada como la “falta de certidumbre” (RAE, 2021).

5.3. Peligro y su influencia en el riesgo

Existe una marcada tendencia en cuanto a las ideas, percepciones y representaciones del riesgo que inducen a confundirlo con el peligro, empero, estos dos conceptos siempre han tenido una muy cercana relación y se puede afirmar que existe una relación simbiótica entre los mismos desde sus orígenes. Para tener un mejor entendimiento del relacionamiento que tienen las definiciones de riesgo y peligro, Luis Machado establece una diferenciación de conceptos en la que define al riesgo como “la probabilidad de que ocurra un suceso con desenlaces de daño o peligro, y a peligro como la posibilidad inminente de que suceda algo nefasto.” (Chávarro, 2018)

Es evidente que para efectos de este trabajo es muy importante que las relaciones y diferencias entre peligro y riesgo estén claramente definidas, en ese sentido, las mismas normas técnicas que definen el riesgo son precisas en establecer una definición de peligro, de esta forma, desde el punto de vista de la salud y la seguridad en el trabajo, la ISO45000 define al peligro como una “fuente con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud” (ISO, 2018). En conclusión, a nivel conceptual el peligro se puede definir como la “fuente que tiene el potencial de hacer daño” y que puede ser tan riesgosa o no conforme nos exponemos a ella.

5.4. Probabilidad como gestor de incertidumbre

Con el concepto de riesgo intrínsecamente nace el de probabilidad, la probabilidad nace como esa necesidad de poder medir de alguna forma esa incertidumbre que implica asumir un riesgo, según Chavarro a partir de la imperante necesidad de calcular las probabilidades, se derivan métodos de medición que fueron finalmente la base para que se establecieran las aseguradoras, esto planteó una nueva forma de abordar aquellos riesgos que no se podían omitir cuando se emprendían viajes hacia territorios desconocidos, e incluso, cuando se planeaban muchos nuevos proyectos que respondían a la naciente y creciente revolución industrial (Chávarro, 2018).

Desde el punto de vista estocástico, el análisis de las distribuciones de probabilidad que se obtienen a través de modelar el comportamiento de una o diferentes variables y su dependencia entre sí, determina la forma en que resolvemos la incertidumbre que se asocia a una decisión que se expondrá a un contexto y/o entorno, esto se sintetiza “en un proceso aleatorio, razón entre el número de casos favorables y el número de casos posibles (RAE, 2021).

En lo que respecta a la norma ISO31000 “la palabra probabilidad se utiliza para indicar la posibilidad de que algo suceda, esté definida, medida o determinada objetiva o subjetivamente, cualitativa o cuantitativamente, y descrita utilizando términos generales o matemáticos” (ICONTEC, 2018), lo que quiere decir, que de acuerdo con lo que expresa la norma, la probabilidad no solo es la certidumbre que se resuelve matemáticamente sino también aquella que se logra resolver cualitativamente.

5.5. Consecuencia como una medida del impacto

Según lo norma ISO31000, consecuencia “es el resultado de un evento que afecta a los objetivos”, en ese sentido, la consecuencia se puede considerar como una medida del impacto negativo o positivo que suscita de un evento, de igual forma, “una consecuencia puede ser cierta o incierta y puede tener efectos positivos o negativos, directos o indirectos sobre los objetivos” (ICONTEC, 2018). Entendiendo a la consecuencia como concepto y su relacionamiento con el riesgo, se puede hacer referencia de la consecuencia como un determinante del resultado del impacto y a la probabilidad como un determinante del resultado de la certidumbre, resultan las dos con su producto en una valoración del riesgo que surge de una decisión.

Finalmente, la consecuencia es el resultado que se persigue a través de la materialización de diferentes probabilidades, como conclusión, se puede afirmar que el dimensionamiento de la consecuencia tanto como el dimensionamiento de la probabilidad, nace producto de la necesidad de medir lo incierto.

5.6. Riesgo emergente como una variante de baja probabilidad y alto impacto

El riesgo emergente se constituye como una variante que ha sido reconocida en el último tiempo por las diferentes aseguradoras y el mundo financiero, según la Asociación de Fiduciarias de Colombia, los riesgos emergentes son aquellos cuyo origen es diferente a los riesgos tradicionalmente gestionados por las organizaciones. Son riesgos producto de la transformación, entre otros, de los entornos laborales, cambios en las condiciones económicas, sociales, demográficas, ambientales, tecnológicas, que tienen un fuerte impacto en la operación del negocio

y que por su naturaleza son difíciles de predecir y valorar (Asociación colombiana de Fiduciarias, 2019).

Los riesgos emergentes tienen como principal característica que poseen una muy baja recurrencia y probabilidad, pero un alto impacto, es por esa razón que se convierten en un aspecto muchas veces desestimado en los análisis y la gestión del riesgo de las organizaciones.

Producto de las transformaciones que el ser humano le ha dado a los entornos a través del creciente desarrollo tecnológico, y a las formas en las que cada vez más se alteran los sistemas de equilibrio del planeta, han tomado fuerza nuevas formas de riesgo asociadas a la actividad humana.

5.7. Mantenimiento industrial y el riesgo como determinante en la toma de decisiones

Según la norma API691, mantenimiento se define como la “combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, incluidas las acciones de supervisión, destinadas a mantener un elemento en un estado en el que pueda realizar una función requerida en un contexto operativo definido, o devolverlo a dicho estado requerido por sus partes interesadas” (API, 2017). El mantenimiento es una de esas tantas áreas funcionales de una organización que demandan como cualquier otra de toma de decisiones, y que en su defecto intrínsecamente llevan consigo un riesgo.

La confiabilidad es una de las ramas de la ingeniería que nace como un concepto de la evolución del mantenimiento, que permite gestionar la incertidumbre en las decisiones del mismo, es así como a través de diferentes modelos y metodologías que esta propone, se propende por reducir las brechas de incertidumbre existentes para tomar las decisiones de intervención oportuna de los activos, La confiabilidad se soporta de igual forma en la definición de riesgo y todos los elementos que le convergen para resolver y gestionar la incertidumbre intrínseca en las decisiones que buscan un equilibrio de costo, riesgo y desempeño para el cumplimiento de los objetivos de una organización.

6 Metodología

Esta investigación persiguió como principal objetivo estudiar la gestión que las organizaciones de mantenimiento industrial le están dando a los riesgos emergentes en un entorno operativo altamente cambiante, para este fin los autores se establecieron como alcance, estudiar la gestión de los riesgos asociados a cambios en las decisiones de mantenimiento desde dos sectores representativos de la industria como lo son Oil & Gas y Generación de Energía, dicha decisión se fundamentó en la experiencia directa que cada uno de los autores tiene en el mantenimiento industrial para los sectores especificados y en la representatividad que estos tienen para efectos de obtener un análisis referente por cumplir con las siguientes condiciones:

- 1 Son sectores con un uso intensivo de activos.
- 2 Son sectores en los que se demandan altas inversiones de capital en consonancia con altos riesgos de negocio.
- 3 Son sectores en los que el uso eficiente de los activos repercute en una ventaja competitiva de negocio.

Para abordar los dos sectores citados se estudió la gestión en una empresa referente de cada sector a nivel Colombia, por temas de reserva ninguna de las dos organizaciones se citó de manera expresa dentro del desarrollo de la presente investigación, sin embargo, el marcado aporte de producción e ingresos que cada una reporta respectivamente en su sector, garantiza satisfactoriamente una adecuada contribución de conocimiento para los objetivos que se persiguieron.

El marco metodológico de la investigación se desarrolló basado en un contexto estrictamente cualitativo, la metodología de la investigación se sustentó en cuatro etapas que fueron resueltas para cada una de las organizaciones seleccionadas y buscaron dar respuesta a los interrogantes propuestos en el planteamiento del problema. Las etapas metodológicas propuestas fueron las siguientes:

- Etapa 1. Gestión del riesgo en las organizaciones de mantenimiento industrial

- Etapa 2. Claridad conceptual de los riesgos emergentes en las organizaciones de mantenimiento industrial
- Etapa 3. Respuesta a los riesgos emergentes que no se materializaron producto de los cambios en las decisiones de mantenimiento industrial
- Etapa 4. Oportunidades de mejora existentes para la gestión de los riesgos emergentes

7 Resultados y discusión

7.1. La Gestión del riesgo en organizaciones de mantenimiento industrial

Esta etapa persiguió obtener un contexto general de como las organizaciones objeto de estudio se encuentran gestionando los riesgos en general y cuál es la alineación, consistencia y sostenibilidad existente entre los escenarios estratégicos, tácticos y operativos organizacionales, para el desarrollo de esta etapa los investigadores apelaron a métodos de observación cualitativa de cada uno de los procesos existentes que convergen y afectan el cumplimiento de los objetivos del mantenimiento industrial. En esta etapa se describen las estructuras y políticas que rigen la gestión de riesgos en cada una de las dos organizaciones, y la forma en que las organizaciones de mantenimiento se encuentran alineadas con las mismas.

1.1.1 Gestión estratégica de los riesgos

7.1.1.1 Gestión estratégica de los riesgos en la organización Oil & Gas

De acuerdo con la revisión documental realizada al interior de la compañía del sector Oil & Gas, se evidencia que a nivel estratégico existe una declaratoria a través de la cual se reconocen los riesgos que pueden afectar y desviar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la compañía, también se evidencia que dichos riesgos son gestionados de manera sistemática a través de un modelo de gestión de riesgos empresariales (ERM - Enterprise Risk Management), dicha gestión se sustenta a través de la aplicación de las siguientes etapas:

- Planear: Definición de alcance de las actividades y análisis de contexto interno y externo.
- Identificar: Identificación de los riesgos con base en los puntos de vista de las personas involucradas y en el análisis de información.
- Evaluar: Análisis de causas y consecuencias. Valoración según probabilidad e impacto.
- Tratar: Selección e implementación de opciones para abordar el riesgo.

- Comunicación y consulta, Seguimiento y revisión Reporte e informe: Etapas transversales de intercambio de información, retroalimentación y monitoreo continuo, y documentación y reporte de los resultados de cada etapa del ciclo.

Los niveles de riesgos que gestionan en la organización se detallan a continuación:

Figura 1 Niveles de riesgos gestionados en la organización Oíl & Gas



Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

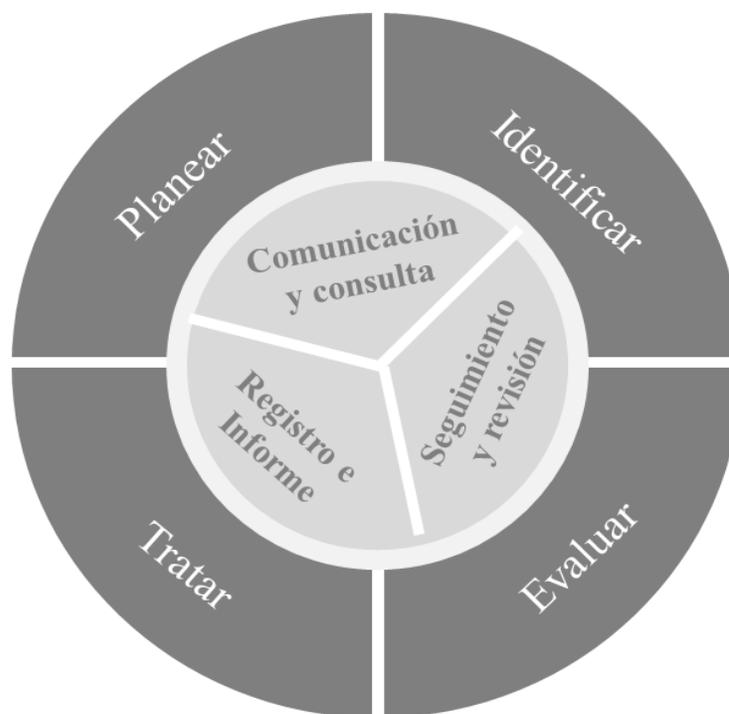
La organización se mantiene en constante revisión de sus riesgos empresariales y reconoce a través de sus análisis, que existen nuevas variables y tendencias que conllevan a riesgos emergentes, este es un hallazgo importante si se tiene en cuenta que la compañía reconoce los riesgos a los que se expone y las constantes dinámicas que le han conducido a tener que involucrarse con el concepto de riesgos emergentes desde el año 2021. La compañía, así como reconoce y adopta el concepto de riesgos emergentes en el marco de sus modelos de gestión, también les define desde su perspectiva de negocio, este un aspecto que refuerza el objetivo que se tiene en la presente investigación, el cual tiene que ver con el conocer las formas en que las organizaciones se están adaptando y adoptando las dinámicas con las que están evolucionando los riesgos y su naturaleza emergente. También reafirma que los modelos clásicos con los que se han

venido gestionando los riesgos tradicionales están siendo transformados desde las organizaciones y que se encuentran en creciente evolución.

A nivel estratégico la organización define a los riesgos emergentes como riesgos nuevos que están en desarrollo o que están incrementando significativamente su importancia, también considera que existen contextos nuevos o desconocidos que pueden afectar a riesgos ya conocidos y convertirlos en re-emergentes, por otra parte, y coincidiendo con otros conceptos citados en el marco conceptual del presente escrito, considera que son riesgos que normalmente tienen un alto impacto y que normalmente son forzados por factores externos que se encuentran más allá de la influencia y control de la organización. Es válido citar, que existe un aspecto propio de la naturaleza de los riesgos emergentes que aún no ha sido reconocido por la compañía, y este tiene que ver con la baja probabilidad de ocurrencia que manejan, siendo este, el aspecto principal por el que normalmente pasan desapercibidos.

Figura 2

Ciclo de gestión de riesgos usado para gestionar los riesgos emergentes en la organización Oíl & Gas



Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

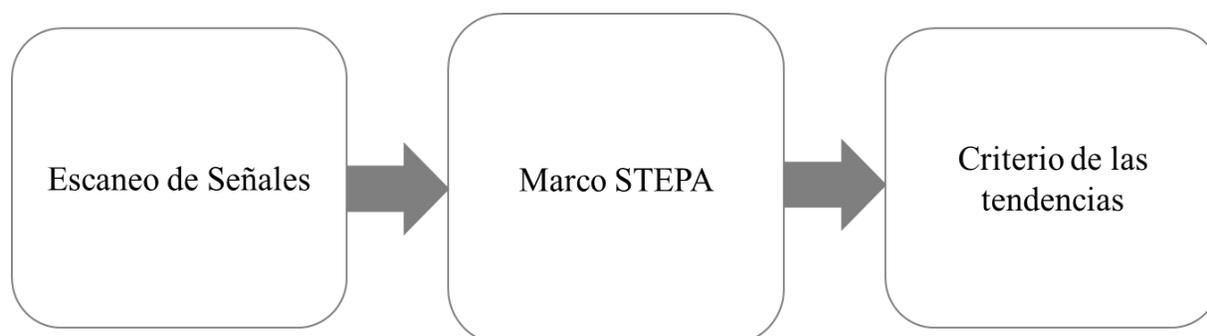
La organización también reconoce que un riesgo emergente se considera bien entendido si este ya ha sido cuantificado a través de una metodología que se encuentre establecida y sea reconocida, también establece por entendidos aquellos riesgos que se encuentren registrados y enmarcados dentro de la política de riesgos de la compañía.

Es claro que a nivel estratégico se tiene una estructura definida para la gestión de riesgos emergentes, la cual se encuentra muy relacionada con las formas convencionales en que se han venido identificando los riesgos tradicionales desde la fase de planeación, sin embargo, uno de los objetivos de esta investigación es identificar a través de las siguientes etapas como se están alineando estas directrices con los niveles operativos del mantenimiento industrial, donde generalmente muchas decisiones de naturaleza rutinaria cambian inesperadamente por factores externos que afectan a la organización.

A nivel organizacional se afirma que la planificación de los riesgos emergentes es realizada a través de metodologías cualitativas y cuantitativas con las que se realizan escaneos externos e internos para identificar tendencias emergentes, con base en dicha identificación se establecen posibles riesgos y se evalúan sus posibles impactos para finalmente tratarlos con acciones que les mitigue. Es importante identificar a través de esta investigación como se nutren estas etapas desde cada una de las áreas funcionales de la organización y como se van adoptando las mismas en contextos operativos donde muchos de los riesgos emergentes por su baja probabilidad de ocurrencia pueden quedar ocultos.

Figura 3

Marco de identificación de tendencias en la organización Oíl & Gas



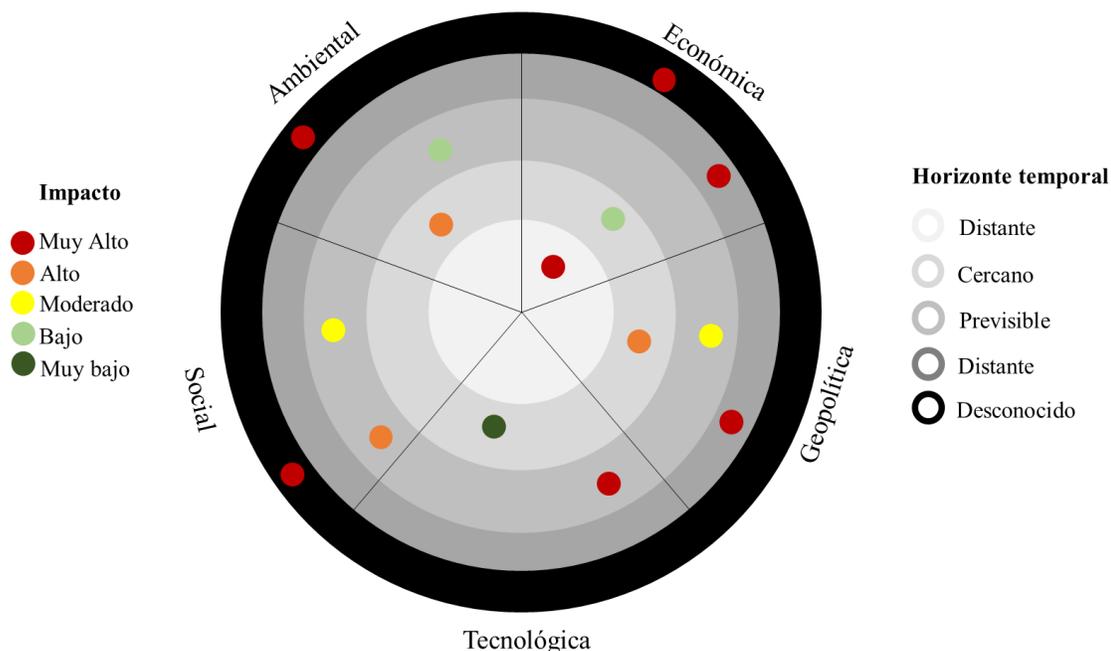
Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

A nivel de gestión de activos es claro que para una adecuada gestión del cambio es importante que las organizaciones gestionen los riesgos que susciten del mismo, en lo que tiene que ver con el contexto estratégico la organización evidencia tener una estructura para gestionarlos, pero entendiendo que se trata de una industria perteneciente a un sector intensivo en activos, va a ser muy importante identificar los niveles de consistencia entre los diferentes contextos y escenarios a ser estudiados para hallar si existen aciertos u oportunidades de mejora en la alineación por parte de las unidades funcionales de negocio, entre esas mantenimiento.

El tratamiento de los riesgos emergentes es gestionado en la organización a través de un ciclo de monitoreo continuo de los cambios y la evolución de los riesgos, este aspecto evidencia conformidad documental con los requerimientos de gestión del cambio expuestos por el estándar de gestión de activos, la organización también declara que cualquier riesgo puede incorporarse en todo momento dentro del mapa de riesgos como un aspecto estratégico a tratar, sin embargo, es importante una vez más identificar las dinámicas con que estos cambios afectan e influyen en la alineación de las decisiones desde las diferentes unidades de negocio.

Figura 4

Radar de riesgos emergentes de la organización Oil & Gas



Fuente: Empresa sector Oil & Gas adaptado por los autores.

7.1.1.2 Gestión estratégica de los riesgos en la organización Generación Energía

Se identifica al interior de la organización generación energía las herramientas utilizadas para abordar el tema de riesgos, para el caso puntual, la organización tiene definido un “esqueleto” llamado Gestión Integral de Riesgos (GIR), su implementación se basa en el desarrollo de una metodología claramente definida que apunta a la consecución de los logros organizacionales y la toma de decisiones, el resultado de la metodología trae una serie de beneficios para la organización tales como:

- 1) Identificar eventos que afecten el logro de los objetivos.
- 2) Soportar la toma de decisiones.
- 3) Minimizar y prevenir pérdidas.
- 4) Facilitar el cumplimiento de la normatividad.
- 5) Generar confianza en el grupo de interés.

La organización define el riesgo como un evento que al materializarse puede desviar el logro de los objetivos o afectar los objetos de impacto. Es por esta razón que en el año 2010 se comenzó con la identificación de los riesgos a nivel de organización y para el año 2014 se generó la metodología previamente descrita. Los riesgos que se han materializado en el sector de generación energía son puestos en constante revisión por parte de la alta gerencia y eventos como la contingencia del proyecto hidroeléctrico Hidroitungo obligaron en el año 2018 a realizar una exhaustiva revisión al mapa de riesgo.

Es importante resaltar que la construcción de la Gestión Integral de Riesgos y su guía metodológica fueron elaboradas teniendo como base las mejores prácticas y normas de gestión a nivel nacional e internacional como la ISO 31000 y el Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG).

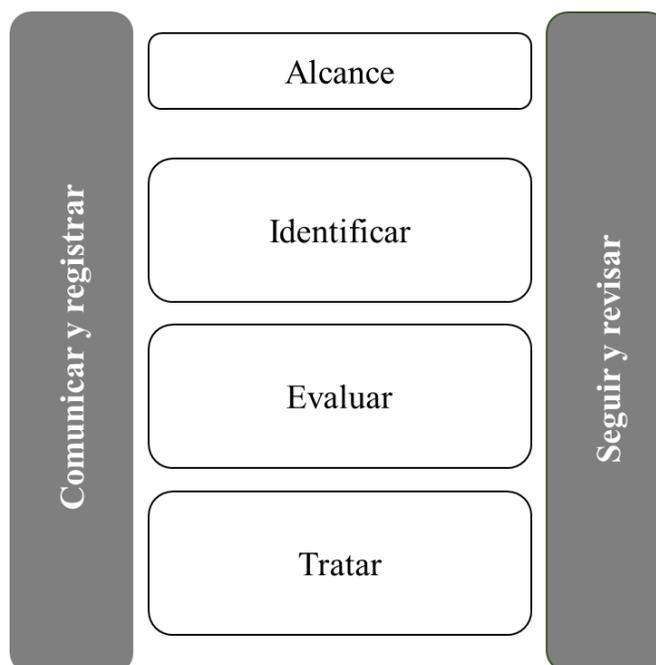
La organización de estudio define 6 etapas para la implementación de la metodología (Figura 5):

- 1) Alcance, contexto y criterios.
- 2) Riesgos y controles.

- 3) Evaluación de controles, objeto de impacto y nivel de riesgo.
- 4) Tratamiento de riesgos.
- 5) Seguimiento y revisión.
- 6) Comunicación y registro.

Figura 5

Etapas para la gestión integrada de los riesgos organización generación energía



Fuente: Empresa sector Generación Energía adaptado por los autores.

Se reconoce en la etapa 5 de la metodología la existencia de riesgos inherentes, aquellos que existen y cuentan con un plan de mitigación y control; los riesgos emergentes como todos aquellos que se deben asimilar luego de la efectiva implementación de las acciones de tratamiento propuestas y deben ser revalorados con el propósito de calificar su probabilidad, consecuencia y nivel de riesgo.

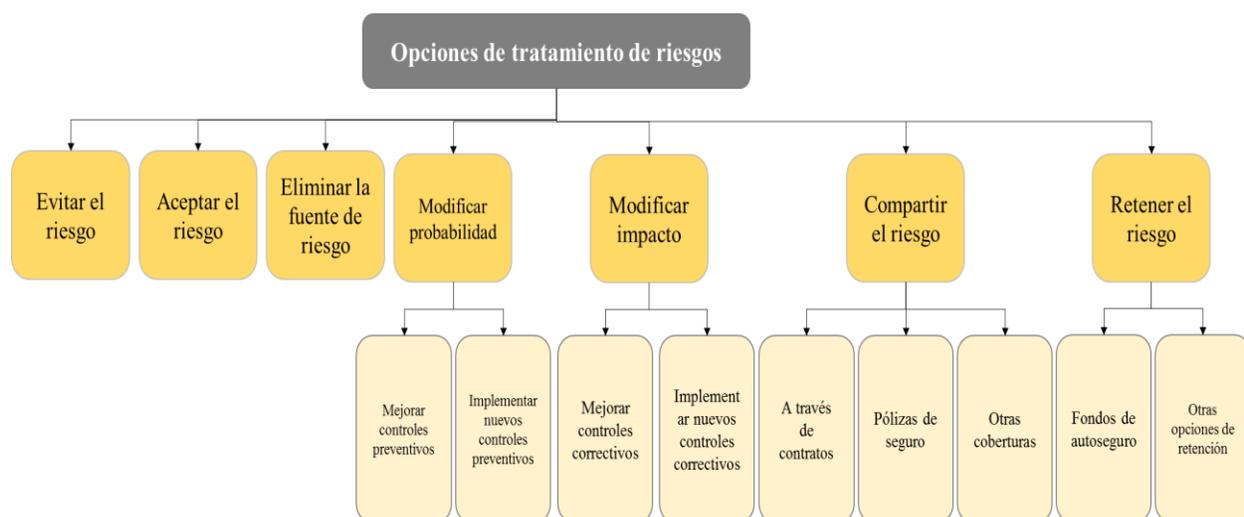
Como buena práctica y con el fin de homogeneizar el tratamiento del riesgo a lo largo del negocio de Generación de Energía, es fundamental definir cómo se puede tratar los riesgos y dejar en manos del grupo de expertos la elección de la mejor alternativa para cada caso teniendo en cuenta dos premisas, reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto en las consecuencias.

A nivel estratégico se definieron claramente los riesgos asociados al negocio, entre los muchos citamos los siguientes:

- Cambios desfavorables en las variables comerciales.
- Ciber ataques.
- Daños de la infraestructura, maquinaria y equipos.
- Errores u omisiones en procesos y procedimientos

Figura 6

Tratamiento de riesgos organización generación energía



Fuente: Empresa sector Generación Energía adaptado por los autores.

La materialización de un riesgo impacta el negocio de una u otra manera, por tal motivo desde un nivel estratégico se definieron cuáles eran estos impactos, como se valoraban y como debían ser medidos, se nombran los 6 objetos de impacto definidos para el sector Generación Energía:

- a) Salud Personas.

- b) Imagen/Reputación.
- c) Calidad.
- d) Ambiental.
- e) Información.
- f) Social.

Figura 7

Valoración de impactos organización generación energía

Valor	Nivel	Personas	Ambiente	Costo	Imagen
1	Mínima	↓	↓	↓	↓
2	Menor				
4	Moderada				
8	Mayor				
16	Máxima				

Fuente: Empresa sector Generación Energía adaptado por los autores.

7.1.2 Gestión táctica de los riesgos

7.1.2.1 Gestión táctica de los riesgos en la organización Oil & Gas

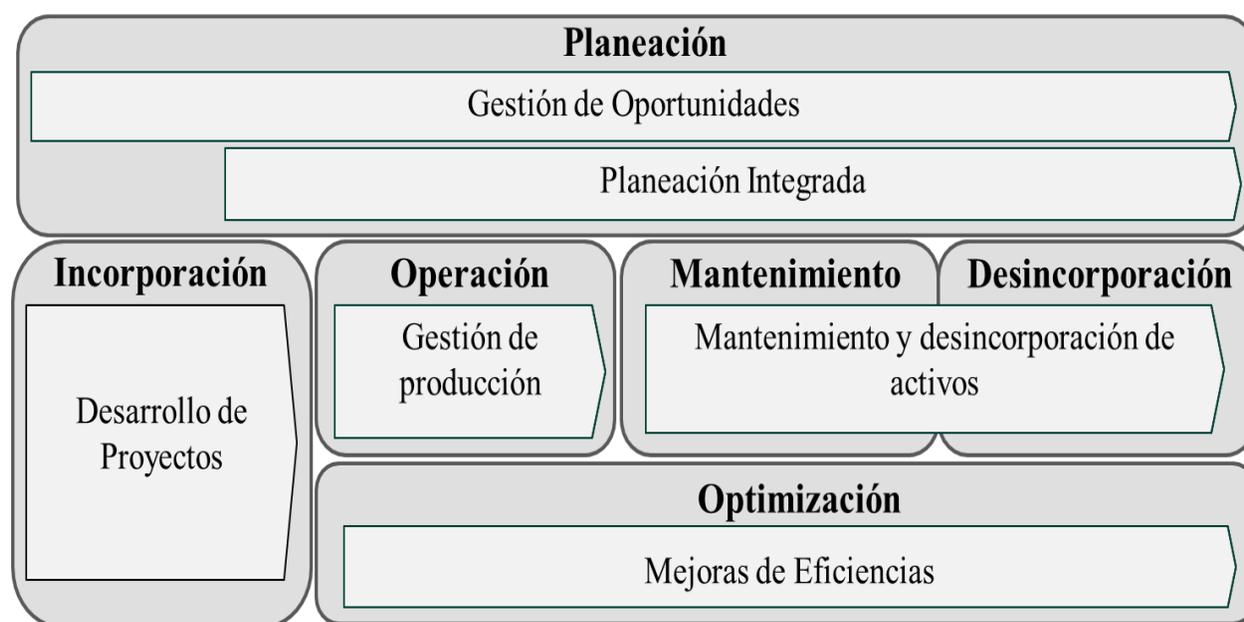
La gestión de riesgos tácticos en la organización Oil & Gas, se vincula directamente con todos aquellos riesgos que pueden afectar el cumplimiento de los objetivos de procesos y de los sistemas de gestión de la compañía, teniendo en cuenta que la presente investigación tiene un foco específico en la gestión de mantenimiento industrial y que este proceso es intrínseco a la gestión de activos físicos en la organización, se estudiaron específicamente las acciones tácticas para la

gestión de los riesgos que se asocian directamente con la gestión de activos en la etapa de mantenimiento.

Dentro del contexto táctico las acciones de mantenimiento se encuentran enmarcadas en un macroproceso de “intervención y desincorporación de activos de producción”, desde dicho marco se proveen los criterios de gestión para la conservación de los activos bajo conceptos de seguridad, integridad y confiabilidad para la mitigación de los riesgos y el cumplimiento de los objetivos estratégicos. Las directrices, flujos y responsabilidades que se aseguran a través del macroproceso de intervención y desincorporación, buscan forjar todas las acciones requeridas para la mitigación de los riesgos en las fases de mantenimiento y desincorporación del ciclo de vida de los activos.

Figura 8

Mapa de procesos actividades claves para la gestión de activos en la organización Oíl & Gas



Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

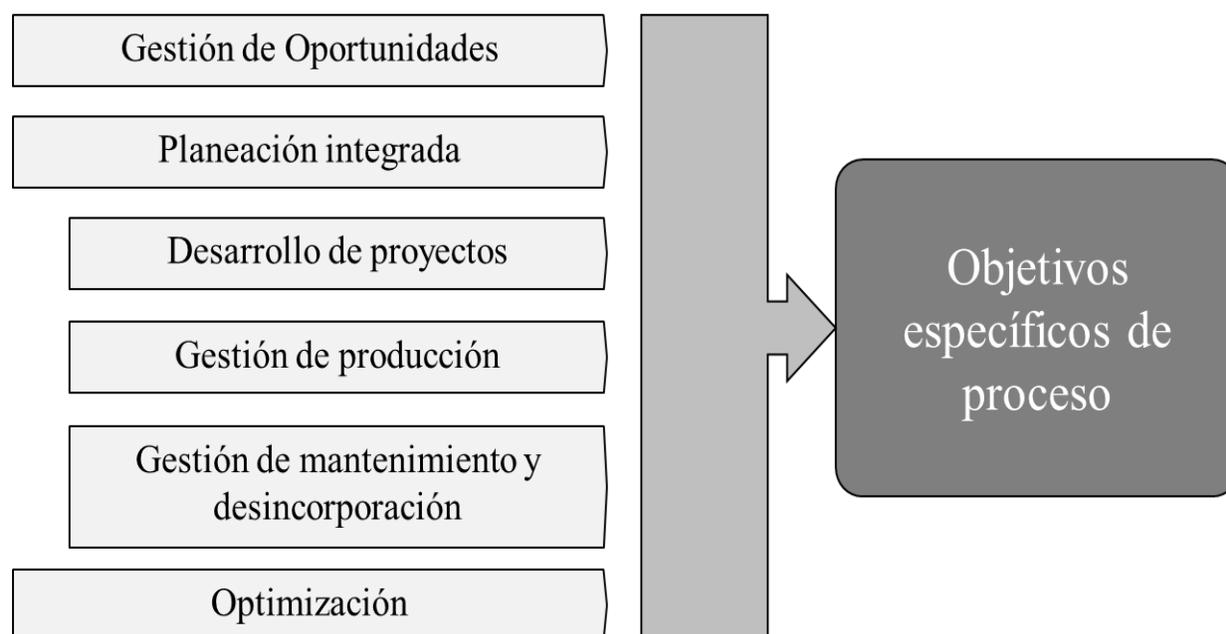
Si bien es cierto la organización no se ha sometido a un proceso formal de certificación en gestión de activos, el mapa de procesos se encuentra integrado y desarrollado en un marco de gestión inspirado en la norma ISO 55001, de acuerdo con las mejores prácticas de la industria y estándares internacionales. Este hecho demuestra que más allá de una certificación que acredite buenas prácticas, existe convicción para alinear las fases del ciclo de vida del activo en un sentido

coherente para la gestión de los riesgos y el cumplimiento de los objetivos de primer nivel del negocio. Las acciones tácticas para la gestión de los riesgos asociados a los objetivos del macroproceso de intervención y desincorporación de activos tienen un enfoque en el mediano plazo de la etapa de producción dentro de la cadena de valor, sin perder foco en el largo plazo, planeando las intervenciones y sinergias del ciclo de vida del activo y la desincorporación final.

Se evidencia también que los procesos relacionados con la gestión de activos actúan en paralelo y se integran a través de objetivos específicos para contribuir a la generación de valor. En lo que respecta a las acciones de mantenimiento industrial se plantea como objetivo superior del macroproceso la conservación de los activos de producción bajo criterios de seguridad, integridad y confiabilidad, hasta realizar su desincorporación final.

Figura 9

Objetivos específicos por macroproceso en la organización Oil & Gas



Fuente: Empresa sector Oil & Gas adaptado por los autores.

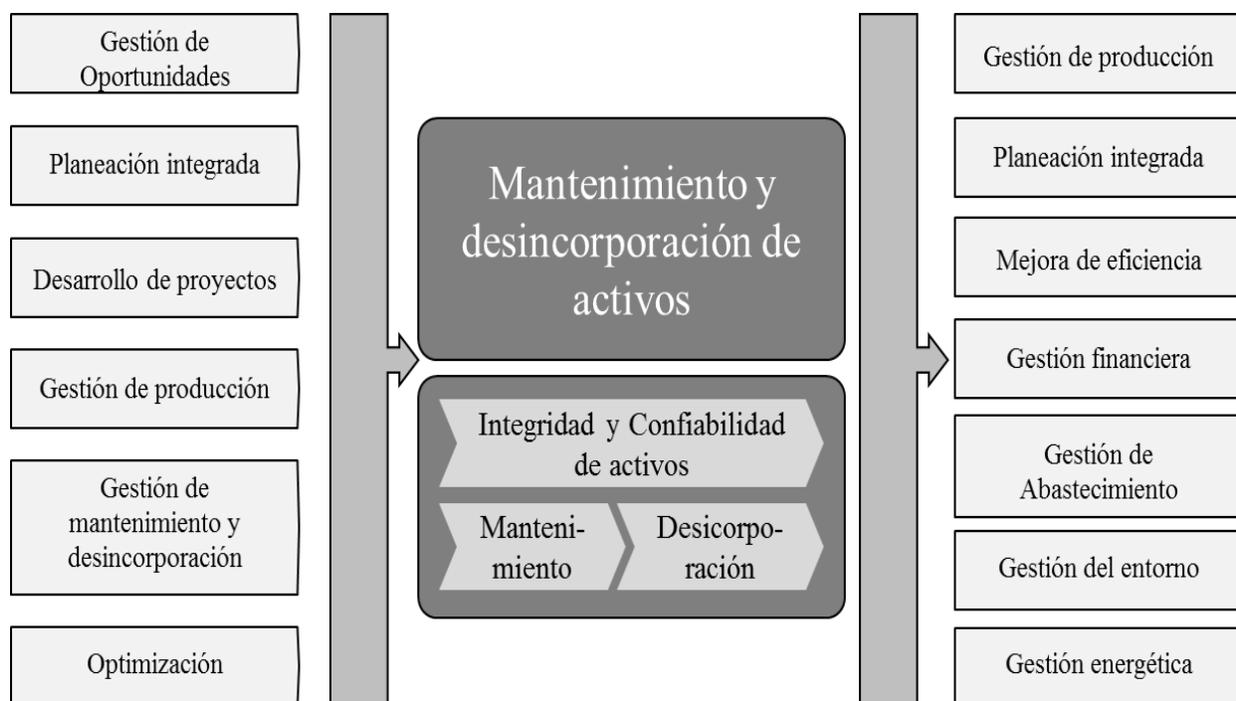
La disposición táctica de los procesos y sus sinergias demuestran como la organización articula cada una de sus unidades funcionales a los objetivos superiores, un aspecto muy importante que debe evidenciarse en esta investigación es el identificar como el concepto de riesgo emergente

se está involucrando dentro de las salidas del proceso de intervención y desincorporación de activos en su fase operativa. Lo anterior entendiendo que finalmente el proceso de intervención y desincorporación es el encargado de conservar los activos de producción en su etapa operativa, para lograr los objetivos del negocio hasta realizar su desincorporación.

La organización define claramente a través de sus procesos la estructura bajo la cual se rigen las sinergias, entradas, salidas y responsabilidades como marco de actuación para el direccionamiento del contexto operativo en que se desempeña el mantenimiento industrial. La definición de interdependencias también es evidente y es un factor clave para que en las fases operativas de negocio se tenga claridad y entendimiento sobre el valor sistémico que tienen cada una de las acciones del proceso en el logro de los objetivos de nivel superior. El establecimiento de procesos claros y la forma en que la organización los estructura, denotan que desde lo táctico la organización busca minimizar al máximo los riesgos que puedan presentarse por brechas de entendimiento desde lo operativo con vista hacia los objetivos estratégicos.

Figura 10

Sinergias, entradas y salidas de intervención y desincorporación activos organización Oíl & Gas

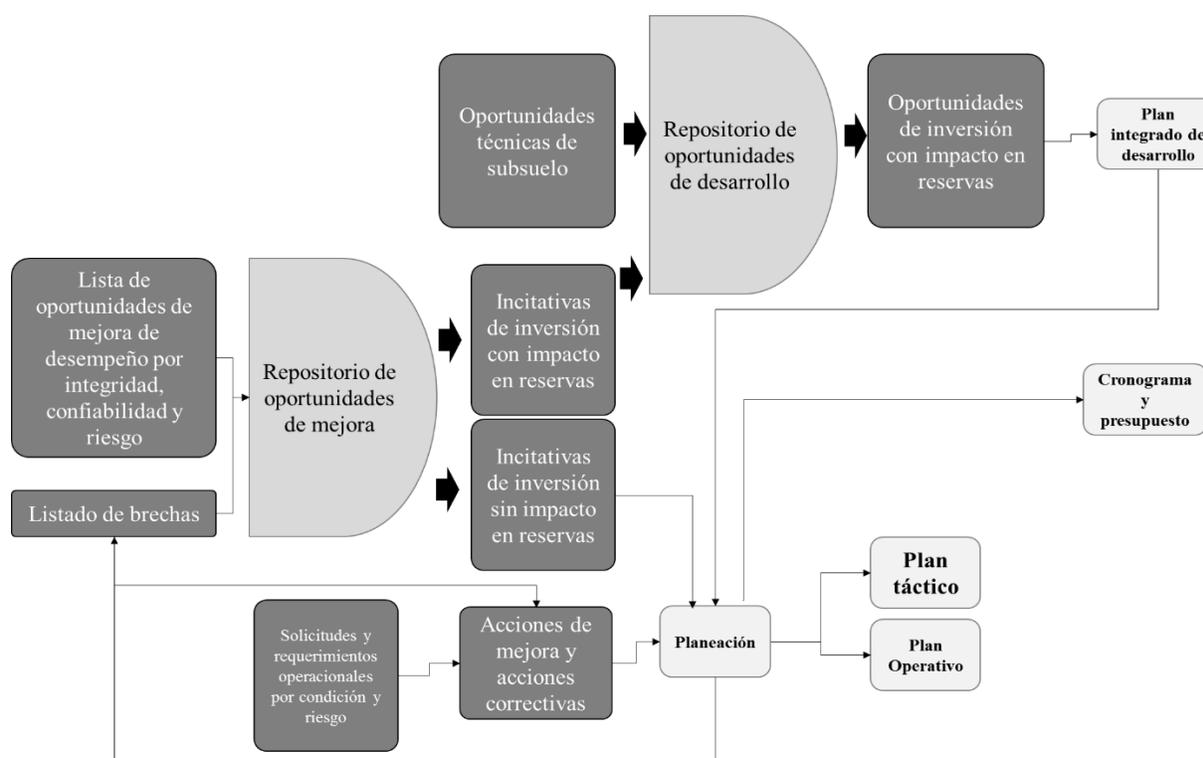


Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

Finalmente, es importante citar que la organización define un flujo común de oportunidades, acciones correctivas y de mejora entre todos los procesos, este hecho permite evidenciar que existen mecanismos claramente definidos para la retroalimentación de los riesgos y/o oportunidades del negocio, y un hallazgo coherente que conversa con su declaración y reconocimiento de los riesgos emergentes como una dinámica constante en su marco estratégico.

Figura 11

Flujo común de oportunidades, acciones correctivas y de mejora organización Oíl & Gas

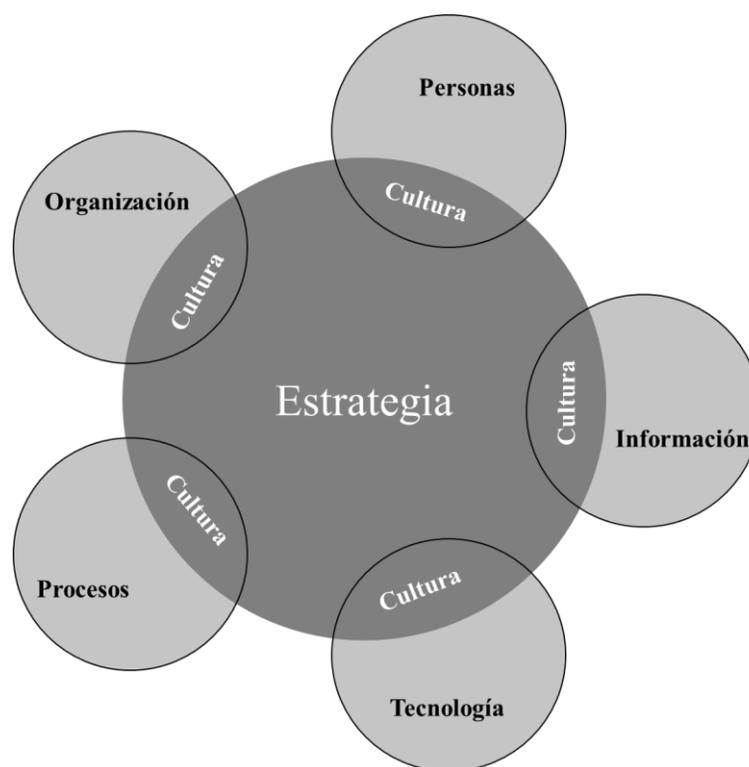


Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

7.1.2.2 Gestión táctica de los riesgos en la organización Generación Energía

Para el sector Generación Energía, es necesario contar con un sistema integral de gestión de activos. Es por eso por lo que gracias a la arquitectura empresarial que hace parte de una práctica de mejora continua, la organización articula 6 dimensiones que se alinean en pro de los objetivos organizacionales.

Figura 12
Arquitectura empresarial organización generación energía



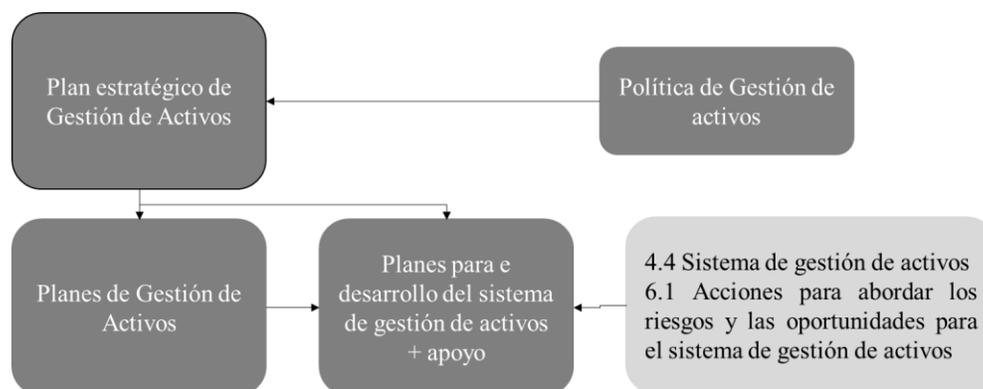
Fuente: Empresa sector Generación Energía adaptado por los autores.

Se pretende abordar el manejo de los riesgos emergentes en el ámbito del mantenimiento industrial, razón por la cual el sector energético por su gran robustez y cantidad de activos físicos es un sector representativo. Dentro del marco del nivel táctico y basados en la arquitectura empresarial la cual recoge el quehacer organizacional, se centraron los esfuerzos principalmente en la dimensión de procesos, incorporada en el desarrollo de la planeación integrada que permite identificar las expectativas de los diferentes grupos de interés y construir los planes de infraestructura, planes de mantenimiento y demás planes operativos que dan soporte al sistema de gestión de activos denominados planeación operativa.

La guía metodológica de gestión de riesgos que apoya la toma de decisiones, el análisis de criticidad de los activos, salud de activos y sobre todo el manejo del cambio, permiten identificar los riesgos en los activos físicos productivos a través de acciones y metodologías que mitiguen y minimicen el riesgo.

Figura 13

Sistema de gestión de activos, planificación y riesgos organización generación energía

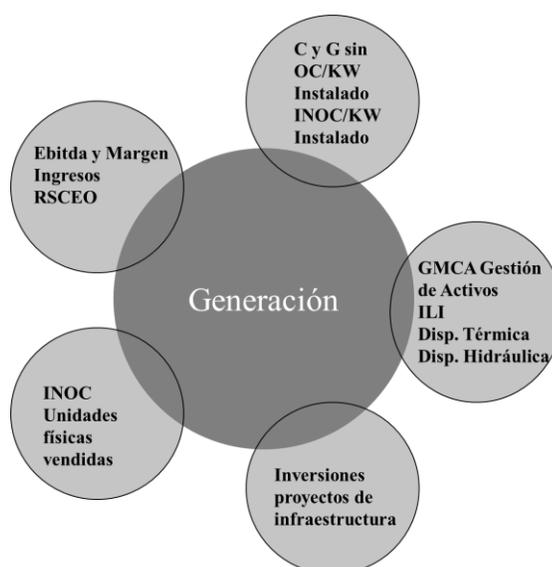


Fuente: Empresa sector Generación Energía adaptado por los autores.

Fue evidente dentro de la revisión a la organización, la forma en la que se identifican claramente los indicadores para el sector de Generación Energía, bajo los cuales se busca medir para el caso de la gestión de activos, el avance de cada una de las estrategias propuestas en el plan estratégico de la organización de manera que permitan mantener según la dimensión que se trate los niveles de riesgo en lo mínimo posible.

Figura 14

Indicadores generación energía



Fuente: Empresa sector Generación Energía adaptado por los autores.

Como parte del mantenimiento industrial, desde el nivel táctico y teniendo en cuenta el ciclo de vida de los proyectos definido en el marco de la guía metodológica de gestión de riesgos se hizo énfasis en la etapa de evaluación que comprende la operación y desmantelamiento de los activos físicos de la organización.

Tabla 1

Ciclo de vida de los proyectos organización generación energía

Estado	Identificación		Formulación		Ejecución		Terminación		Evaluación		
Fase	Iniciativa	Idea	Pre-Factibilidad	Factibilidad	Planeación Ejecución	Diseño	Desarrollo	Puesta Servicio	Cierre	Operación	Desmantelamiento

Fuente: Empresa sector Generación Energía adaptado por los autores.

La organización de manera frecuente lleva a cabo la identificación de riesgos estratégicos para sus activos, con lo que se realiza la retroalimentación necesaria para la toma de decisiones en cuanto el ciclo de vida de un activo por parte de la alta gerencia o el riesgo al que puede estar sometido actualmente.

7.1.3 Gestión operativa de los riesgos

7.1.3.1 Gestión operativa de los riesgos en la organización Oil & Gas

Los riesgos asociados a los detalles técnicos de la organización oil & gas, se aseguran a través del establecimiento de diferentes herramientas y/o metodologías para la gestión de los riesgos operativos asociados a las diferentes actividades de negocio en el marco operativo del ciclo de vida del activo.

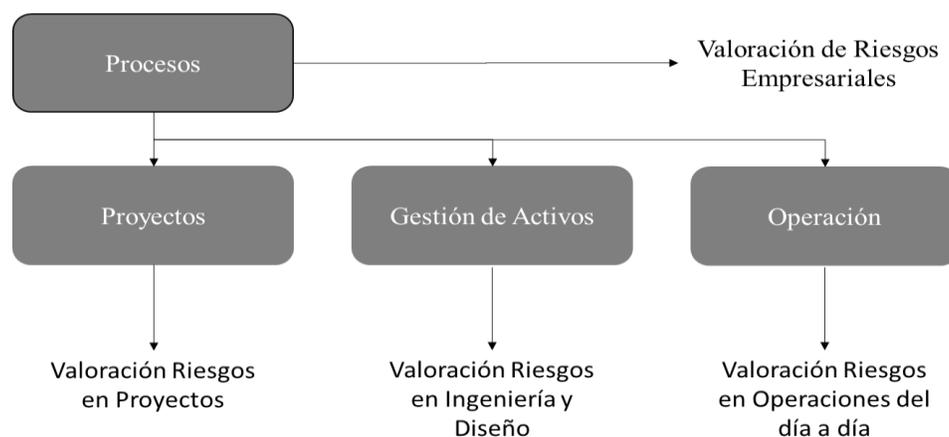
Las acciones de crear, operar, mantener y renovar se rigen de manera específica por una metodología común de valoración de riesgos, dicha metodología se sustenta en una matriz de valoración que permite dimensionar los riesgos operativos asociados a las actividades desarrolladas en el día a día de los negocios; así como clasificar por nivel de riesgos los eventos potenciales y materializados. La metodología de la matriz de valoración de riesgos es la principal herramienta de decisión operativa utilizada para el manejo de riesgos que impliquen consecuencias para las personas, la economía, el medio ambiente, los clientes y la reputación. Los ejes de la matriz según la definición de riesgo corresponden a las consecuencias y a la probabilidad.

La organización ha definido a la matriz como el principal instrumento para valorar riesgos de niveles corporativos, de proyectos, de diseño e ingeniería y para el día a día de las operaciones que realiza; la matriz de valoración de riesgos es considerada una poderosa herramienta de toma de decisiones en la organización porque permite una evaluación y clasificación ágil de los riesgos. La metodología se fundamenta específicamente en la experiencia de quienes la aplican y el juicio que desde la experticia puedan tener en la realización de la actividad que se pretende valorar.

Para el caso de la matriz de valoración de riesgos, estimar la probabilidad y las consecuencias no es una ciencia exacta. La estimación de la consecuencia se basa en la respuesta a qué ocurrió o qué pudo o podrá ocurrir; y la estimación de la probabilidad se basa en información histórica respecto de casos ocurridos anteriormente en similares condiciones, sabiendo que las circunstancias nunca son exactamente las mismas o la probabilidad de que esto pueda ocurrir.

Figura 15

Esquema de matrices según el tipo de decisión en la organización Oíl & Gas



Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

Si bien es cierto la matriz de riesgos es considerada la herramienta base para la toma de decisiones en diferentes escenarios y contextos de negocio, a nivel organizacional se tienen diferentes configuraciones de esta según el escenario donde se aplique. De acuerdo con lo anterior la organización cuenta con las siguientes matrices:

- Matriz de valoración de riesgos de inversiones y de manejabilidad de riesgos críticos

- Matriz de Evaluación Cualitativa de Riesgos para proyectos
- Guía de Análisis de Riesgos de Procesos

Se evidencia que a nivel organizacional la matriz de riesgos es utilizada desde el contexto operativo en sinergia con otras metodologías de riesgos que complementan aspectos como la identificación y el análisis de los riesgos de conformidad con el proceso de evaluación y tratamiento del riesgo expresado en la norma ISO 31000.

Figura 16

Proceso de gestión de riesgos norma ISO 31000



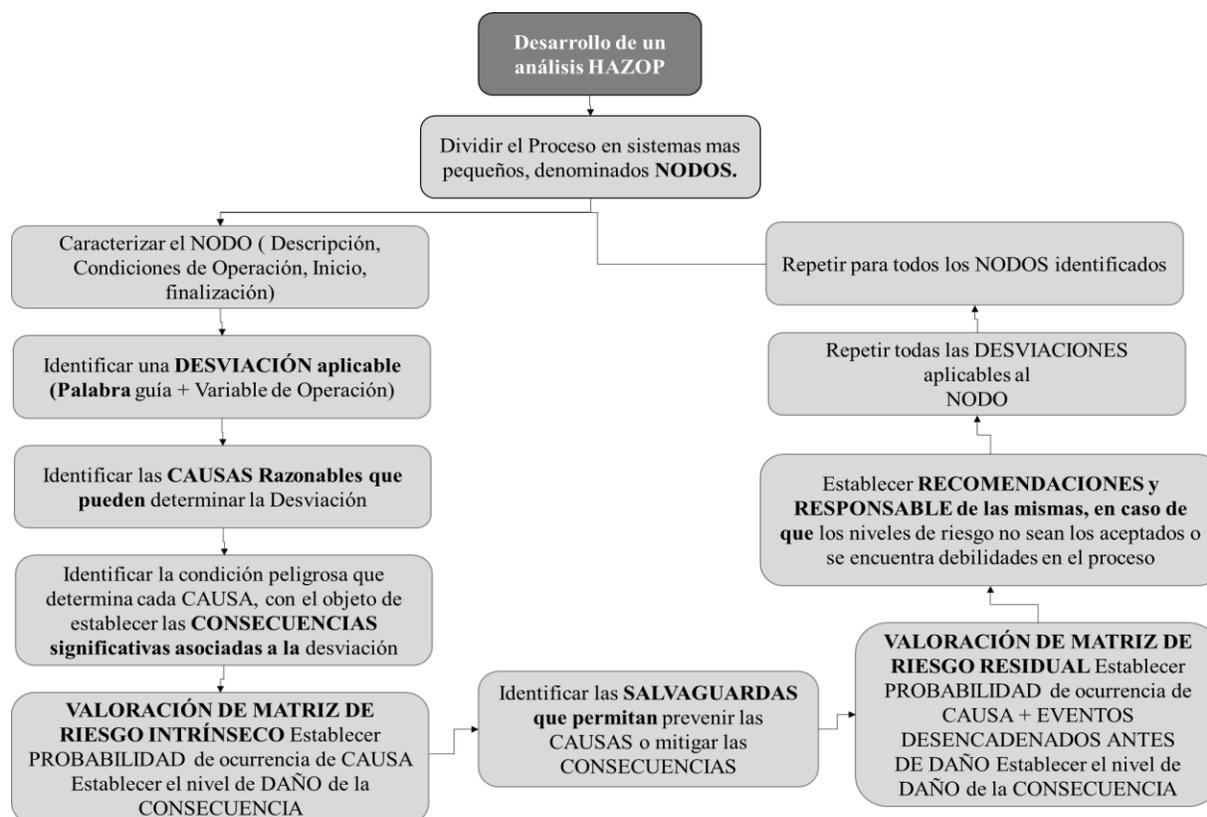
Fuente: ISO 31000, 2018

En lo que tiene que ver con las etapas de creación e incorporación de activos, específicamente desde lo relacionado con las fases de diseño, ingeniería y desarrollo de proyectos, la herramienta utilizada para identificación y análisis de riesgos es el análisis de amenazas operacionales, denominada HAZOP por sus siglas en inglés, el HAZOP al igual que la matriz de valoración es una metodología cualitativa, en este caso para la identificación y el análisis de riesgos, esta es una técnica aplicada por la organización en las fases de ingeniería detallada de los proyectos y su desarrollo se lleva a cabo a través de tres etapas fundamentales:

- Fase identificación: Identificación de nodos

- Fase de análisis: Desarrollo de taller
- Informe de estudio

Figura 17
Diagrama de flujo del análisis Hazop



Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

Entendiendo que el propósito de esta primera etapa es identificar las formas en que las organizaciones objeto de estudio están gestionando desde un contexto general los riesgos en sus negocios, se considera que para efectos de este estudio no es necesario profundizar en detalles con el uso de las metodologías y/o técnicas citadas, sino entender cómo y en que contextos se están gestionando los riesgos, desde este punto de vista, es importante resaltar que la organización Oíl & Gas actualmente dimensiona y gestiona los riesgos operativos a los que se expondrán sus activos desde la fase de creación a través de metodologías claramente definidas.

La mitigación de los riesgos identificados y asociados a los activos en etapa de incorporación es asegurada desde la fase de comisionamiento de los activos, para tal fin, existen

critérios y requisitos impeditivos definidos a través del proceso de entrega de un proyecto a la operación, en los que para los riesgos identificados a través del análisis de amenazas operacionales, se establecen acciones que permitan mitigarlos a niveles tolerables para la entrega del activo a la operación, en lo que respecta a activos críticos las etapas de identificación, análisis y evaluación de los riesgos son desarrolladas a través de metodologías como la Inspección Basada en Riesgo (RBI) y el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) según corresponda con la naturaleza del activo, por otra parte, los activos no críticos son sometidos a metodologías de identificación y análisis menos complejos como el ¿qué pasaría sí?, las anteriores metodologías son soportadas para su fase de valoración con la matriz de riesgos de proceso. El objetivo es que a través de los planes de operación y mantenimiento que deriven de las metodologías citadas se mitiguen los riesgos a niveles tolerables, si este no es el caso, la directriz organizacional es que el activo no es aceptado para su fase de operación y deberá ser sometido a nuevos ajustes desde la ingeniería.

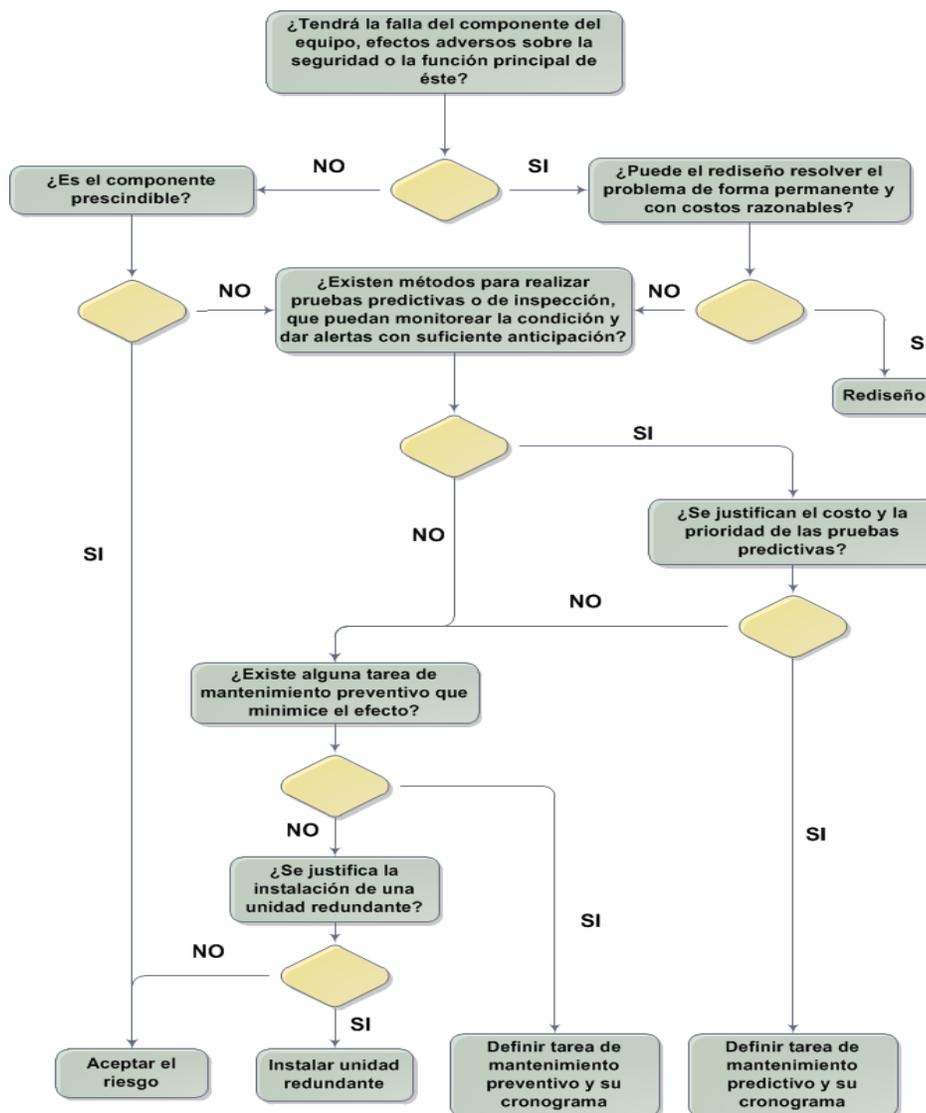
Figura 18

Valoración de riesgo no mitigado y mitigado para un activo organización Oil & Gas

Equipo	11088869	Tipo	M	Activo Industrial
Denominación	Reductor de Velocidad Sew-Eurodrive		Nota inter.	
Status	MONT	OP		
Válido de	10.08.2017	Fin de validez	31.12.9999	
General Emplazamiento Organización Estructura Atributos / RAM D.. > ...				
Clasificación				
Torque	0,00 FTL			
Tipo				
Nivel de Riesgo por Legislación				
Nivel de Riesgo por Operación				
Serial				
RAM - Riesgo Personas	1D Varias veces en la Empresa			
RAM - Riesgo Económica	2D Varias veces en la Empresa			
RAM - Riesgo Ambiental	1D Varias veces en la Empresa			
RAM - Riesgo Clientes	2D Varias veces en la Empresa			
RAM - Riesgo Imagen	2D Varias veces en la Empresa			
RAM - Ponderación Total	41,1400			
RAM - Nivel de Riesgo	M - Media			
RAM - Fecha de Validez	31.12.2024			
RAM - Riesgo Mayor	No			
RAM - Riesgo Mitigado	P2C_L - Baja			
RAM - Fecha de Plan IPMP	00.00.0000			
RAM - Metodología Plan IPMP				

Fuente: Enterprise Resource Planning (ERP) empresa del sector Oil & Gas

Figura 19
Cadena de razonamiento RCM



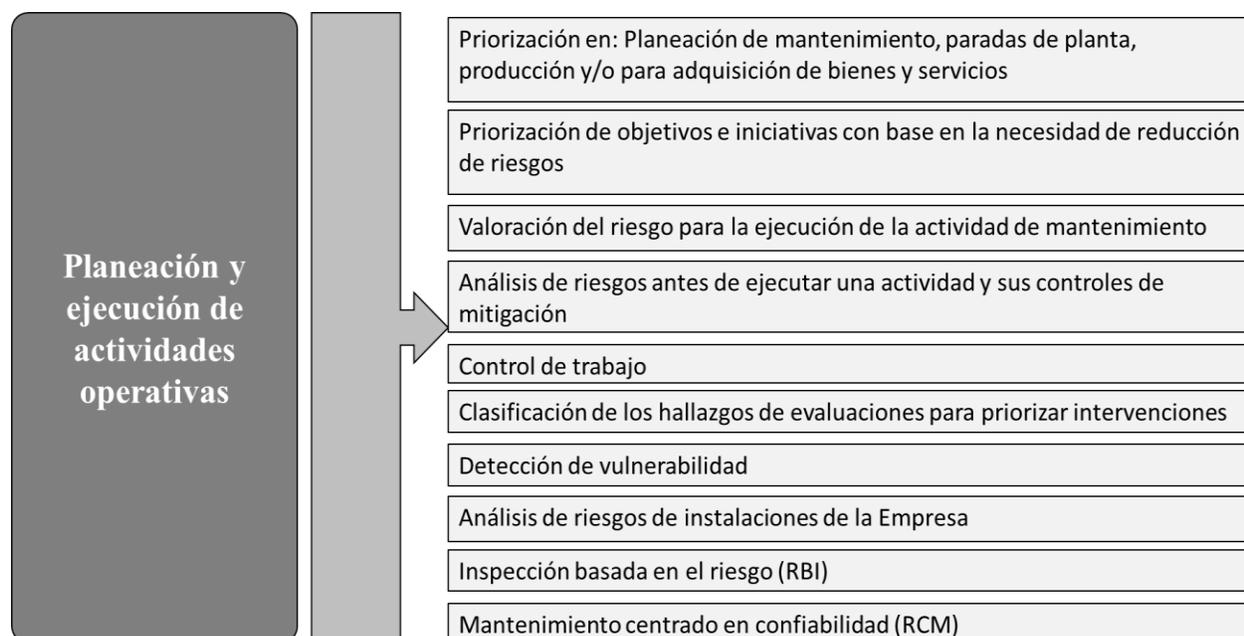
Fuente: www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/RCMGuideMar2000.pdf

La valoración de los riesgos de día a día se soporta principalmente a través de la matriz de valoración de proceso, actualmente esta se encuentra cubriendo muchos aspectos en actividades operativas rutinarias que conllevan a que probablemente su configuración no logre satisfacer casuísticas tan complejas como las del mantenimiento industrial, este hecho sugiere razonar, que así como existe una matriz específica para proyectos y temas estratégicos, debería existir una matriz específica que se adapte a las probabilidades y consecuencias del día a día en el mantenimiento industrial.

En el cuadro XX se pueden evidenciar todos los usos que se tienen actualmente para la matriz de valoración de procesos, dentro de los cuales se encuentran intrínsecas las acciones del mantenimiento industrial.

Figura 20

Aplicaciones de la Matriz de Valoración de Procesos en la organización Oíl & Gas



Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

7.1.3.2 *Gestión operativa de los riesgos en la organización Generación Energía*

El nivel operativo de la compañía en relación con los riesgos propios del ciclo de vida de los activos custodiados por cada dependencia y centrados en la etapa de mantener, operar e incluso la disposición final; en cada una de ellas la compañía como parte de su sistema de gestión de activos involucra una serie de herramientas que permiten identificar, atacar y valorar los riesgos presentes en las rutinas de mantenimiento. Es así como, desde la alta gerencia, se definieron estrategias que se deben seguir para la correcta gestión de los riesgos desde la etapa operativa.

Con la implementación del sistema de gestión de activos en la compañía se implementó la matriz de riesgos definida en la ISO 31000, con esta herramienta y de manera gráfica se permite representar los riesgos identificados con el fin de reconocer y priorizar cuál de ellos requiere un nivel de intervención mayor.

Figura 21

Matriz de riesgos organización generación energía

		Conseuencias				
		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
		1	2	3	4	5
Probabilidad	Mínima	5				
	Menor	4				
	Moderada	3				
	Mayor	2				
	Máxima	1				

Fuente: Empresa sector Generación Energía adaptado por los autores.

Si bien en este tipo de matrices se recomienda implementar acciones de mejoramiento para los niveles de riesgo extremos (Zona roja) y altos (Zona naranja), según la naturaleza de algunos riesgos, los cuales en algunas situaciones mantienen niveles representativos de valoración aun cuando se han implementado controles, se tiene como premisa para este caso en particular que desde el nivel operativo y en cabeza de su respectivo responsable se defina o no, cuáles serán las acciones de tratamiento.

El tratamiento de los riesgos inicialmente recae sobre el nivel operativo y ello implica definir cuáles serán las acciones que se deban implementar para llegar a prevenirlos o mitigarlos. Con el fin de cumplir con este propósito los involucrados para ejecutar el mantenimiento deberán:

- Mejorar los controles existentes.
- Diseñar e implementar nuevas acciones.

7.2. Claridad conceptual de los riesgos emergentes en las organizaciones de mantenimiento industrial

En esta etapa se persiguió analizar cuál es el entendimiento y comprensión que se tiene en las organizaciones de mantenimiento respecto al concepto de riesgo emergente, para el desarrollo de esta etapa los investigadores se fundamentaron en un modelo de encuesta sobre la cual se formularon interrogantes clave a diferentes actores representativos en el desempeño de las organizaciones de mantenimiento para las empresas seleccionadas.

Es claro que el concepto de riesgo emergente ha sido una nueva variante que se presenta como una evolución del riesgo en respuesta al desempeño global que han asumido las organizaciones, este hecho y los rápidos cambios que se experimentan a través del comportamiento sistémico de la red global ha conllevado a que de manera consciente o inconsciente se tenga que hacer gestión del cambio sobre los mismos. Como se ha logrado evidenciar en la etapa inicial de la investigación, el concepto de riesgo emergente en la organización oil & gas es un tema que ya se ha comenzado a abordar como concepto, mientras que en la organización de generación aún no se ha mencionado como tal, sin embargo, a través de la encuesta los investigadores se propusieron identificar si más allá del concepto de riesgo emergente y los modelos de gestión ya analizados, los actores de las mismas les perciben, identifican y controlan de alguna forma como intérpretes y gestores del cambio organizacional.

La encuesta se soportó en cuatro preguntas que si bien es cierto no mencionan expresamente al riesgo emergente como una variable a gestionar, plantean situaciones desde las cuales se pretendió inferir si más allá del concepto, las organizaciones y sus actores les aseguran y gestionan entendiéndolos o no como una variante de tratamiento especial. Los cuatro interrogantes formulados a través de la encuesta fueron los siguientes:

1. ¿Existen mecanismos sistemáticos y estructurados para la gestión del cambio en las decisiones relacionadas con el aplazamiento de un mantenimiento planeado para un activo crítico?
2. Cuando se generan cambios que conllevan al aplazamiento de un mantenimiento planeado en un activo crítico; y este se ejecuta de manera exitosa en la fecha reprogramada ¿Considera usted que es importante validar si existieron riesgos que no se identificaron en el cambio decisión?

3. Cuando se generan cambios que conllevan al aplazamiento de un mantenimiento planeado en un activo crítico; y este se ejecuta de manera exitosa en la fecha reprogramada ¿Se evalúa por parte de la organización de mantenimiento si hubo riesgos que no fueron identificados en el cambio de decisión?
4. Al final del ejercicio económico de un periodo ¿Existen mecanismos que le permitan a la organización retroalimentar los riesgos que no se identificaron, que se asumieron y que no se materializaron?

7.2.1 Tamaño de la muestra

La población objetivo definida por los investigadores para la encuesta se encuentra definida para todos aquellos profesionales que asumen una responsabilidad en la gestión de los riesgos de los procesos de mantenimiento industrial, entendiendo que se trata de organizaciones que se componen de varias unidades productivas para las unidades negocio estudiadas, pero que más allá de esto se encuentran regidas por modelos de gestión que persiguen la estandarización de sus procesos, se consideró por parte de los investigadores tomar como muestra a los actores que se encuentran involucrados en la gestión de mantenimiento y por tanto de los riesgos de una unidad productiva, garantizando con esto que las opiniones de los actores puedan ser tomadas en los escenarios estratégico, táctico y operativo.

Por temas de reserva las unidades productivas no se especifican, sin embargo, como unidades productivas se ha tomado en el caso de la organización oíl & gas una gerencia en la que convergen varios campos petroleros y para la organización de generación de energía eléctrica se ha tomado una planta de generación térmica.

En lo que respecta a los escenarios estratégico, táctico y operativo los investigadores han distribuido los cargos y/o roles de la siguiente forma:

- Estratégico: vicepresidente, gerente, jefe de departamento
- Táctico: líderes y/o coordinadores
- Operativo: profesionales de operación, mantenimiento y confiabilidad

De acuerdo con los criterios anteriormente establecidos la distribución de la muestra ha quedado distribuida de la siguiente forma:

Tabla 2

Distribución de la muestra para los niveles estratégico, táctico y operativo

Sector	Estratégico	Táctico	Operativo
Oil & Gas	3	6	10
Generación de Energía	2	3	9

Figura 22

Distribución muestra niveles estratégico, táctico y operativo organización Oil & Gas

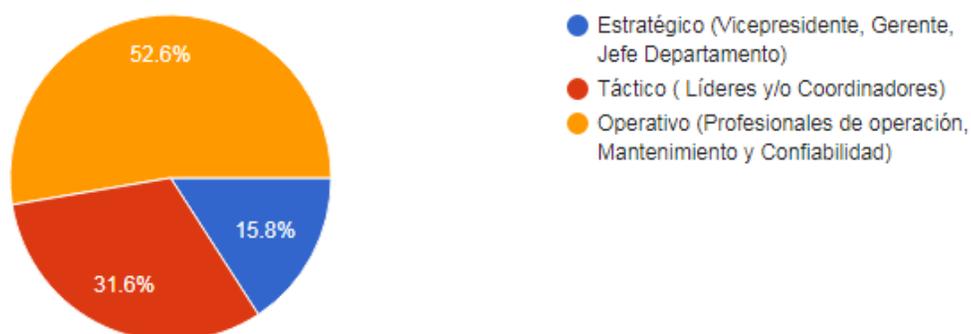
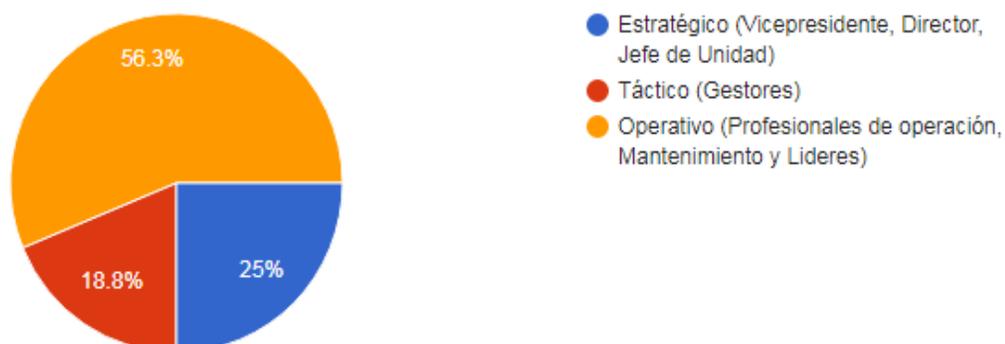


Figura 23

Distribución muestra niveles estratégico, táctico y operativo organización generación energía



7.2.2 Desarrollo de encuesta

1. ¿Existen mecanismos sistemáticos y estructurados para la gestión del cambio en las decisiones relacionadas con el aplazamiento de un mantenimiento planeado para un activo crítico?

Figura 24

Resultados pregunta 1 encuesta organización Oíl & Gas

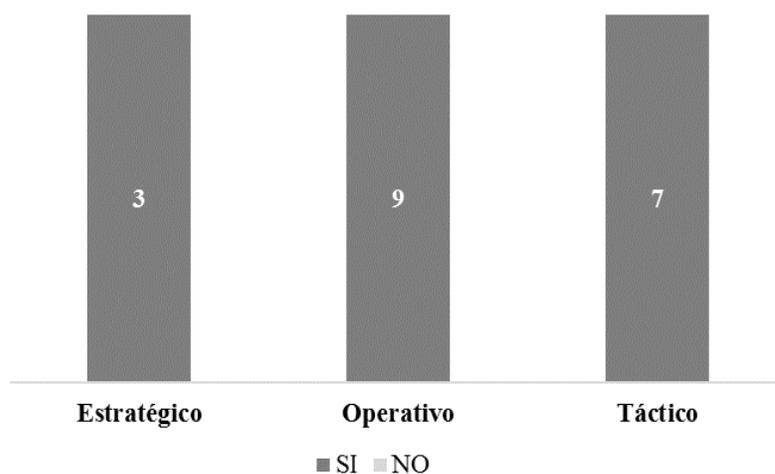


Figura 25

Resultados pregunta 1 por nivel. Organización Generación de Energía

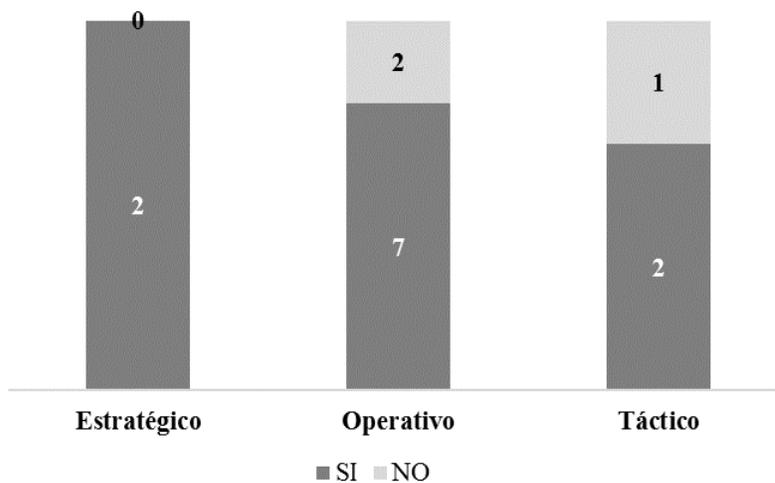
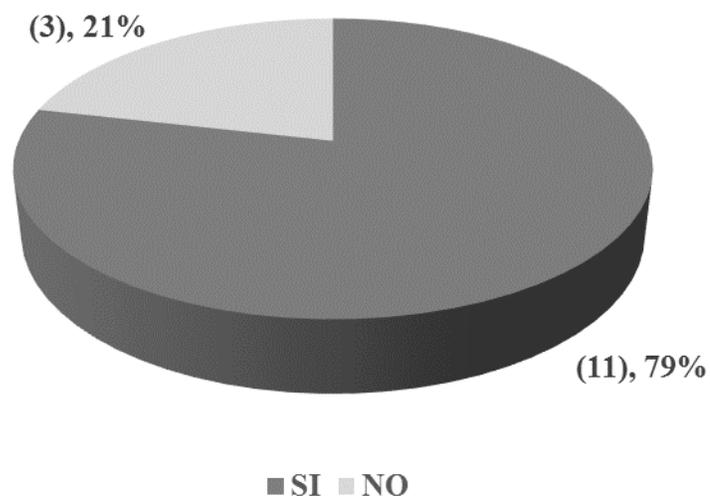


Figura 26

Resultados pregunta 1 encuesta organización Generación de Energía



En cuanto a si existen mecanismos sistemáticos y estructurados para la gestión del cambio en las decisiones relacionadas con el aplazamiento de un mantenimiento planeado en activos críticos, el 100% de los actores del marco estratégico, táctico y operativo de la organización oíl & gas, coincide en que existen mecanismos que permiten planificar y gestionar los cambios asociados a los aplazamientos del mantenimiento planeado, esto permite evidenciar que la organización es consciente de los riesgos que pueden emerger y que existe una cultura que reconoce y se encuentra alineada con el modelo de gestión, los mecanismos y los recursos propuestos para el aseguramiento de riesgos que se derivan del cambio. Sin embargo, los resultados obtenidos para el sector generación energía reflejan una pequeña discrepancia, mientras el 100% de los encuestados pertenecientes al nivel estratégico reconocen que existen mecanismos asociados a la gestión del cambio en la organización, en los niveles inferiores como lo son el operativo y táctico si bien en su mayoría los identifican un 22,22% pertenecientes al nivel operativo y un 33,33% de los encuestados para el nivel táctico desconocen si en la compañía se cuenta con una política definida de manejo del cambio en relación al aplazamiento de los mantenimientos para los activos críticos.

2. Cuando se generan cambios que conllevan al aplazamiento de un mantenimiento planeado en un activo crítico; y este se ejecuta de manera exitosa en la fecha reprogramada

¿Considera usted que es importante validar si existieron riesgos que no se identificaron en el cambio decisión?

Figura 27

Resultados pregunta 2 encuesta organización Oíl & Gas

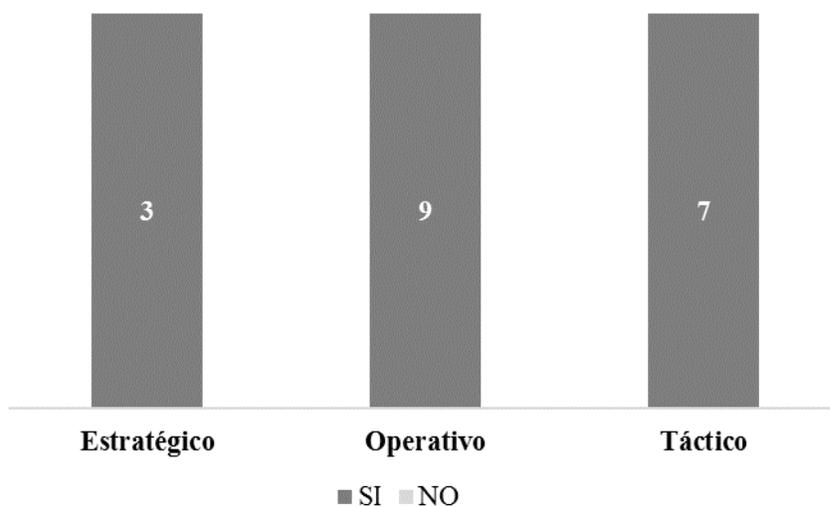
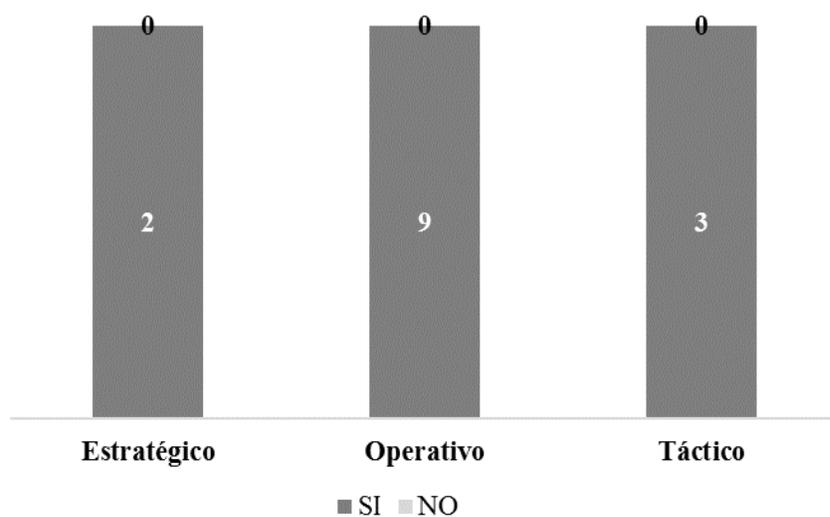


Figura 28

Resultados pregunta 2 encuesta organización Generación de Energía



La presente pregunta estaba orientada a identificar si los actores consideran necesario evaluar que tan efectivos están siendo los mecanismos proactivos y anticipatorios propuestos por las organizaciones, y si a través de estos, se está obteniendo un nivel de acierto que este permitiendo gestionar un nivel profundo de incertidumbre, es importante recordar que como parte de su naturaleza los riesgos emergentes son aquellos sobre los cuales se tiene poca información y en los que normalmente es difícil establecer distribuciones de probabilidad basados en información pasada. En cuanto a este aspecto, el 100% de los actores del marco estratégico, táctico y operativo de la organización oíl & gas y generación energía, considera que es importante realizar una validación que permita identificar si existieron riesgos que no se materializaron y que producto de un aplazamiento planificado en el contexto de los mecanismos propuestos, se escapó a los niveles de distribución de probabilidad estimados y requiere ser tomado en cuenta para futuras decisiones en el proceso.

3. Cuando se generan cambios que conllevan al aplazamiento de un mantenimiento planeado en un activo crítico; y este se ejecuta de manera exitosa en la fecha reprogramada ¿Se evalúa por parte de la organización de mantenimiento si hubo riesgos que no fueron identificados en el cambio decisión?

Figura 29

Resultados pregunta 3 por nivel. Encuesta organización Oíl & Gas

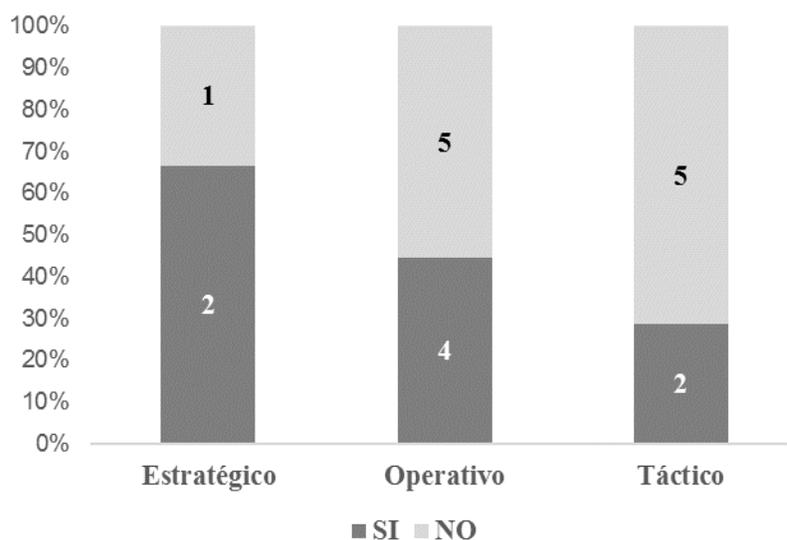
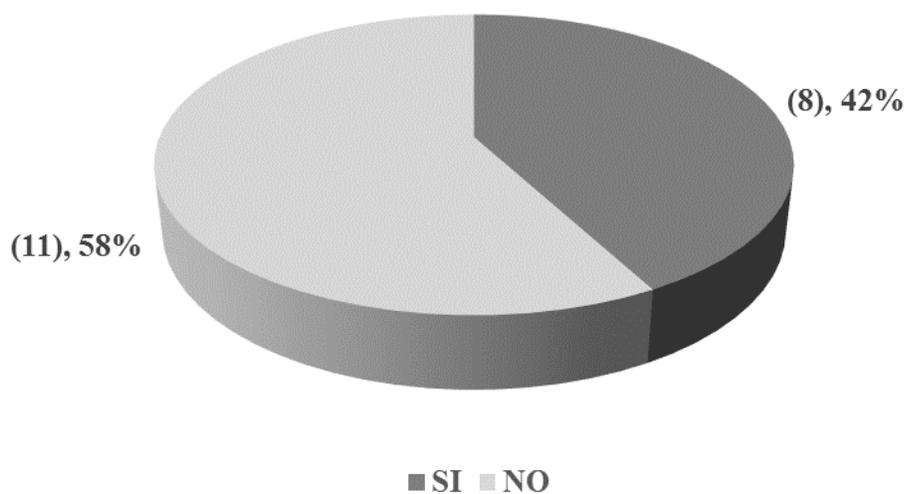


Figura 30

Resultados pregunta 3 encuesta organización Oíl & Gas

**Figura 31**

Resultados pregunta 3 por nivel. Organización Generación de Energía

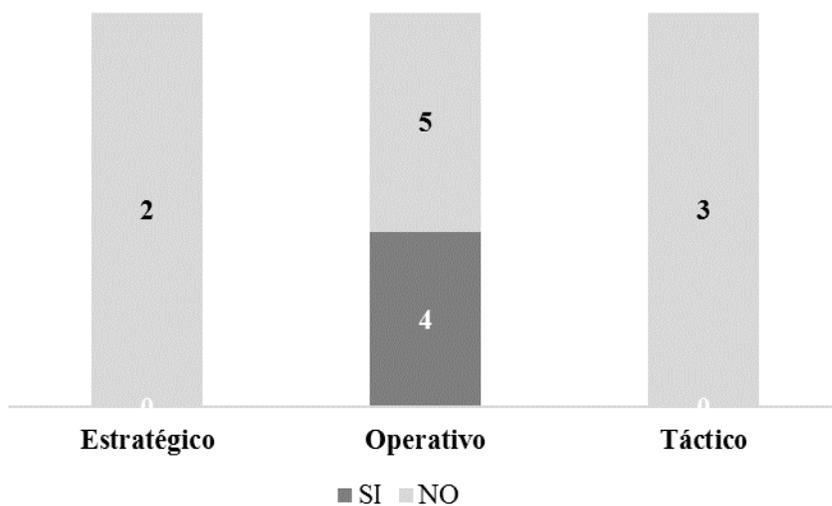
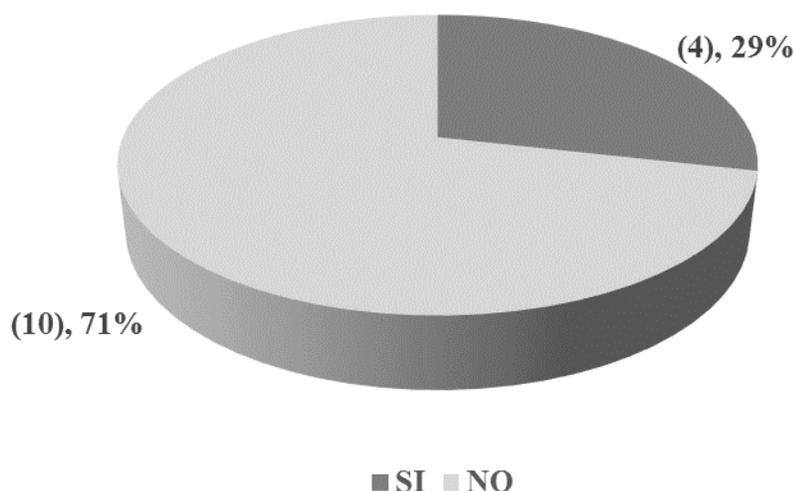


Figura 32

Resultados pregunta 3 encuesta organización Generación de Energía



En este tercer interrogante se persiguió identificar si por parte de las organizaciones se propician escenarios y/o mecanismos que faciliten las validaciones para identificar los niveles de acierto en la gestión del cambio. Respecto a este tema, las opiniones en la organización oil & gas se encuentran divididas, establecidos en su orden, el 66,66% de los actores estratégicos del proceso considera que desde la organización existen los mecanismos que permiten validar riesgos que no se identificaron en la fase de planificación del cambio, no obstante, el 33,33% de este nivel que es desde el cual se definen los lineamientos, no está de acuerdo; por su parte, en el nivel táctico que es desde el cual se articulan y aseguran los procesos que se alinean con la estrategia, solo el 28,57% de los actores está de acuerdo, un aspecto relevante en este nivel es que el 71,42% no está de acuerdo; por último, los actores operativos como ejecutores de la estrategia reparten sus opiniones en proporciones cercanas a la igualdad, teniendo un 44,44% como respuesta afirmativa y 55,55% como respuesta negativa. Considerando a la población desde un contexto global, los resultados se decantaron por 57,89% hacia el no y un 42,10% hacia el sí, esto demuestra los niveles de polarización en torno al tema.

La percepción por parte de los encuestados pertenecientes al sector generación energía en torno al análisis de las consecuencias producto del aplazamiento de los mantenimientos programados, es negativa para el 100% de las personas pertenecientes a los niveles estratégico y táctico encargados de generar y transmitir este tipo de herramientas y/o metodologías, desde el

nivel operativo el 44,44% manifiesta reconocer mecanismos al interior de la compañía encargados de identificar los riesgos no manifestados, un valor muy elevado si se tiene en consideración que los grupos encargados de divulgar la información la desconocen.

4. Al final del ejercicio económico de un periodo ¿Existen mecanismos que le permitan a la organización retroalimentar los riesgos que no se identificaron, que se asumieron y que no se materializaron?

Figura 33

Resultados pregunta 4 por nivel. Encuesta organización Oíl & Gas

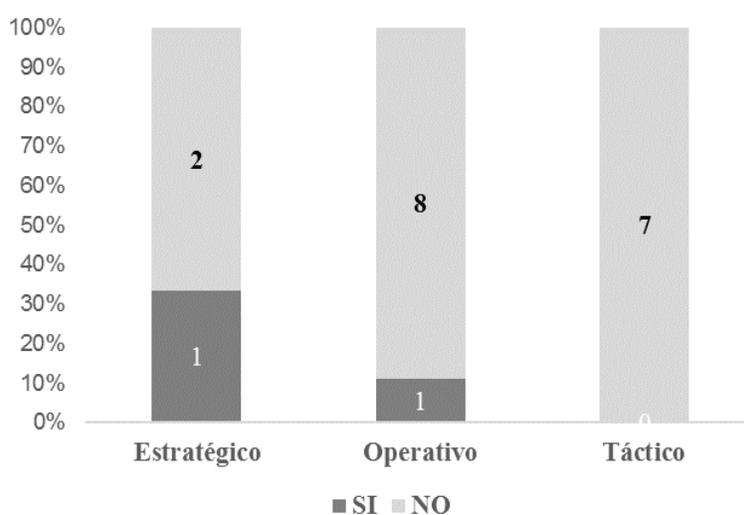


Figura 34

Resultados pregunta 4 encuesta organización Oíl & Gas

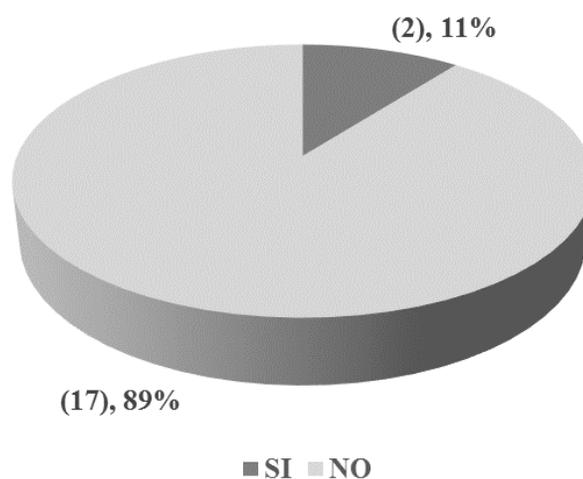
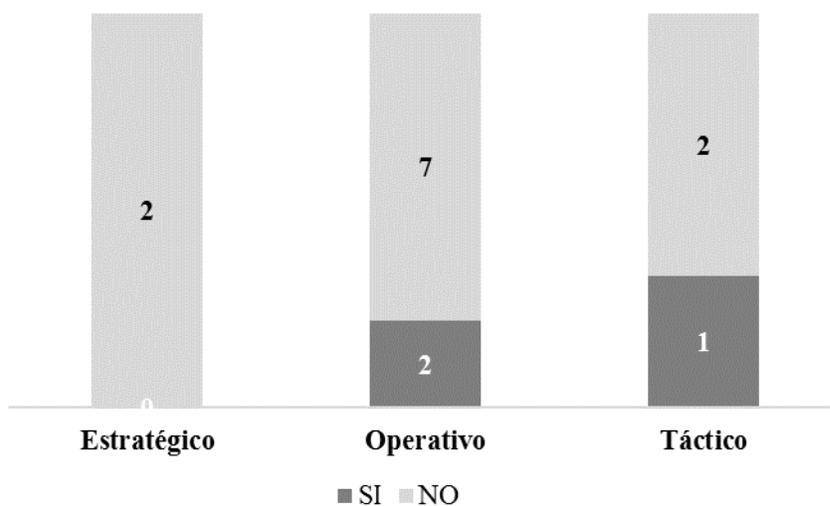
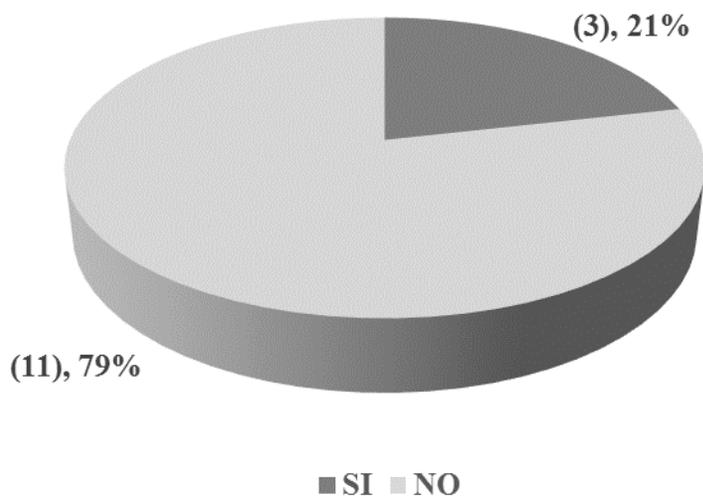


Figura 35

Resultados pregunta 4 por nivel. Organización Generación de Energía

**Figura 36**

Resultados pregunta 4 encuesta organización Generación de Energía



Más allá de los resultados económicos, es importante que las organizaciones al evaluar sus periodos sean conscientes de aquellos riesgos que se asumieron, que escaparon a los mecanismos de planificación y que tienen un alto potencial de afectar los objetivos futuros de negocio. Respecto a si existen estos mecanismos que le permitan a la organización retroalimentar los riesgos que no

se identificaron, que se asumieron y que no se materializaron, es válido destacar que en lo que respecta a la organización oil & gas, un muy alto porcentaje de la muestra considera que no existen los escenarios para tal fin, prueba de esto es que un 89,47% de los encuestados lo considera así. Solo un 33,33% del nivel estratégico y 12,5% del operativo considera que de una u otra forma se están realizando estas validaciones en el ejercicio económico.

Para el caso de la organización de generación energía se evidencia desde el nivel estratégico un total desconocimiento de cualquier tipo de mecanismo al interior de la compañía capaz de retroalimentar sobre el impacto de los riesgos que se asumieron y no se manifestaron, de allí que en los niveles inferiores se refleje esta falta de conocimiento, en donde sólo un 33.33% de los encuestados por parte del nivel táctico y 22.22% pertenecientes al nivel operativo, manifestaron conocer algún tipo de herramienta que arroje información cuantitativa sobre el impacto de los riesgos en el ejercicio económico.

7.3. Respuesta a los riesgos emergentes que no se materializaron producto de cambios en las decisiones de mantenimiento industrial

En esta etapa se persiguió realizar una descripción de los procesos e identificar etapas en las que independientemente de que se tenga claro el concepto de riesgo emergente o no, se pueda evidenciar si las organizaciones de manera consciente o inconsciente realizan una gestión estructurada y sistemática de estos cuando se presentan cambios en las decisiones del mantenimiento. Para tal fin los investigadores se soportaron en métodos de observación cualitativa de cada uno de los procesos que les permitieron obtener información y describir la cultura de gestión del cambio en los procesos de mantenimiento, con principal énfasis en aquellos cambios que afectan la planeación del mantenimiento.

7.3.1 Organización Oil & Gas

De acuerdo con el análisis inicial de la gestión de riesgos en la organización Oil & Gas, se logró observar que existe una estructura claramente definida a través de un sistema de gestión desde el cual se aseguran los marcos de actuación en los contextos estratégico, táctico y operativo. Lo anterior, a través de la definición de políticas, procesos y mecanismos metodológicos que satisfacen las necesidades de alineación de cada unidad funcional con los objetivos de nivel superior. De igual

forma, a través del reconocimiento incipiente de los riesgos emergentes como una variable importante a ser tomada en cuenta en los procesos de gestión del cambio, se pudo identificar la capacidad de adaptación y la flexibilidad que se tiene para afrontarlos.

Uno de los grandes propósitos de la presente investigación es identificar como se está interiorizando el concepto de riesgo emergente en los niveles operativos del mantenimiento industrial y la alineación que desde esta área se está teniendo con el marco de actuación estratégico ya identificado, para tal fin, se han auditado las prácticas operativas que se tienen para gestionar los cambios tanto antes como después de un aplazamiento de un mantenimiento planeado y programado.

En lo que respecta a la fase previa de un cambio de decisión, se identificó que en la organización oíl & gas se cuenta con un procedimiento para el control de aplazamiento de una prueba, inspección o mantenimiento preventivo sobre un equipo crítico, a partir de este mecanismo se define el proceso, criterio, análisis de riesgo, documentación y registro necesario para llevar a cabo de manera anticipada, controlada, segura y confiable los aplazamientos y la gestión del cambio. El procedimiento citado es aplicado para órdenes de mantenimiento asociadas a equipos críticos que sean ejecutadas con una frecuencia definida a través de mantenimiento rutinario (día a día) o mantenimiento mayor (parada de planta).

Es importante precisar que, de acuerdo con directriz emitida desde el mismo procedimiento no se exige al responsable del activo (operaciones) y a todos los que participan en la gestión del mantenimiento de priorizar y asignar los recursos necesarios para el cumplimiento de los mantenimientos en las fechas y frecuencias definidas, siendo el aplazamiento una herramienta a usarse en casos excepcionales como medida de gestión del riesgo. El aseguramiento que se persigue en el cumplimiento riguroso de los planes de mantenimiento es controlado a través de métricas dentro de las cuales se tiene como meta el cumplimiento al 100% del plan de equipo crítico, este aspecto ha conllevado a que la aplicación del procedimiento de aplazamiento sea estrictamente para un caso excepcional de manera controlada y documentada.

Otro aspecto importante para destacar es que la responsabilidad del cumplimiento del plan de mantenimiento se encuentra al nivel de gerencia y no del departamento de mantenimiento, esto ha propiciado una cultura en la que desde el departamento de producción se coopera de manera comprometida para el cumplimiento del plan. Los indicadores de cumplimiento son monitoreados

con corte mensual desde el nivel corporativo y este aspecto evidencia un compromiso desde todos los niveles de la organización para la gestión de los riesgos operacionales.

Figura 37

Indicadores corporativos aseguramiento de riesgos mantenimiento organización oíl & gas.



Fuente: Empresa sector Oíl & Gas adaptado por los autores.

Cuando de manera definitiva es inevitable un aplazamiento, el control propuesto desde el procedimiento se divide en cinco etapas que deben ser cubiertas en su totalidad para garantizar el cumplimiento de los objetivos en términos de gestión de riesgo y de la integridad del activo.

Tabla 3

Etapas para un cambio en las decisiones de mantenimiento de la organización oíl & gas

Etapa	Descripción Etapa	Descripción General
1	Identificar el vencimiento de la OM	En esta etapa se identifica el eventual vencimiento de una OM asociada a un equipo crítico por seguridad de proceso teniendo en cuenta las tolerancias definidas.
2	Evaluar la factibilidad del aplazamiento	Durante esta etapa se recopila toda la información relacionada con el equipo, su historial de mantenimiento, confiabilidad y demás información técnica que permita evaluar y analizar el riesgo de aplazar la OM.
3	Aprobar el aplazamiento	Con base en el análisis técnico y de riesgos se debe dar la aprobación del aplazamiento tanto por una autoridad técnica como por una administrativa.
4	Gestionar la documentación en el CMMS	Toda la información que soporta la aprobación del aplazamiento se debe registrar en el CMMS asegurando de esta manera su trazabilidad y control.
5	Reprogramar la OM aplazada	La última etapa corresponde a la reprogramación de la OM acorde con la aprobación.

Fuente: Empresa sector Oíl & Gas

A continuación, se describen de manera detallada cada una de las etapas:

Para la etapa de Identificación del vencimiento de una orden de mantenimiento, el procedimiento establece que una OM se considera vencida cuando no es ejecutada en su totalidad una vez cumplida la fecha planeada para su ejecución más la tolerancia máxima. Los niveles de tolerancia establecidos por la organización son los siguientes:

Tabla 4

Niveles de tolerancia para el vencimiento de una OM en la organización oil & gas

Frecuencia de ejecución	Tolerancia máxima
Trienal o mayor	90 días
Bienal	60 días
Anual	30 días
Semestral	15 días
Trimestral	10 días
Bimestral	7 días
Mensual	3 días
Quincenal	2 días
Semanal	1 día

Fuente: Empresa sector Oil & Gas

El procedimiento sugiere que esta identificación se debe realizar con la mayor anticipación posible, preferiblemente con base en las proyecciones y/o pronósticos del mantenimiento, de manera que el análisis y la decisión de aprobación o rechazo del aplazamiento corresponda a una gestión proactiva. De acuerdo con las observaciones realizadas al proceso, los periodos de programación que maneja la organización son semanales y los escenarios en los que se están identificando y anticipando estos aplazamientos se están dando en la semana n-1.

Se evidenció que, para familias particulares de equipos o actividades de mantenimiento asociadas a modos de falla específicos, el procedimiento especifica que las tolerancias determinadas pueden disminuirse basadas en la aplicación de códigos o normas y estudios de confiabilidad y riesgo.

En la etapa de evaluación de la factibilidad del aplazamiento, la organización evalúa entre otros la probabilidad de falla del equipo crítico antes de la nueva fecha de ejecución. Esta evaluación en la práctica es registrada en un formato del sistema de gestión y soportada con otros

documentos solicitados. El responsable del activo (operaciones) es el responsable de esta etapa, debiendo garantizar una adecuada evaluación de los riesgos que se podrían generar a partir de la no ejecución de una inspección, prueba o mantenimiento preventivo sobre un equipo crítico que se encuentra bajo su custodia.

Los responsables realizan un análisis técnico y de riesgos desde el cual se logre comprobar que hasta la nueva fecha límite para la ejecución no se están generando nuevos riesgos y/o llevando los riesgos existentes por encima de niveles tolerables. Este análisis exige que se determine cuál es la probabilidad de que los modos de falla asociados a la intervención se manifiesten antes de la nueva fecha límite de ejecución y cuáles serían sus consecuencias, asignando un nivel de riesgo sin mitigar.

Las metodologías utilizadas por la organización para dichos análisis son las siguientes:

- What if?
- LOPA
- Corbatín (Bow Tie)

Dichos análisis también se soportan en estudios de confiabilidad disponibles producto de talleres previos para la definición de estrategias de mantenimiento como RBI, RCM y FMEA; de igual forma, soportados bajo códigos, normas, estándares y con información disponible de históricos de fallas y mantenimientos del equipo. De este análisis se definen los planes de acción que permiten mitigar los riesgos a niveles tolerables hasta la ejecución del mantenimiento aplazado.

Para la aprobación del aplazamiento la organización tiene definida una instancia técnica y otra administrativa. Desde la aprobación técnica la validación contempla que los análisis y los planes de acción definidos cuenten con la rigurosidad técnica para mantener en control los riesgos hasta la nueva fecha ejecución. Por otra parte, la aprobación administrativa valida que el aplazamiento se realizó cumpliendo con el proceso establecido por el procedimiento. La aprobación administrativa tiene definidos diferentes niveles jerárquicos en consonancia con el nivel de riesgo a mitigar, para el caso de los niveles alto y muy alto, las aprobaciones son propuestas desde el nivel gerencial. En lo que respecta a las etapas finales del proceso, el área de mantenimiento se encarga de adjuntar las evidencias del proceso con sus respectivos soportes, asegurar el recurso y reprogramar la orden de mantenimiento en el CMMS.

Como acciones de seguimiento y control, el procedimiento establece que el responsable del activo debe realizar monitoreo a las acciones definidas para mitigar el riesgo y cerrar la brecha existente en las condiciones que llevaron al vencimiento de la OM. De igual forma cada dos meses se emite un informe con la siguiente información:

- Listado de las ordenes de mantenimiento cuyo aplazamiento fue aprobado en el periodo.
- Causa asignada a cada aplazamiento aprobado.
- Estado de las OM a fecha de corte del informe.

En lo que respecta a acciones y mecanismos que tengan como foco el análisis de riesgos con fines de validar si hubo algunos que escaparon al ejercicio y no se estimaron, se evidencia que dentro de las practicas recomendadas no se ha considerado necesario este tipo de aseguramiento y las prácticas de seguimiento se plantean asumiendo un absoluto nivel de confianza en el análisis de riesgos emitido en la etapa de planificación del cambio.

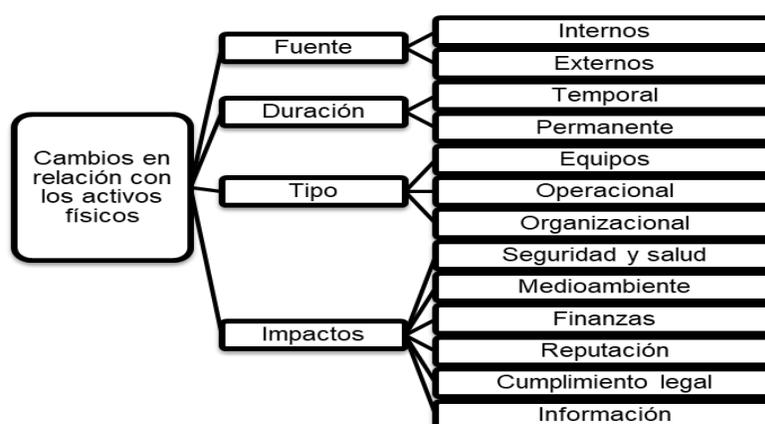
7.3.2 Organización de Generación de Energía

Se evidenció que en el sistema de gestión de riesgos que se encuentra definido para el sector de generación energía objeto de estudio por parte de los investigadores, cuenta con una forma estructurada y sistemática, en la que cada uno de los actores involucrados en el ciclo de vida de los activos físicos, pertenecientes a los niveles estratégico, táctico y operativo, haciendo uso de las estrategias y buenas prácticas actúan de manera proactiva en la identificación y mitigación de los riesgos emergentes a través de la implementación de las políticas de gestión del cambio que se encontraron definidas para la organización y que desde su concepción se consideraron transversales a toda la organización.

Se busca entonces, en el desarrollo del trabajo investigativo, identificar como se gestionan los riesgos emergentes dado el cambio en las decisiones de un mantenimiento o aplazamiento de este. Para el caso del negocio de generación, se observa, como desde el nivel operativo, se están implementado las metodologías y herramientas visualizadas desde el nivel estratégico de la compañía para asegurar la integridad de los equipos críticos a lo largo de su vida útil, ya que este, tiene en custodia el activo físico.

La metodología que se identificó en la organización de generación energía en relación con los cambios en los mantenimientos para los equipos críticos está enmarcada en el requisito 8.2 de la norma ISO 55001 “Gestión del cambio” y que permite evaluar los impactos del cambio propuesto de forma temporal o permanente, con el fin de garantizar que los riesgos asociados sean tolerables.

Figura 38
Manejo del cambio organización Generación energía



Fuente: Empresa sector Generación energía

Es importante resaltar que al interior de la organización generación energía se identificó dentro de sus políticas enmarcadas en el sistema de gestión de activos claras intenciones de trabajar en torno a la ejecución de acciones preventivas que permitan conservar el estado de sus activos, de esta forma la organización crea conciencia entre todos los actores involucrados en el ciclo de vida de los activos, mostrando la diferencia que existe entre la metodología de manejo del cambio centrada en la conservación de los activos vivos y sanos y la implementación de acciones correctivas basadas en herramientas como el análisis de causa raíz enfocada en activos enfermos o muertos.

La compañía cuenta con planes de mantenimiento asociados a órdenes de trabajo para los cuales se definieron periodicidades que obedecen al tipo de activo que se desea intervenir y que se encuentran inscritas en el plan integral de mantenimiento de los activos críticos, y es proyectado por la organización a lo largo de cuatro años con revisiones anuales.

Es claro para la organización el cumplimiento de los mantenimientos programados dentro del margen de las tolerancias definidas para cada periodicidad, en caso de un aplazamiento o cambio de periodicidad en cualquiera de los mantenimientos, es responsabilidad no sólo de operación sino de todos los actores involucrados en la programación y ejecución iniciar con la implementación de la metodología para el manejo del cambio.

Tabla 5

Porcentaje de desviación para la ejecución de mantenimientos Organización generación energía

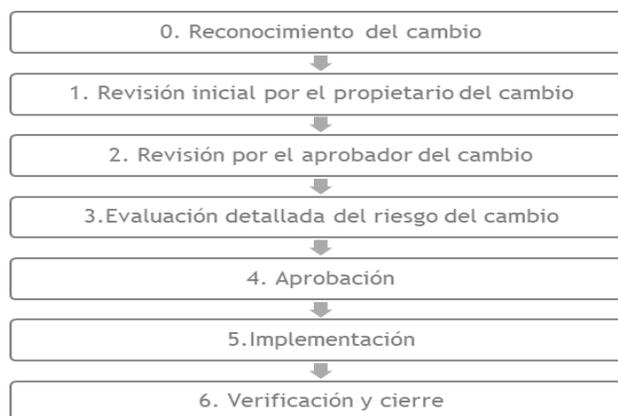
Periodicidad	Desviación (10%)
Trimestral 91 días	9 días
Cuatrimestral 121 días	12 días
Semestral 182 días	18 días
Anual 365 días	36 días

Fuente: Empresa sector Generación energía

El desarrollo de la metodología documentada por la organización de generación energía, cuenta con 7 etapas que permiten de manera sistemática identificar los nuevos riesgos producto de las decisiones de aplazamiento y definir las acciones para controlarlos o mitigarlos.

Figura 39

Flujo de trabajo metodología para el manejo del cambio Organización generación energía



Fuente: Empresa sector Generación energía

Cuando se identifica la necesidad de realizar un aplazamiento de un mantenimiento programado para un activo físico y este aplazamiento es superior a 3 meses la organización da inicio al desarrollo de la metodología de la gestión del cambio dada la reprogramación, ubicándonos entonces en la etapa 0 del derrotero.

En lo sucesivo se realizará una descripción de cada una de las etapas asociadas a la guía metodológica:

Para cada uno de los pasos la organización estructuró diferentes roles encargados de liderar o acompañar cada una de las etapas:

- Identificador
- Propietario del cambio
- Aprobador del cambio
- Equipo de evaluación
- Responsable de implementación

Luego de identificado el cambio, el propietario del cambio debe ejecutar una evaluación inicial de los peligros resultantes del cambio propuesto y de manera paralela debe generar un plan que permita adelantar un control a los nuevos riesgos. Para la organización es claro que no todo cambio merece un análisis riguroso, es por esta razón que el propietario debe justificar cuales son los argumentos por los que propone el cambio y que es lo que busca, en caso de que se ratifique la necesidad del cambio con la ayuda de herramientas como listas de verificación y tabla de evaluación se permite identificar los peligros y la correspondiente gestión del riesgo. Por último, se espera por parte del propietario, un entregable que contenga el plan detallado para la implementación del cambio el cuál permita visualizar todos los posibles riesgos, impactos y acciones de mitigación.

En la siguiente etapa, es tarea del aprobador del cambio, revisar detalladamente el plan, de manera que pueda emitir un juicio entorno al curso del cambio propuesto que de no encontrar algún tipo de objeción permita continuar con la evaluación detallada de los riesgos identificados, de lo contrario, solicitar ampliación de la información generada por parte del propietario del cambio o la cancelación de este.

La evaluación detallada del riesgo se desarrolla en un escenario que permite tener una perspectiva global del cambio solicitado teniendo en cuenta todas las fallas que se pudieran desprender con base al modo de falla de los activos involucrados. Para la organización es claro que no se debe considerar simplemente cómo fallará y cuales son las consecuencias derivadas, sino mejor desde el enfoque general que implica los impactos negativos a la salud y la seguridad de las personas o instalación, al medio ambiente, a las finanzas, a la calidad o a la reputación misma. Algunas herramientas que aplican para la evaluación y gestión del cambio definidas por la organización son:

- ¿Qué pasa sí?
- Identificación del riesgo HAZID (HAZard IDentification)
- Estudio de riesgos y operabilidad HAZOP (HAZard and OPerability study)
- Análisis de ingeniería necesarios para las modificaciones del equipo.

El resultado del análisis del riesgo marca el rumbo del cambio propuesto, pudiendo arrojar alguno de las siguientes conclusiones:

- Terminar el riesgo, no continuar con el cambio.
- Proponer alternativas al problema que originó el cambio.
- Gestionar el riesgo dado el cambio, haciendo uso de buenas prácticas.

De llegar a ser aprobado el plan para la implementación del cambio propuesto, se procede con la ejecución de éste. Cada cambio propuesto y ejecutado al interior de la organización y que llegue a esta etapa, deberá se documentado y divulgado a todo el personal involucrado con el propósito de generar conciencia.

Como buena práctica y etapa final de la metodología para la gestión del cambio de tipo operacional por parte de la organización generación energía y enfocada a la identificación de los riesgos emergentes dado el cambio en la toma de decisiones del mantenimiento industrial, es la verificación del cambio luego de su ejecución y realizando los siguientes cuestionamientos:

- ¿Los cambios cumplen sus funciones?

- ¿Se cumplen las acciones del plan de implantación y cumplen con la función prevista?

Se entiende por parte de la organización generación energía, que las políticas gestadas desde la alta gerencia están encaminadas al desarrollo de prácticas que permiten enfrentar los desafíos propios de los riesgos, y que de manera indirecta al estructurar una metodología que tiene como objetivo eliminar en su mayor medida la ocurrencia de los llamados riesgos emergentes.

7.4. Oportunidades de mejora para la gestión de los riesgos emergentes

En esta etapa se propusieron oportunidades de mejora a partir de buenas prácticas tomadas de otras áreas del conocimiento y desde las cuales se ha abordado la gestión de riesgos emergentes como un acápite específico de la gestión de riesgos organizacionales. Para tal fin se ha tomado como referente el marco general propuesto por el International Risk Governance Council (IGRC), adoptado a través de la guía académica para la gestión de riesgos emergentes de la Asociación de Fiduciarias de Colombia. (Asociación colombiana de Fiduciarias, 2019).

Dentro del marco propuesto para diseñar la administración de riesgos emergentes se tienen los siguientes pasos propuestos por la guía citada:

- Paso 1. Tener sentido del presente y explorar el futuro
- Paso 2. Desarrollar escenarios basados en narrativas y modelos
- Paso 3. Generar opciones de gestión de riesgos y formular estrategia
- Paso 4. Implementar la estrategia
- Paso 5. Monitorear el desarrollo de los riesgos y las decisiones tomadas

A partir de las investigaciones realizadas en las etapas previas y con la finalidad de estimar el nivel de madurez que las dos organizaciones poseen con los pasos establecidos por el marco, los autores han resuelto establecer cuatro niveles de ajuste entre las organizaciones y las prácticas propuestas en el marco de referencia. Los niveles de ajuste son los siguientes:

Tabla 6

Definición niveles de ajuste entre organizaciones y prácticas propuestas en marco de referencia

Nivel de Ajuste	Descripción de Ajuste	Criterio
0	Inexistente	La organización no evidencia algún tipo de ajuste con la práctica.
1	Incipiente	La organización se encuentra definiendo procesos, mecanismos y recursos para ajustarse a la buena práctica.
2	En desarrollo	La organización ya ha implementado procesos, mecanismos y recursos para ajustarse a la buena práctica.
3	Maduro	La organización evidencia un alto nivel de interiorización de la buena práctica.

Finalmente, se utilizó una matriz comparativa entre las dos organizaciones y se valoró el nivel de ajuste de los procesos de mantenimiento industrial con los cinco pasos propuestos en las buenas prácticas del International Risk Governance Council (IGRC) para el aseguramiento y administración de los riesgos emergentes.

Tabla 7*Matriz comparativa de oportunidades de mejora entre las dos organizaciones*

			Organización de Oil & Gas		Organización de Generación de Energía	
Buena Práctica	Objetivo	Acciones Necesarias	Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora	Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora
Paso 1. Tener sentido del presente y explorar el futuro.	Generar Alertas tempranas.	<p>El proceso de mantenimiento detecta y explora evoluciones actuales y futuras que puedan afectar el plan definido.</p> <p>El proceso de mantenimiento actualiza periódicamente los riesgos que pueden impactar el plan de mantenimiento cuando hay nueva información disponible.</p>	2	<p>La organización está evolucionando desde lo estratégico para detectar y explorar cambios actuales y futuros, sin embargo, se evidencian oportunidades en los niveles tácticos y operativos del mantenimiento, desde los cuales es importante involucrar procesos y escenarios que promuevan revisiones periódicas que permitan identificar con suficiente anticipación los cambios que puedan afectar el plan de mantenimiento. Actualmente desde los procesos se evidencian acciones de gestión muy cercanas a los aplazamientos, dichas acciones deberían ser promovidas de manera sistemática y con la suficiente anticipación, en consonancia y alineación con la evolución estratégica que está teniendo la organización para la identificación de los riesgos emergentes.</p>	2	<p>Actualmente la organización generación energía presenta políticas sólidas en relación con la gestión del cambio y que son promovidas desde el nivel estratégico, es desde sus centros de producción donde se tiene el real panorama de los activos críticos a los que se les hace gestión y es allí donde los niveles táctico y operativo articulan los planes de mantenimiento requeridos a lo largo del ciclo de vida de cada uno de los activos que custodian. Es necesario unificar conceptos en torno al ingreso de nuevas tecnologías de generación dadas las regulaciones del mercado energético del país, es importante implementar estrategias dinámicas a la hora de planear los mantenimientos que permitan identificar y posiblemente mitigar los impactos dados los riesgos emergentes.</p>

0=Inexistente; 1=Incipiente; 2=En desarrollo; 3=Maduro

Tabla 6.
Continuación

Buena Práctica	Objetivo	Acciones Necesarias	Organización de Oil & Gas		Organización de Generación de Energía	
			Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora	Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora
Paso 2. Desarrollar escenarios basados en narrativas y modelos.	2. Describir escenarios de riesgo emergente que podría impactar los objetivos.	<p>El proceso de mantenimiento desarrolla varios tipos de escenarios para explorar y evaluar el riesgo emergente que podría afectar a la organización en el futuro.</p> <p>El proceso de mantenimiento identifica posibles bifurcaciones y puntos de intervención para preparar el desarrollo de opciones de gestión.</p>	2	<p>En la organización se han diseñado y desarrollado procesos que coadyuvan a generar escenarios para identificar que no se estén generando nuevos riesgos y/o llevando los riesgos existentes por encima de niveles tolerables. Al igual que en la primera práctica existen oportunidades de mejora en cuanto a la oportunidad con que se están generando los escenarios para identificar riesgos emergentes, debido a que la planificación de los riesgos se está realizando en instantes muy cercanos al aplazamiento y con las presiones intrínsecas que esto conlleva.</p>	2	<p>Si bien es cierto que la compañía es consciente de la importancia que tiene la identificación de los riesgos como resultado de un cambio en las decisiones del mantenimiento en relación al aplazamiento del mismo, existen escenarios en los cuales, por la naturaleza de operación y explotación de los activos, no son tenidos en cuenta en los modelos de mantenimiento común, generando ventanas de riesgos por la celeridad a la que se deben tomar las decisiones entorno modificaciones de los planes de mantenimiento asociados.</p>

0=Inexistente; 1=Incipiente; 2=En desarrollo; 3=Maduro

Tabla 6.
Continuación

Buena Práctica	Objetivo	Acciones Necesarias	Organización de Oil & Gas		Organización de Generación de Energía	
			Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora	Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora
Paso 3. Generar opciones de gestión de riesgos y formular estrategias para mitigarlos.	Tomar decisiones sobre la gestión de un riesgo emergente.	El proceso de mantenimiento identifica y evalúa posibles opciones de gestión de riesgos emergentes de acuerdo con los escenarios desarrollados.	2	La organización asegura a través de instancias técnicas y administrativas la gestión y definición de estrategias para la gestión de los riesgos emergentes que se suscitan por los cambios en las decisiones de mantenimiento, para tal fin a través de dichas instancias se validan las acciones definidas para mitigar los riesgos y el cierre de las brechas existentes en las condiciones que llevaron al aplazamiento. Existen oportunidades de mejora en cuanto a las declaraciones de incertidumbre asociadas a las estrategias de mitigación que se emiten.	2	Es importante resaltar que la organización cuenta con mecanismos sistemáticos como la gestión del cambio en complemento con la gestión del riesgo, las cuales permiten desarrollar un análisis de cada uno de los aplazamientos de los mantenimientos sin importar el origen del mismo, como oportunidad de mejora, la compañía debe puntualizar los procesos y reconocer que no todos los activos críticos se gestionan por igual, por el contrario, la naturaleza de algunos los hace más sensibles a cualquier cambio y aumenta la probabilidad de ocurrencia de un riesgo emergente.
		El proceso de mantenimiento incluye la incertidumbre y es consciente de lo que se desconoce cuándo se cambia una decisión.				

0=Inexistente; 1=Incipiente; 2=En desarrollo; 3=Maduro

Tabla 6.
Continuación

Buena Práctica	Objetivo	Acciones Necesarias	Organización de Oil & Gas		Organización de Generación de Energía	
			Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora	Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora
Paso Implementar estrategia mitigación.	4. Implementar la las opciones de estrategia decididas.	<p>El proceso de mantenimiento asigna recursos para combinar capacidades operativas con orientaciones estratégicas.</p> <p>El proceso de mantenimiento apoya la implementación de la estrategia de mitigación garantizando la autoridad adecuada en todas las fases y permitiendo la creación de culturas de riesgo adecuadas.</p>	1	<p>Desde la orientaciones estratégicas y tácticas se tienen establecidos mecanismos que permiten y aseguran desde los procesos la implementación de estrategias que se definan para la gestión de riesgos, sin embargo, existen oportunidades de mejora en la asignación de recursos y capacidades para darle una adecuada cobertura a las acciones de mitigación, ese aspecto de igual forma tiene incidencia directa en la asignación adecuada de autoridades en todas las fases de implementación.</p>	1	<p>Con el fin de garantizar la confiabilidad de los procesos, desde el nivel estratégico de la organización se cuenta con una estructura organizacional que define los mecanismos y recurso humano necesario para que desde los niveles táctico y operativos se garantice la confiabilidad del procesos, esta estructura cobija los aplazamientos de mantenimientos asegurando conceptualmente la mitigación de los riesgos, como acción de mejora la organización debe reforzar el soporte a todos sus centros de operación sin importar el componente técnico o tecnológico que lo rodee.</p>

0=Inexistente; 1=Incipiente; 2=En desarrollo; 3=Maduro

Tabla 6.
Continuación

Buena Práctica	Objetivo	Acciones Necesarias	Organización de Oil & Gas		Organización de Generación de Energía	
			Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora	Nivel de Ajuste	Oportunidad de Mejora
Paso 5. Monitorear el desarrollo de los riesgos y las decisiones tomadas.	Revisar y actualizar la estrategia de mitigación.	El proceso de mantenimiento implementa capacidades de monitoreo para las opciones de decisión descritas en el Paso 3. El proceso de mantenimiento crea espacios de interacción para identificar las fortalezas y debilidades de las decisiones tomadas en los aplazamientos del plan de mantenimiento.	1	Si bien es cierto desde los procesos se declaran y delegan responsables para ejercer acciones de monitoreo en las decisiones de aplazamiento de un mantenimiento, existe una brecha existente en el énfasis que se debe realizar para identificar las debilidades y fortalezas de la decisión tomada, particularmente después de que se ejecuta el mantenimiento en la fecha reprogramada sin la materialización de riesgos, considerando que no por ello se debe descartar la existencia de riesgos ocultos y potenciales que pudieran afectar los objetivos futuros del negocio.	1	Es claro para la organización que se deben asignar recursos que permitan un monitoreo constantemente de los efectos dado el aplazamiento de un mantenimiento permitiendo asegurar los procesos, para ello se definen responsables que velan por la implementación de las acciones de mejora producto del análisis del cambio, sin embargo como oportunidad de mejora para la compañía se tiene el análisis de los efectos producto de los aplazamientos con el fin de identificar hasta la última instancia los riesgos emergentes que puedan afectar los intereses de la organización.

0=Inexistente; 1=Incipiente; 2=En desarrollo; 3=Maduro

8 Conclusiones

Existe una relación simbiótica entre la gestión de activos y la gestión de riesgos, el análisis de las organizaciones objeto de estudio permitió entender como los negocios intensivos en activos establecen las sinergias entre sus sistemas de gestión para alcanzar sus objetivos, los sistemas de gestión de las empresas no solo deben estar integrados, sino que como lo sugiere la norma ISO 55001, deben ser sistemas dotados de una visión holística, sistémica, sistemática, optima, sostenible y con un muy alto enfoque al riesgo. La gestión de riesgos es uno de los aspectos que más demanda de acciones coordinadas entre las diferentes áreas funcionales de negocio y la definición estructurada de procesos que se soportan a través de sistemas integrados de gestión, coadyuva al aseguramiento, monitoreo y cierre de brechas de incertidumbre organizacional.

La gestión de riesgos en las organizaciones debe tener una consistencia y alineación vertical entre los contextos estratégico, táctico y operativo, de igual forma, la extrapolación horizontal entre las áreas funcionales deben ser un reflejo de los lineamientos que descienden en cascada desde las políticas organizacionales y las necesidades de los stakeholders, los resultados de la investigación permitieron identificar como las organizaciones aseguran desde sus modelos estratégicos y procesos los atributos de consistencia y alineación demandados para una adecuada gestión de los riesgos.

Existen un sinnúmero de marcos normativos desde los cuales se aborda al riesgo como la variable más importante para gestionar la incertidumbre y a través de la cual se puede conducir adecuadamente el proceso de toma de decisiones, los resultados de la investigación permiten evidenciar como hoy las organizaciones están haciendo un uso adecuado de la aplicabilidad y complementariedad que tienen las normas y lineamientos desde su contexto, por lo anterior, se puede concluir que cada organización es dueña de su propia casuística y que existe un respaldo normativo que responde a la naturaleza situacional del riesgo en cada negocio.

La gestión de riesgos emergentes es una variante que transmuta al modelo convencional de gestión de riesgos, las organizaciones hoy lo entienden así y es por esa razón que trabajan arduamente en modelos estratégicos que se adapten y cierren las brechas existentes, los procesos de gestión del cambio propuestos por las normas e implementados por las organizaciones objeto de estudio, demuestran la evolución que ha tenido la gestión de riesgos. Hoy por hoy la gestión de

riesgos demanda de acciones de monitoreo que reten y cuestionen cualquier plan de mitigación para identificar nuevos riesgos y posibles impactos ocultos.

De acuerdo con los procesos de observación y los resultados de la investigación, los procesos de mantenimiento de las organizaciones objeto de estudio aún se encuentran en etapa de desarrollo de buenas prácticas para la gestión de riesgos, se identifica una brecha existente determinada por la interiorización de las estrategias y procesos en los contextos operativos y el aprovisionamiento de recursos necesarios para el aseguramiento y buen accionar de los procedimientos planteados, principalmente, en las fases ejecutorias de la implementación y monitoreo de los planes de mitigación.

9 Recomendaciones

La investigación permitió evidenciar que las dos organizaciones objeto de estudio se encuentran dotadas de un modelo estratégico alineado con el aseguramiento de los riesgos en los diferentes escenarios del negocio, sin embargo, los resultados de la encuesta demuestran que aún existen brechas de conocimiento en cuanto a los procesos y procedimientos organizacionales para tal fin, los marcos de referencia establecidos y los mecanismos procedimentales diseñados deben estar provistos de fases de implementación en las que se asegure la interiorización de todos los actores y todos los contextos para una gestión coordinada que no de margen a la incertidumbre.

Es importante que los procesos de planeación de mantenimiento industrial desarrollen prácticas de anticipación estratégica que les permitan monitorear con suficiente anterioridad los cambios externos e internos que pueden afectar los planes anuales de mantenimiento, establecer alertas tempranas y representar diferentes escenarios coadyuva a minimizar las presiones con las que normalmente se toman las decisiones que se suscitan por un cambio, de igual forma, permite que los planes de mitigación de riesgos se encuentren dotados de un menor nivel de incertidumbre.

La departamentalización de la gestión de riesgos y de activos debe ser revisada cuidadosamente por organizaciones en las que se cuenta con multiplicidad de unidades productivas y marcadas dispersiones geográficas, si este es el caso, es recomendable que se garanticen los niveles de cobertura, acompañamiento y descentralización de ciertos mecanismos y recursos que les permitan a cada una de las unidades y/o subprocesos fluir con un alto nivel de compromiso y entendimiento. Es muy importante que para la gestión de riesgos se adopte una cultura organizacional de la que todos se sientan parte.

Los planes de mitigación de riesgos deben reconocer y declarar las variables de incertidumbre que puedan estar asociadas a las decisiones se toman, de igual forma, para un adecuado aseguramiento de los riesgos emergentes es importante que las organizaciones maximicen los recursos destinados al monitoreo de las decisiones que se suscitan por un cambio, de acuerdo con los resultados de la investigación es recomendable que las organizaciones orienten sus procesos a desconfiar y cuestionar más las decisiones que se toman,

Para gestionar los riesgos emergentes es muy recomendable que las organizaciones les reconozcan como una variante que reta y condiciona los estándares convencionales de gestión, es esta una muy buena práctica para contrarrestar los bajos niveles de probabilidad que les caracteriza

y que en muchas ocasiones conlleva a que se les desestime. El alto impacto de un riesgo emergente justifica de más el tratamiento especial que deben tener para evitar nefastas consecuencias en la continuidad de un negocio.

Referencias

- API. (2017). *API691. Risk-based Machinery Management*. Washington, DC: American Petroleum Institute.
- Asociación colombiana de Fiduciarias. (2019). *Guía académica para la gestión de riesgos emergentes. Versión 1.0*. Bogotá D.C.: Asofiduciarias.
- Chávarro, L. (2018). Riesgo e incertidumbre como características de la sociedad actual: ideas, percepciones y representaciones. *Reflexiones*, 12.
- Empresa del sector generación. (2017). *Guía Metodológica Para El Manejo del Cambio*. Medellín: Empresa del sector generación.
- Empresa del sector generación. (2021). *Guía Metodológica Gestión Integral de Riesgos*. Medellín: Empresa del sector generación.
- Empresa del sector Oíl & Gas. (2020). *Guía para la ejecución de actividades de mantenimiento rutinario*. Bogotá D.C.: Empresa del sector Oíl & Gas.
- Empresa del Sector Oíl & Gas. (2020). *Libro de proceso intervenciones y desincorporación de activos de producción*. Bogotá D.C.: Empresa del Sector Oíl & Gas.
- Empresa del sector Oíl & Gas. (2020). *Procedimiento para el control del aplazamiento de una prueba, inspección o mantenimiento preventivo sobre un equipo crítico por seguridad de procesos*. Bogotá D.C.: Empresa del sector Oíl & Gas.
- Haughey, D. (2021, Octubre 16). *Escuela de Project Management*. Retrieved from <https://www.edpm.es/index.php/noticias/item/14-breve-historia-sobre-la-administracion-de-proyectos>
- Hillson, D. (2016, Septiembre 2016). *Gestionar el riesgo en proyectos complejos*. Retrieved from <https://pmi-mad.org/socios/articulos-direccion-proyectos/513-gestionar-el-riesgo-en-proyectos-complejos>
- ICONTEC. (2018). *NTC-ISO31000 Gestión del Riesgo. Directrices*. Bogotá D.C.: ICONTEC.
- ISO. (2018). *ISO45001*. Ginebra, Suiza: Secretaría General de ISO.
- Pérez, M. (2012). Estimación de incertidumbres. *Guía GUM. e-medida*, 18.
- RAE. (2021, Octubre 22). *Diccionario de la Lengua Española*. Retrieved from <https://dle.rae.es/riesgo?m=form>
- UNGRD. (2017). *Terminología sobre la gestión del riesgo de desastres y fenómenos amenazantes*. Bogotá D.C.: UNGRD.

Villagrán, J. (2004). *La Naturaleza de los Riesgos, Un Enfoque Conceptual*. Guatemala: CIMDEM.