

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“MODELO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS MAYORES EN LA INDUSTRIA
DEL GAS Y PETRÓLEO EN EL ECUADOR.”**

Realizado por:

FAUSTO RAMIRO ESPINOSA GALLEGOS

Director del proyecto:

Magíster. Walberto Gallegos Eras

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL

Quito, 22 de Febrero de 2018

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, FAUSTO RAMIRO ESPINOSA GALLEGOS, con cédula de identidad # 100217572-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“MODELO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS MAYORES EN LA INDUSTRIA DEL GAS Y PETRÓLEO EN EL ECUADOR.”

Realizado por:

FAUSTO RAMIRO ESPINOSA GALLEGOS

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

WALBERTO GALLEGOS ERAS

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Walberto Gallegos Eras', with a horizontal line underneath.

FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

RODOLFO RUBIO

JHOANA MEDRANO

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

QUITO, 22 Febrero del 2018

DEDICATORIA

Dedicado a todos los trabajadores fallecidos y lesionados a causa de accidentes mayores en
la industria mundial del gas y petróleo.

AGRADECIMIENTO

A mi esposa Jessica Ruiz y a mis hijas Abigail y Renata Espinosa por su invaluable apoyo y comprensión al cederme parte de su tiempo y atención durante el tiempo que duró mis estudios de postgrado.

Modelo de gestión de emergencias mayores en la industria del gas y petróleo en el Ecuador.

Espinosa Ramiro¹, Gallegos Walberto^{1}, Rubio Rodolfo¹, Medrano Johanna¹,*

¹Universidad Internacional SEK. Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales. Maestría en Gestión Ambiental. Quito-Ecuador.

* Autor de correspondencia: walberto.gallegos@uisek.edu.ec

Resumen: Los eventos críticos originados en las últimas décadas en la industria mundial del gas y petróleo han dejado graves e irreversibles daños en las personas, ambiente y en la continuidad de los negocios; estos eventos generaron interés para diseñar un modelo de gestión de emergencias que sea aplicable a la industria del gas y petróleo en el Ecuador.

La investigación se realizó mediante la revisión bibliográfica de estándares y buenas prácticas internacionales emitidos por organizaciones reconocidas a nivel mundial como: La Organización Internacional de Empresas Productoras de Gas y Petróleo IOGP, Asociación Internacional de Conservación Ambiental IPIECA, Asociación Nacional de Protección del Fuego de los Estados Unidos NFPA, Organización internacional de Estandarización ISO, Sistema Nacional de Gestión de Incidentes de los Estados Unidos NIMS, Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos OSHA entre otras.

La experiencia de más de dieciséis años en la gestión de emergencias del autor de este documento, fue muy importancia para el desarrollo, entendimiento y aplicabilidad en la industria del gas y petróleo, este modelo fue implantado en cinco países de Latinoamérica, con resultados muy satisfactorios en las cuatro fases del ciclo de las emergencias.

Como resultado de esta investigación se desarrolló una guía de pasos sistemáticos que se implantó en una empresa de gas y petróleo en el Ecuador, para la evaluación del modelo de gestión de emergencias se utilizó el Programa de Simulación de Preparación para

Respuesta PREP y la Herramienta para la Evaluación de la Preparación ante Derrames de Hidrocarburos (RETOS) de ARPEL.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que al disponer de una modelo gestión de emergencias debidamente implantado, ayuda a las empresas a resolver las situaciones emergentes en menor tiempo, con menores costes y lo más importante minimizando las consecuencias en las personas, ambiente y en las propiedades, logrando así la resiliencia empresarial.

Palabras Claves

Guía, emergencias, críticos, recuperación, resiliencia

Abstract: The critical events originated in the last decades in the world gas industry have left the tombs and irreversible damage to people, the environment and the continuity of business; These events generated an interest in designing an emergency management model applicable to the oil and gas industry in Ecuador.

The International Organization of Gas and Oil Products IOGP, International Association of Environmental Conservation IPIECA, National Fire Protection Association of the United States. United States NFPA, ISO International Organization for Standardization, National Incident Management System of the United States NIMS, Occupational Health and Safety Administration of the United States OSHA, among others.

The experience of more than sixteen years in the emergency management of the author of this document, was very important for the development, understanding and application in the oil and gas industry, this model was implemented in five Latin American countries, with Very satisfactory results in the four phases of the emergency cycle.

The result of this research was a systematic steps guide that was implemented in a gas and oil company in Ecuador. For the evaluation of the emergency management model, the PREP

response preparation simulation program and the Tool for the Evaluation of Oil Spill Preparation (RETOS) of ARPEL.

The results obtained show that at the moment of an emergency generation, solutions, solutions, solutions, solutions, solutions and solutions. thus achieving business resilience.

Keywords

Guide, emergencies, critics, recovery, resilience

1. Introducción

La preocupación desde el punto de vista de seguridad de procesos y el control de pérdidas debidas a la caída de los precios del petróleo podrían resultar potencialmente en reducciones de la inversión en medidas de control de riesgos; al punto de que una reducción en la inspección y el mantenimiento puede provocar problemas con la integridad de los activos resultando en emergencias críticas en la industria (Marsh & McLennan, 2016)

La industria del petróleo ha sido sujeta a variaciones rápidas en el precio del petróleo, revisando un histórico puede observarse las tendencias de pérdidas en comparación con las variaciones de precio del petróleo, como se observa en la Figura 1.

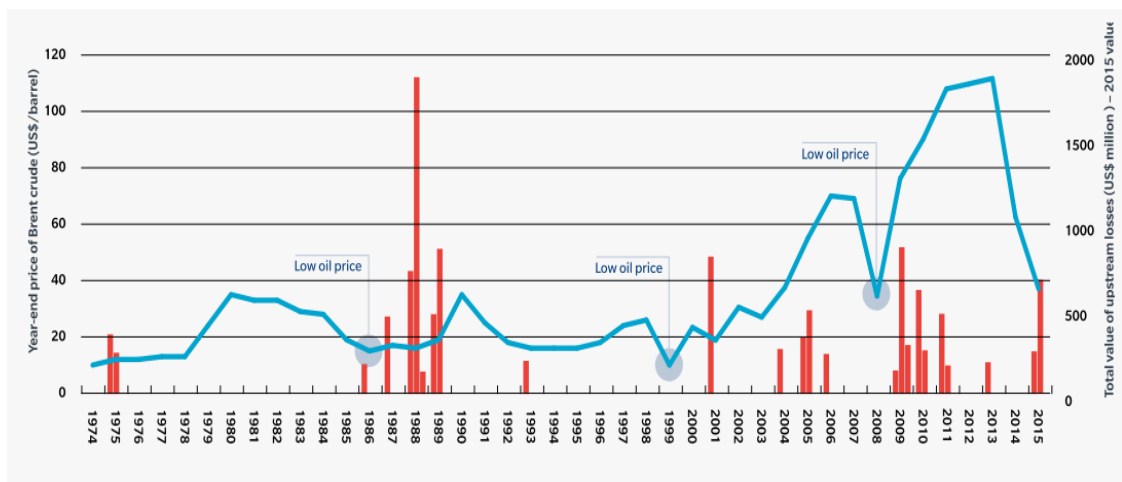


Figura 1 Precios del petróleo versus pérdidas desde el año – 1974-2016 (Marsh & McLennan, 2016)

Después del bajo precio del petróleo a principios de la década de 1990, se idearon iniciativas para reducir el costo de las operaciones de producción de petróleo y gas, estas necesitaron un trabajo de evaluación basada en el riesgo para priorizar la actividad de inspección, mantenimiento y reducir los niveles de exposición del personal en función de una evaluación de las necesidades.

Sin embargo, tanto al mismo tiempo como en respuesta a los rápidos cambios en los ingresos derivados de la producción de petróleo, se redujeron las inversiones en medidas de seguridad y capacitación. Hoy en día, existe la preocupación de que algunos de estos puedan haber provocado un aumento en el riesgo de accidentes graves al comprometer la efectividad de las medidas críticas de prevención de pérdidas (Marsh & McLennan, 2016)

De acuerdo a los valores de los daños a la propiedad, el total acumulado de las 100 mayores pérdidas es más de US \$ 33 mil millones. Como se muestra en Figura 2, los valores de daños a la propiedad están dominados por los sectores de exploración y producción, seguidos de cerca por el sector de la refinación, petroquímico, el procesamiento de gas y los sectores de distribución representan una fracción mucho más pequeña del valor total.

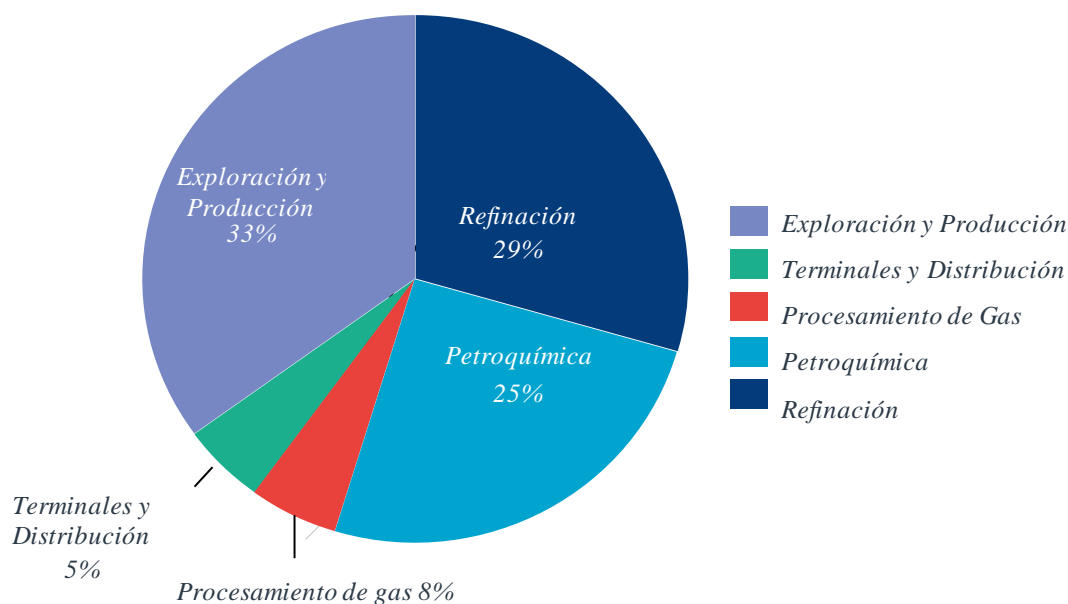


Figura 2 Porcentaje del valor de daños de la 100 mayores pérdidas por sector.

(Marsh & McLennan, 2016)

Basado en la información obtenida, las explosiones representan la mayor frecuencia, estas son típicamente explosiones de nubes de vapor que ocurren después de la pérdida de contención primaria de hidrocarburos livianos, que en consecuencia forman una nube que se desplaza a áreas confinadas, y encuentra una fuente de ignición. Las explosiones resultantes producen ondas de choque con suficiente energía para causar un daño físico sustancial al proceso plantas y equipos y desencadenar también grandes derrames afectando los ecosistemas (Marsh & McLennan, 2016).

Debido a las explosiones que representan una proporción alta de daños a la propiedad, el esfuerzo e inversión que actualmente se está poniendo es significativo en la industria del gas y petróleo, para actualizar la metodología para estimar pérdidas potenciales como resultado de explosiones.

En la Figura 3 se observa los valores de los daños a la propiedad de las 100 pérdidas más grandes por tipo de evento (\$ millones USD), en donde se puede deducir que las explosiones han ocasionado las más altas pérdidas, y sin dejar de lado que las consecuencias derivadas de estos eventos mayores desencadena pérdida de vidas humanas, contaminación ambiental y daños en los activos industriales.

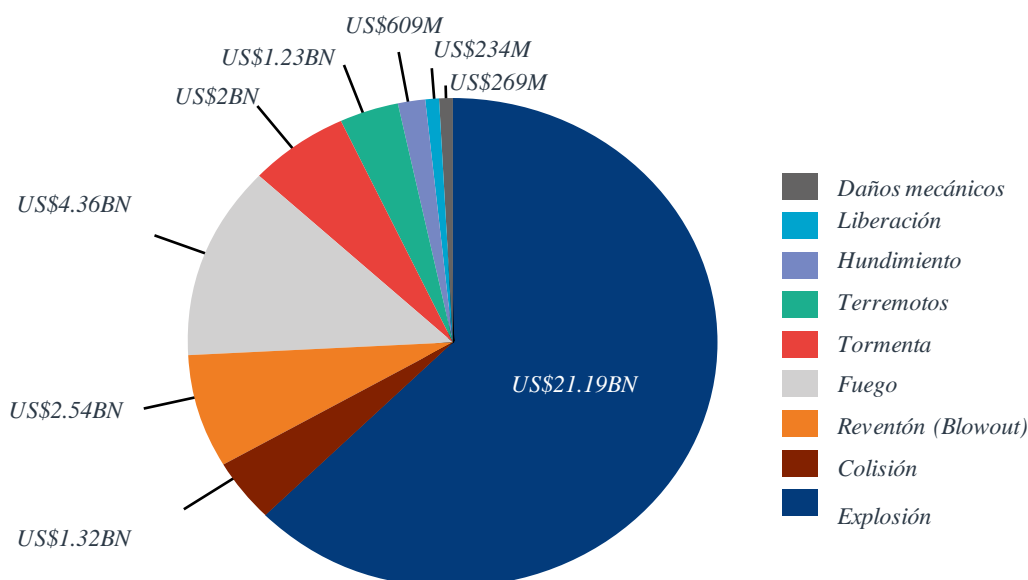


Figura 3 Porcentaje del valor de daños de la 100 mayores pérdidas por sector

(Marsh & McLennan, 2016)

El incidente ocurrido el 20 de abril de 2010, en el pozo de petróleo Macondo aproximadamente a 50 millas frente a las costas de Louisiana en el Golfo de México dejó múltiples fatalidades durante el desarrollo de actividades temporales de abandono en la plataforma de perforación Deepwater Horizon (DWH). El control del pozo se perdió, lo que provocó un reventón y la liberación incontrolada de petróleo y gas (hidrocarburos), que encontraron una fuente de ignición, las explosiones y el fuego resultantes llevaron a la muerte de 11 personas, 17 personas con lesiones físicas graves, la evacuación de 115 personas, el hundimiento de la plataforma Deepwater Horizon, y daños marinos y costeros ocasionados por el petróleo vertido.(US Chemical Safety and Hazard Investigation Board, 2016)

Por lo citado anteriormente es importante implantar un modelo de gestión de emergencias mayores en la industria Ecuatoriana que oriente a las empresas a gestionar los peligros mayores, establecer protocolos de respuesta, determinar recursos humanos y materiales, para prevenir y mitigar las consecuencias de una emergencia.

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó mediante la revisión bibliográfica de estándares y buenas prácticas internacionales; se consideraron documentos emitidos por organizaciones reconocidas a nivel mundial como: la Organización Internacional de Empresas Productoras de Gas y Petróleo IOGP, la Asociación Internacional de Conservación Ambiental IPIECA, la Asociación Nacional de Protección del Fuego de los Estados Unidos NFPA, la

Organización internacional de Estandarización ISO, el Sistema Nacional de Gestión de Incidentes de los Estados Unidos NIMS, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos OSHA entre otras.

La experiencia de más de dieciséis años en la gestión de emergencias del autor de este documento, fue muy importancia para el desarrollo, entendimiento y aplicabilidad en la industria del gas y petróleo, este modelo fue implantado en cinco países de Latinoamérica, con resultados muy satisfactorios en las cuatro fases del ciclo de las emergencias.

La gestión de emergencias examina posibles eventos basados en la identificación de peligros y evaluación de riesgos; desarrolla e implementa programas dirigidos a reducir el impacto de estos eventos en las personas, ambiente y propiedad, se implementan barreras para aquellos riesgos que no pueden ser eliminados; y se determina las acciones necesarias para enfrentar las consecuencias de los eventos reales y recuperarse de estos.

Las actividades de emergencias se dividen en cuatro fases que forman un ciclo, estas fases son:

- ***Fase de prevención o mitigación***

En esta fase se toman medidas para reducir o eliminar el riesgo para las personas, ambiente y la propiedad, estas acciones también se conocen como medidas de mitigación, la prevención es la fase inicial del manejo de emergencias y debe considerarse antes de que ocurran estas, sin embargo, también debe ser una actividad continua que se integre con cada una de las otras fases de la gestión de emergencias (FEMA, n.d.)

Los objetivos de las actividades de prevención son:

- Proteger a las personas, ambiente y activos industriales.
- Reducir los costos de respuesta y recuperación

La prevención se lleva a cabo junto con una identificación de peligros, que ayuda a identificar:

- Qué eventos pueden ocurrir dentro y alrededor de las instalaciones de la empresa.
 - La probabilidad de que ocurra un evento.
 - Las consecuencias del evento en términos de fatalidades, destrucción, interrupción de servicios críticos y costos de recuperación.
- ***Fase de preparación***

La fase de preparación es la construcción de la gestión de emergencias para responder de manera efectiva a cualquier peligro y recuperarse de él. Debido a que no es posible mitigar por completo los riesgos, las medidas de preparación pueden ayudar a reducir el impacto de los riesgos residuales al tomar ciertas medidas antes de que ocurra un evento de emergencia. La preparación incluye planes para salvar vidas y facilitar las operaciones de respuesta y recuperación (FEMA, n.d.).

Las medidas de preparación pueden incluir las siguientes actividades:

- Desarrollar planes de emergencias, continuidad de negocio entre otros, que aborde los peligros identificados, los riesgos y las medidas de respuesta.
 - Asignar y capacitar al personal que puede ayudar en las áreas clave de las operaciones de respuesta.
 - Identificar recursos y suministros que pueden requerirse en una emergencia.
- ***Fase de Respuesta***

La fase de respuesta se pone en marcha las operaciones de emergencia para salvar

vidas y proteger el ambiente y las propiedades al tomar medidas para reducir las consecuencias evacuando víctimas potenciales; proporcionar alimentos, agua, refugio y atención médica a los necesitados; y restaurar servicios críticos (FEMA, n.d.).

La respuesta inicia cuando un evento de emergencia es inminente o inmediatamente después de que ocurre un evento. La respuesta abarca todas las actividades realizadas para salvar vidas y reducir el daño del evento e incluye:

- Brindar asistencia de emergencia a las víctimas.
- Restauración de infraestructura crítica.
- Garantizar la continuidad de los servicios.

La respuesta implica poner en práctica los planes de preparación.

Una de las primeras tareas de respuesta es realizar una evaluación de la situación, esta incluye todas las actividades de respuesta inmediata que están directamente relacionadas con la determinación de las necesidades iniciales para salvar vidas y para identificar los riesgos inminentes. La capacidad de las empresas para realizar una evaluación rápida dentro de las primeras horas después de un evento es decisivo para proporcionar una respuesta adecuada ante situaciones de riesgo vital y peligros inminentes (FEMA, n.d.).

Las evaluaciones coordinadas y oportunas permiten a la empresa:

- Priorizar las acciones de respuesta.
- Asignar recursos escasos.
- Solicitar asistencia adicional de forma rápida y precisa.
- La obtención de información precisa a través de una evaluación rápida es clave para iniciar las actividades de respuesta y se debe recopilar de manera organizada.

- ***Recuperación***

El objetivo de la fase de recuperación es devolver los sistemas y las actividades de la empresa a la normalidad, la recuperación inicia justo después de la emergencia. Algunas actividades de recuperación pueden ser simultáneas con los esfuerzos de respuesta, la recuperación a largo plazo incluye la restauración de la actividad económica y la reconstrucción de las instalaciones, la recuperación a largo plazo a veces puede llevar años.

La recuperación del desastre es única para cada empresa según la cantidad y el tipo de daño causado por la emergencia y los recursos que la empresa tiene listos o que pueden obtener. A corto plazo, la recuperación es una extensión de la fase de respuesta en la que se restauran los servicios y funciones básicas.

La recuperación a largo plazo puede tomar varios meses o incluso extenderse a años porque es un proceso complejo de restauración de los procesos industriales, infraestructura pública y la continuidad del negocio (FEMA, n.d.).

3. Resultados y discusión

Los riesgos e impactos ambientales que surgen de las actividades en la industria del gas petróleo se pueden reducir y controlar a través de un diseño mejorado, una operación perfeccionada, mayor competencia o exposición reducida. Sin embargo, estos no pueden eliminarse totalmente y la falla de los sistemas de control para eliminar los peligros puede conducir al desarrollo de situaciones de emergencia.

Con la información bibliográfica revisada en esta investigación se logró desarrollar la siguiente guía para implantar un modelo de gestión de emergencias cómo se esquematiza en la *Figura 4*.

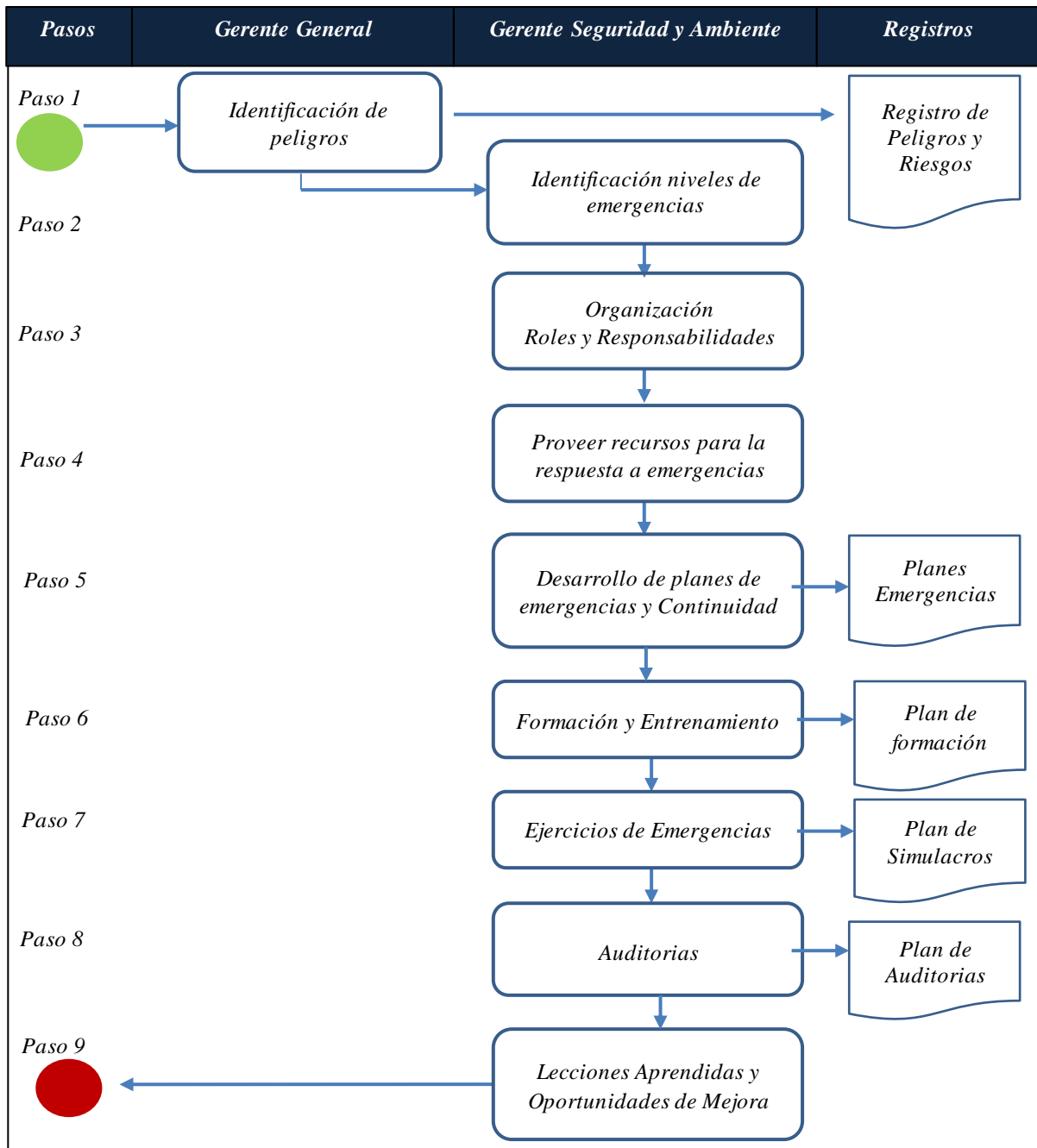


Figura 4. Esquema para implantar un modelo de gestión de emergencias

A continuación se desarrollan cada uno de los pasos de la guía para facilitar su comprensión e implantación.

3.1. Paso uno *identificación de peligros y evaluación de riesgos*

En nuestras actividades cotidianas de manera intuitiva se identifica los peligros a los que se está expuesto, se evalúa los riesgos asociados a los peligros identificados, priorizándolos e implantando barreras y controles para evitar daños. Los pasos comunes a seguir en una metodología de evaluación de riesgos generales se describen en la Figura 5. Estos incluyen la identificación de peligros y el posterior análisis de secuencia de accidentes, que es fundamental para la evaluación adecuada de la frecuencia y la estimación de la consecuencia.

Todos estos pasos son necesarios para calcular el riesgo en función de la probabilidad de ocurrencia de un evento y sus consecuencias potenciales asociadas. El riesgo generalmente se representa mediante el uso de matrices de riesgo o curvas isoriesgos (Walker, Konstantinidou, Contini, Zhovtyak, & Tarantola, 2017).

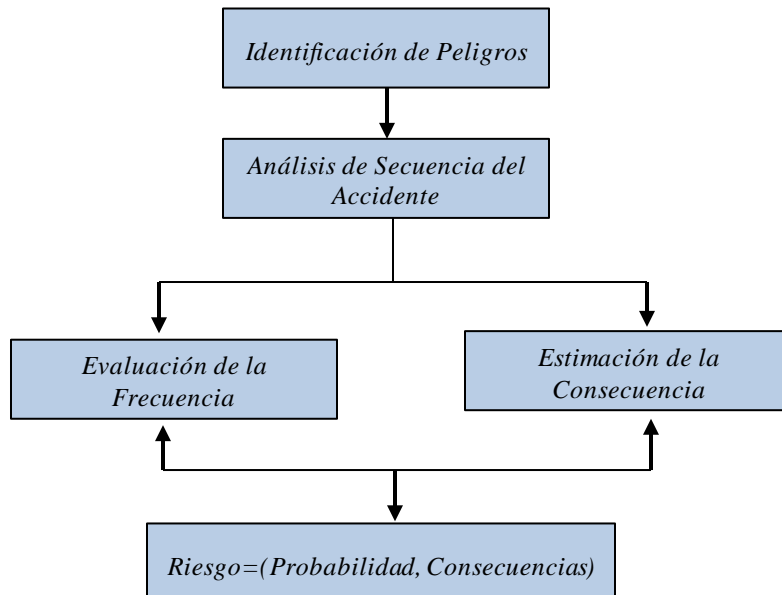


Figura 5. Pasos principales en la metodología de evaluación de riesgos

(Walker et al., 2017)

3.1.1. Identificación de peligros

Dentro del proceso de identificación de peligros, las principales fuentes de peligros potenciales y sustancias liberadas por ejemplo hidrocarburos líquidos a alta presión y temperatura, Gas Licuado de Petróleo GLP, Hidrocarburos en fase gas, diésel, gasolina, condensados son identificadas, así como también los eventos iniciadores que pueden causar tales liberaciones. Los métodos más comunes para la identificación de peligros incluyen los siguientes pero no se limitan (Walker et al., 2017):

- HAZIDs – Estudios de Identificación de peligros, un enfoque sistemático muy conocido en la industria para identificar peligros en los procesos industriales.
- HAZOPs - Análisis de Peligros Operativos, una técnica de revisión más detallada para el análisis de peligros operativos.
- PHA – Proceso de Análisis de Peligros
- ¿Análisis *Qué pasa si?*
- FMEAs - Modos de falla y análisis de efectos.
- Usar estándares de la industria y listas de verificación.
- Estudios de incendio y explosión.

Todos los peligros previsible deben identificarse, en el ciclo de vida completo de la instalación. Por lo tanto, se sugiere que la identificación del peligro tome en cuenta:

- Todas las fases operativas y áreas críticas de la instalación.
- Las instalaciones adyacentes.
- Los efectos tipo dominó.

3.1.2. Análisis de secuencia de accidentes y evaluación de frecuencia

En esta etapa, se desarrolló un modelo lógico para las instalaciones industriales. El modelo incluyó todos y cada uno de los eventos iniciadores potenciales de accidentes, como

se identificó en el paso anterior (identificación del peligro) y la respuesta de las instalaciones a dichos iniciadores.

De esta forma, se definen las secuencias del accidente, que consiste en determinar el evento iniciador, las fallas o éxitos del sistema (que pueden ser técnicos o de procedimiento) y posibles respuestas humanas, para representar la secuencia del accidente se utilizó el modelo Bow Tie.

3.1.3. Estimación de Consecuencias

La estimación de las consecuencias se realiza después de la evaluación de frecuencia, para modelar los efectos de los rangos de liberaciones, presiones de explosión, etc. Estos fenómenos se pueden modelar y estimar sus consecuencias con varios modelos, de acuerdo con ISO 17776, las consecuencias deben ser estimadas sobre:

- Personas (P)
- Ambiente (E)
- Activos (A)
- Reputación (R)

Las consecuencias pueden ser inmediatas o retardadas, y los daños pueden ser temporales o permanentes (Walker et al., 2017).

3.1.4. Evaluación del Riesgo

Una vez que se estiman las consecuencias de un evento, el riesgo puede evaluarse como la combinación de probabilidad y consecuencias

La evaluación de riesgos se puede realizar de varias maneras:

- Cualitativamente (generalmente no es la opción preferible)
- Semicuantitativa utilizando matrices de riesgo,
- Cuantitativamente, es decir, realizando una Evaluación Cuantitativa de Riesgos (QRA) con más técnicas elaboradas.

Una de las representaciones de riesgo más comunes es a través de una matriz de riesgos. Una matriz de riesgo típica - incluyendo las posibles consecuencias para los diferentes destinatarios enumerados anteriormente (Personas, Ambiente, Activos, Reputación) - se muestra en la Figura 6. Los niveles de las posibles consecuencias no son unívocos, pero se definen de acuerdo con cada metodología. Lo mismo es válido para la definición de frecuencia o intervalos de probabilidad.

El alcance del trabajo contenido en la identificación de peligros principales y evaluación de riesgos depende de la complejidad de las instalaciones industriales. Esto se puede expresar mejor en la Figura 6, que destaca la necesidad de aumentar la profundidad de los diversos análisis a medida que aumenta la complejidad de las instalaciones. (Walker et al., 2017)

Consequences					Increasing yearly frequency					
Severity	Persons	Environment	Asset	Reputation	0	A	B	C	D	E
					Not plausible event	Rare event	Unlikely event	Plausible event	Possible event	Frequent event
					It might occur in the E&P industry	Recorded in the E&P industry	It has occurred at least once in the Company	It has occurred many times in the Company	It occurs several times/year in the Company	It has occurred many times/year on a site
1	Effect on health/slight injury	Slight effect	Slight damage	Slight impact	1-0	1-A	1-B	1-C	1-D	1-E
2	Effect on health/minor injury	Minor effect	Minor damage	Minor impact	2-0	2-A	2-B	2-C	2-D	2-E
3	Effect on health/significant injury	Local effect	Local damage	Local impact	3-0	3-A	3-B	3-C	3-D	3-E
4	Permanent disability or single death	Significant effect	Significant damage	National impact	4-0	4-A	4-B	4-C	4-D	4-E
5	Multiple deaths	Extended effect	Extended effect	International impact	5-0	5-A	5-B	5-C	5-D	5-E

Figura 6. Matriz típica de riesgos, incluidas las consecuencias para diferentes destinatarios (PEAR). (Walker et al., 2017)

En la Tabla 1 se muestra los resultados de la metodología utilizada en la identificación de peligros y evaluación de riesgos en la empresa, como se puede analizar en la industria de gas y petróleo los peligros comunes son el Hidrocarburo (HC) líquido a alta presión y temperatura, condensados e hidrocarburos en fase gas; que al materializarse sus consecuencias son significativas para las personas, ambiente, activos industriales y reputación de la empresa.

Tabla 1 Registros de peligros y riesgos

REGISTRO DE PELIGROS Y RIESGOS												
CÓDIGO	PELIGRO	TOP EVENT	AMENAZAS	CONSECUENCIAS	EVALUACIÓN DE RIESGO							
					PERSONAS	ACTIVOS	AMBIENTE	REPUTACIÓN	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	RIESGO	NIVEL DE RIESGO
H-01 HIDROCARBUROS												
H-01.01	<i>HC líquido a alta presión y alta temperatura</i>	<i>Pérdida de contención</i>	Corrosión interna	<i>Fuga de fluido y afectación a las personas Derrame de fluido y contaminación del área circundante Pérdida de producción</i>	16				16	3,1	49,6	High Risk
			Sobrepresión	<i>Derrame de crudo y contaminación del área circundante Costos asociados a la reparación</i>		2			2	25	42,5	High Risk
			Corrosión externa	<i>Pérdida de contención Derrame de crudo y contaminación del área circundante Pérdida de producción Parada del bombeo de crudo Costos asociados a la reparación Pérdida de producción de diésel</i>			16		16	3,1	49,6	High Risk
			Deslizamientos, asentamiento del terreno	<i>Pérdida de contención Derrame de crudo y contaminación del área circundante Pérdida de producción Parada del bombeo de crudo Costos asociados a la reparación Pérdida de producción de diésel</i>			16		16	3,1	49,6	High Risk
			Atentados	<i>Pérdida de producción Parada del bombeo de crudo Costos asociados a la reparación y/o pérdida del ducto Pérdida de producción de diésel Derrame de crudo y contaminación del área circundante Afectación a la imagen de la compañía</i>		40			40	3,1	124	Urgent risk
H-01.05	Condensados		Corrosión interna	<i>Presencia de atmósfera explosiva por derrame de condensado y conato de incendio</i>		3		3	6,3	18,9	Moderate Risk	
H-01.06	HC en fase gas		Corrosión interna	<i>Presencia de atmósfera explosiva Incendio y explosión Fatalidades Afectación a las instalaciones Apagado del sistema de gas Incremento de consumo de diésel</i>	40			40	1,6	64	High Risk	

Con los resultados obtenidos se procedió, a priorizar los riesgos, a implementar controles, logrando un nivel de riesgo tolerable, sin embargo con todas las barreras implantadas es difícil eliminar el riesgo existiendo la probabilidad de que suceda un evento mayor en las instalaciones.

3.2. Paso dos identificación de niveles de emergencias

La Asociación Mundial del Sector del Petróleo y Gas Especializada en Temas Ambientales y Sociales IPIECA, propone tres niveles de acuerdo a la gravedad y a los recursos necesarios que se debe disponer para responder en casos de derrames de hidrocarburo. (IPIECA, 2007)

Basado en los lineamientos de IPIECA se categorizó los niveles de emergencia de la siguiente manera:

Nivel uno: emergencia que:

- Puede manejarse con los recursos y el personal de las instalaciones.
- No tiene efectos fuera de las fronteras del sitio (incluyendo impacto ambiental)
- No involucra agencias externas ni servicios de respuesta

Nivel dos: emergencia que:

- No puede manejarse solo con los recursos y el personal de las instalaciones.
- Requiere involucramiento de recursos externos al sitio, pero no de fuera del país o región
- Tiene algunos efectos fuera de las fronteras del sitio (incluyendo impacto ambiental)
- Podría involucrar agencias externas o servicios de respuesta

Nivel tres: emergencia que:

- No puede manejarse con los recursos de los Niveles 1 y 2
- Requiere involucramiento de recursos internacionales
- Tiene efectos significativos fuera de las fronteras del sitio (incluyendo impacto ambiental)

- Tendrá implicaciones técnicas, de prensa, relaciones públicas y de personal que requerirá asistencia local inmediata.

Los niveles de emergencias definidos en la empresa y basado en la identificación de peligros y evaluación de riesgos se describen en la Figura 7

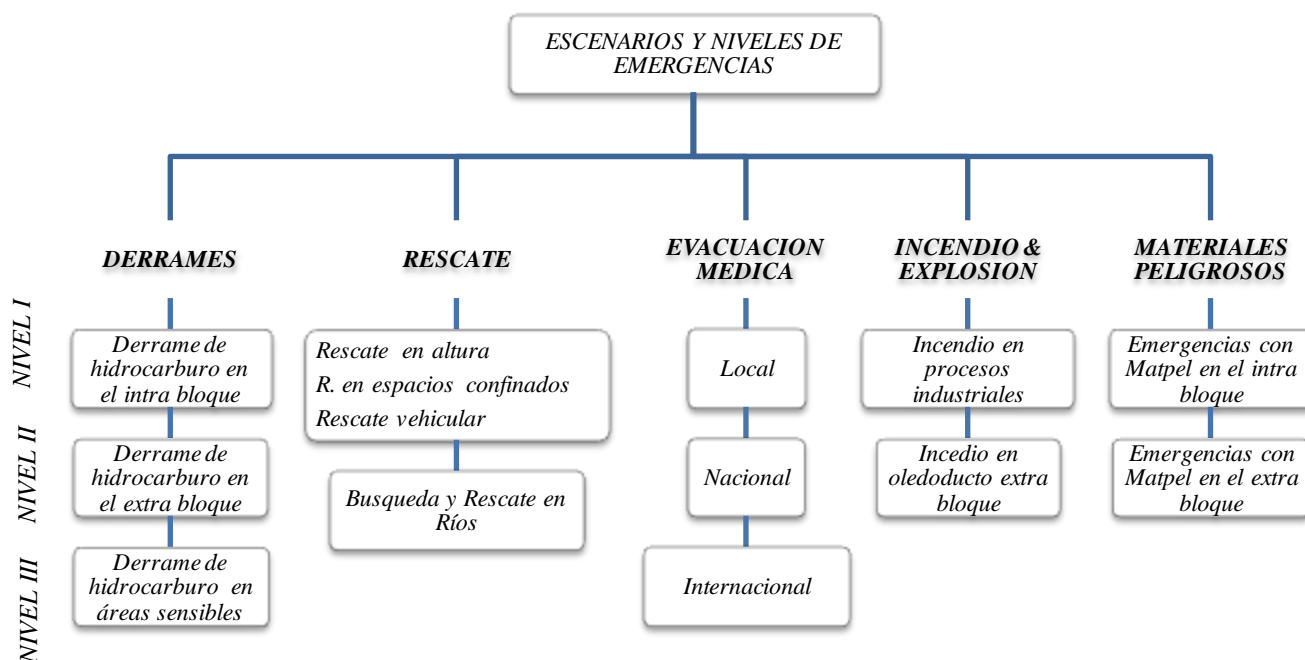


Figura 7. Escenarios y niveles de emergencias.

3.3. Paso tres organización, roles y responsabilidades

La organización de la respuesta a emergencias se estructuró de acuerdo al nivel de emergencia, posibles consecuencias del incidente, recursos humanos y materiales disponibles para la respuesta. (IPIECA/OGP2014)

Para la gestión de las emergencias se adoptó el Sistema de Comando de Incidentes ICS, este sistema busca lograr la máxima coordinación y efectividad de todo el personal involucrado en la respuesta (US. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 2016)

En la Figura 8 se observa la organización de respuesta implantada la cual se basa en el modelo Comando de Incidentes ICS, la misma que está diseñada para gestionar todo tipo de

incidentes con los tres equipos para administrar una emergencia: Equipo de Continuidad de Negocio ECN, el Equipo de Gestión de Incidentes EGI, y el Equipo de Respuesta Táctica

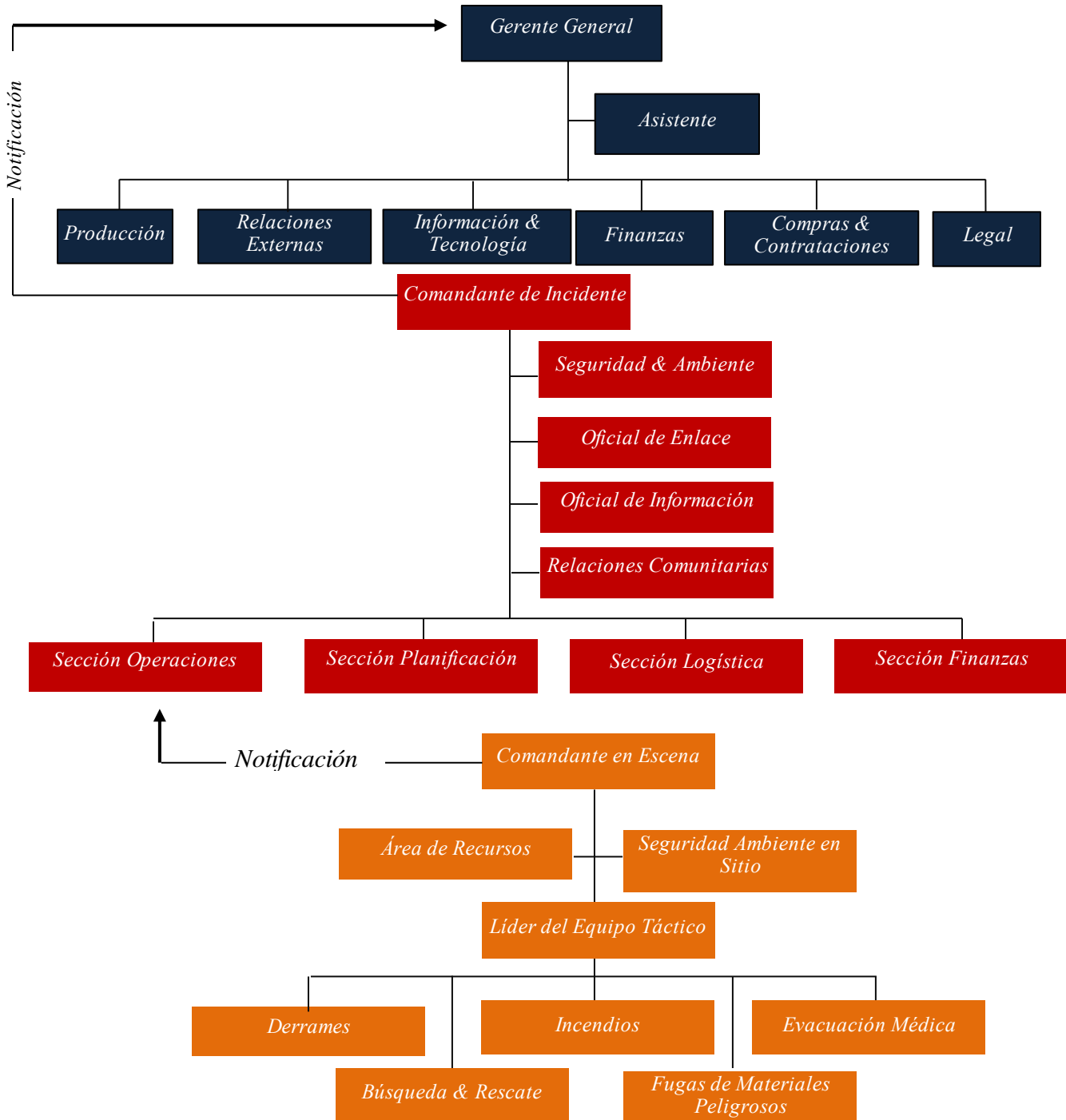


Figura 8. Organización para la respuesta de emergencias.

3.3.1. Equipo de Continuidad del Negocio (ECN)

El equipo de continuidad del negocio fue incluido en esta investigación considerando la importancia de contar en la organización de emergencias un equipo conformado por la Gerencia de la empresa para tratar asunto del negocio.

El Equipo de Continuidad del Negocio ECN tiene las siguientes responsabilidades:

- Gestionar las repercusiones al negocio incluyendo la continuidad del negocio, reputación e imagen de la compañía
- Atender requerimientos de las partes interesadas y de medios de comunicación
- Dar apoyo al Equipo de Gestión de Incidentes EGI.
- Abordar temas relacionados con el incidente pero que estén fuera de la responsabilidad del EGI.

3.3.2. Equipo de Gestión de Incidentes (EGI)

La función principal de un EGI es dar instrucciones estratégicas a las operaciones de respuesta a emergencias, apoyar al personal de respuesta táctica, abordar temas y asuntos tácticos que se manejan mejor a nivel del EGI, e interactuar con el ECN.

Las funciones desempeñadas por un EGI incluyen:

- Contabilizar el coste diario de la respuesta.
- Comprender y comunicar los impactos ambientales reales y potenciales
- Interactuar y mantener la comunicación con Equipo de Respuesta Táctica.
- Valorar el incidente y la naturaleza y el estado de las operaciones de respuesta táctica.
- Desarrollar Objetivos y prioridades de respuesta.

- Recoger información acerca de la naturaleza y la ubicación de las operaciones de respuesta táctica y de los recursos empleados para desarrollarlas.
- Asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para dar apoyo a las operaciones de respuesta.
- Trabajar con los ERT para desarrollar las tareas de campo para el siguiente periodo operacional.
- Preparar el Plan General que limite el ámbito de las operaciones de respuesta a emergencias desde la notificación inicial a la terminación de las operaciones de desmovilización.
- Asegurar el suministro de los servicios necesarios para implantar las acciones de respuesta.
- Establecer y aplicar controles financieros adecuados.
- Valorar continuamente el potencial del incidente y comunicarse con el Líder del ECN para determinar la capacidad de crecimiento de un incidente que podría convertirse en una situación de crisis.

Un EGI está organizado para realizar las funciones principales siguientes: Comando del Incidente, Operaciones, Planificación, Logística y Finanzas. Esta organización también llamada Sistema Comando de Incidentes puede ser tan grande o tan pequeña como sea necesario

3.3.3. Equipo de Respuesta Táctica (ERT)

Los Equipos de Respuesta Táctica (ERT) permanecen en espera 24 horas al día, 7 días a la semana para abordar y responder rápido a los incidentes que supongan una amenaza física al personal, al ambiente y/o la propiedad. Las tareas típicas de un ERT

incluyen: seguridad del lugar del incidente, extinción de incendios, servicios médicos de emergencia, respuesta ante derrames, control de recursos, búsqueda y rescate y muchas otras. La composición de un ERT está determinada por la naturaleza y la magnitud del incidente, y por el tipo y el número de tareas que se deban realizar.

3.4. Paso cuatro proveer recursos para la respuesta a emergencias.

Luego de determinar los escenarios críticos que pueden ocurrir en la empresa se definió los recursos humanos y materiales para tener una exitosa y efectiva respuesta a continuación se detalla los principales:

- Servicios externos especializados: gestión de emergencias, servicios de intervención específica de un escenario (derrame de petróleo, reventón de pozo, lucha contra incendios, evacuación médica, contratistas locales para apoyo general, etc.) para la provisión de personal y equipamiento.
- Personal competente para la gestión de emergencias
- Equipo de respuesta de emergencia: según se requiera de acuerdo con los planes de respuesta específica y a los escenarios identificados.

3.5. Paso cinco elaboración de planes.

En la empresa se desarrolló planes para gestionar las situaciones identificadas por la evaluación de riesgos. Los planes incluyen procedimientos desde el inicio de la respuesta hasta la recuperación, están claramente documentados, comunicados y revisados en los tres equipos de respuesta, a continuación se describe cada uno de los planes:

3.5.1. Plan de Acción de Emergencia

Un Plan de Acción de Emergencia (PAE) es un documento escrito que facilita y organiza las acciones que se deben realizar en el lugar de las emergencias. Los planes de

respuesta bien desarrollados y la formación adecuada tendrán como resultado un número e intensidad menor de lesiones a los empleados durante las emergencias, y reducirá los impactos sociales y ambientales.

La información que contienen los planes elaborados son las siguientes:

- Medios para informar sobre las emergencias.
- Procedimientos de evacuación y asignaciones de rutas de evacuación de emergencia.
- Procedimientos que deben seguir los empleados que realizan las operaciones críticas en los procesos industriales antes de su evacuación.
- Procedimientos para realizar un recuento preciso y rápido de todos los empleados después de que se haya terminado la evacuación de emergencia.
- Responsabilidades médicas y de rescate para aquellos empleados que las tengan que desempeñar.
- Nombres o descripción de los puestos de las personas con las que se pueda contactar para recibir más información o explicaciones sobre las responsabilidades del plan.
- Una descripción del sistema de alarma que se emplee para notificar a los empleados (incluyendo los empleados discapacitados) la evacuación y/u otras acciones.

3.5.2. Plan de Gestión de Incidentes

El plan de Gestión de Incidentes PGI se elaboró para gestionar la respuesta física al incidente y a los asuntos externos relacionados. El PGI deberá ser revisado, actualizado por el responsable de seguridad y ambiente de la empresa, también debe contar con la aprobación del Gerente General de la Empresa.

El Plan de Gestión de Incidentes incluye:

- Alcance, propósito y objetivos del plan.

- Descripción de la instalación/operación.
- Descripción del equipo de respuesta disponible.
- Descripción de los roles y responsabilidades, incluyendo listas de comprobación.
- Descripción del proceso de notificación y activación, valoración del potencial de la emergencia.
- Descripción de la formación del EGI y del programa de simulacros.
- Descripción del mantenimiento, evaluación y procesos de mejora continua del plan.
- Descripción de los procesos de comunicación internos y externos.
- Información de los contactos del personal y recursos.
- Proceso para solicitar recursos adicionales.

3.5.3. Plan de Continuidad del Negocio

Se elaboró un Plan de Continuidad del Negocio (PAN) para dar soporte a los Planes de Gestión del Incidente de la empresa. El PCN que deberá ser revisado, actualizado y aprobada por el Gerente de General.

El Plan de Continuidad del Negocio incluye:

- Alcance, propósito y objetivos del plan.
- Factores de planificación, supuestos y evaluación de riesgos que proporcionen una base para el plan, tanto internos del negocio como externos.
- Una descripción del negocio.
- Una descripción de los roles y responsabilidades, incluyendo listas de comprobación

- Una descripción del proceso de notificación y activación, valoración del potencial del incidente.
- Una descripción de la formación del ECN y del programa de simulacros.
- Una descripción del mantenimiento, evaluación y procesos de mejora continua del plan.
- Una descripción de los procesos de comunicación internos y externos.
- Información de contacto para el personal y recursos del ECN, incluyendo socios y contratistas.
- Vínculos del plan con el Plan de Gestión de Incidentes PGI y otros planes apropiados.
- Proceso de comunicación con los interesados internos y externos para gestionar las repercusiones de la emergencia.
- Una referencia a la planificación de la continuidad del negocio y los procesos de restauración.

Los planes elaborados para la gestión de emergencias basados en los resultados de la identificación y evaluación de riesgos se describen en la Figura 9

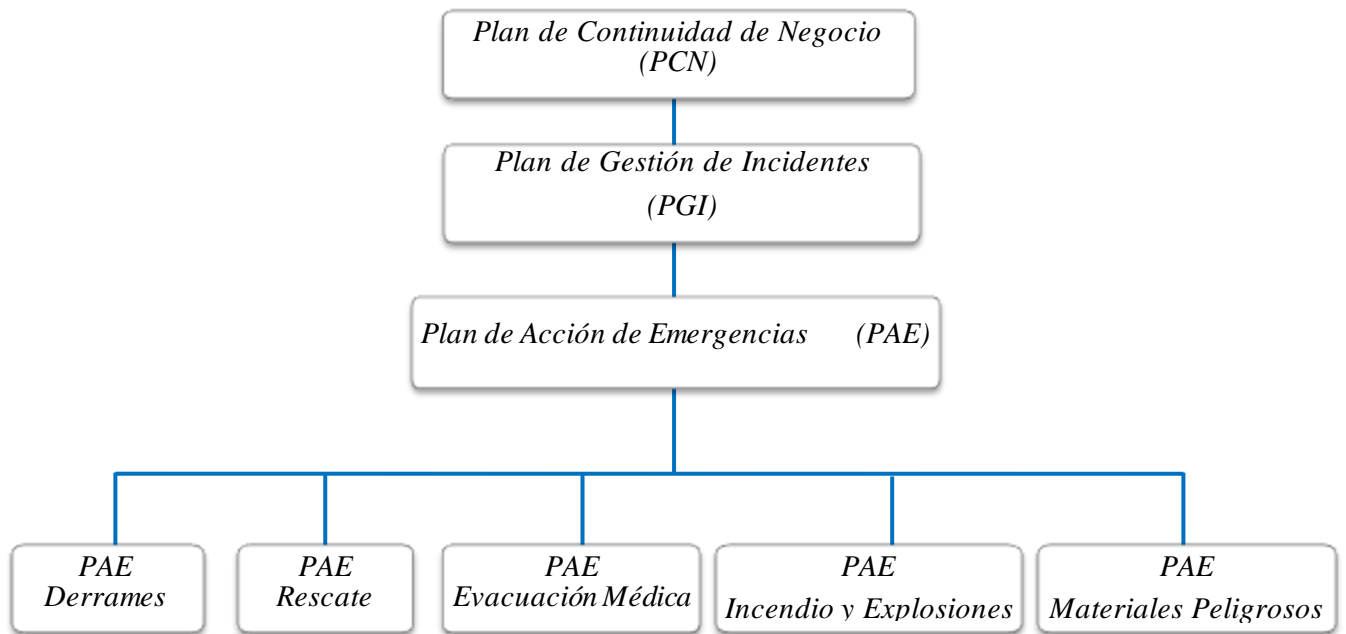


Figura 9. Planes para la gestión de emergencias.

3.6. Paso seis formación y entrenamiento

Los empleados y contratistas que participan en equipos de respuesta a emergencias completaron la formación correspondiente y desarrollar las competencias aplicables según las siguientes directrices:

Tabla 2 Requerimiento de Entrenamiento

Entrenamiento	Audiencia	Objetivo	Tipo	Frecuencia
Inducción a la respuesta	Todo el personal	Proveer conocimiento mínimo de respuesta	Teórico	Al Inicio de la actividad
Respuesta en campo	ERT	Proveer conocimiento en respuesta táctica a los diferentes escenarios	Teórico/ Práctico	Al Inicio de la actividad
Gestión del Incidente	EGI	Proveer conocimiento del PGI y de las responsabilidades según el modelo Comando de Incidentes	Teórico/ Práctico	Al Inicio de la actividad
Apoyo al Negocio	ECN	Proveer conocimiento del Plan de Continuidad de Negocio y situaciones identificadas en la BIA	Teórico/ Práctico	Cada tres años, respondiendo a las actualizaciones del ECN

<i>Comunicación de Crisis</i>	<i>EGI/ECN con roles de comunicación</i>	<i>Proveer conocimiento de los protocolos de comunicación interna y externa en situaciones de emergencia</i>	<i>Teórico/Práctico</i>	<i>Cada cinco años, respondiendo a las actualizaciones del Manual de Crisis</i>
-------------------------------	--	--	-------------------------	---

Para cumplir los requerimientos de formación y capacitación descritos en la Tabla 2 se realizaron las siguientes actividades:

- Diseño de un programa de formación para asegurar la capacidad para responder a las situaciones que se desarrollen de acuerdo con la evaluación de riesgos de la empresa.
- Definición del alcance y la frecuencia de la formación.
- Valoración periódicamente de la efectividad del programa de formación a través de auditorías y ejercicios.
- Mantener los registros de formación adecuados.
- Cumplir con los requisitos legales y normativos específicos que sean aplicables
- Confirmar que la formación/ejercicios son adecuados para la evaluación de riesgos y las situaciones identificadas por la empresa.

3.7. Paso siete simulacros y ejercicios

Se pueden emprender actividades de simulacros usando una variedad de métodos, como los que se describen a continuación, además se considera la duración sugerida para cada método, estos tiempos no incluyen la planificación ni la preparación, los cuales pueden ser significativos (ISO 22398, 2013).

- ***Actividades basadas en discusiones:***
- Seminario (1-2 horas).

- Taller (2-8 horas).
- Ejercicio teórico de simulación (2-4 horas).
- **Actividades basadas en operaciones:**
- Entrenamiento (4-8 horas).
- Ejercicio Funcional (4-8 horas).
- Ejercicio a Todas las Escalas (8-72 horas).

La herramienta empleada para evaluar los ejercicios fue el Programa de Simulación de Preparación para Respuesta (PREP, por sus siglas en inglés), que tiene 15 indicadores que cuantifican la ejecución de la respuesta en función de los criterios recogidos a continuación, la Tabla 3 proporciona las directrices empleadas por la herramienta PREP (EPA 2002)

Tabla 3 - Criterios para evaluar ejercicios ERT y EGI

ACTIVIDAD	CRITERIOS PARA LOS INDICADORES DE EJECUCION CLAVE DEL ERT Y DEL EGI
DISEÑO ORGANIZACIONAL	<i>Notificaciones</i>
	<i>Movilización del personal</i>
	<i>Capacidad para operar según el sistema de gestión de respuesta descrito en el plan</i>
RESPUESTA OPERACIONAL	<i>Control del Incidente</i>
	<i>Valoración de la situación (p. ej., derrame de crudo)</i>
	<i>Contención de la situación (p. ej., derrame de crudo)</i>
	<i>Recuperación de materiales peligrosos</i>
	<i>Protección de las personas y el ambiente</i>
	<i>Eliminación del material recuperado y/o residuos contaminados</i>
APOYO A LAS RESPUESTAS	<i>Comunicaciones</i>
	<i>Transporte</i>
	<i>Apoyo al personal</i>
	<i>Mantenimiento y soporte a los equipos de respuesta</i>
	<i>Compras</i>
	<i>Documentación</i>

Para la evaluación de la implantación del modelo de gestión de emergencias se realizó un ejercicio nivel dos relacionado con un derrame de hidrocarburo en el oleoducto

principal, los resultados conseguidos se observa en la Figura 10. Con los resultados obtenidos se estableció un plan de acción para mejorar, los protocolos de comunicación externa, la infraestructura del puesto de comando táctico, realizar convenios para el apoyo ante emergencias nivel tres, e implantar protocolos para la importación de equipos en caso de emergencias.

Para la evaluación del ejercicio se utilizaron los 15 indicadores del Programa de Simulación de Preparación para Respuesta PREP, con un puntaje máximo de 5 puntos.

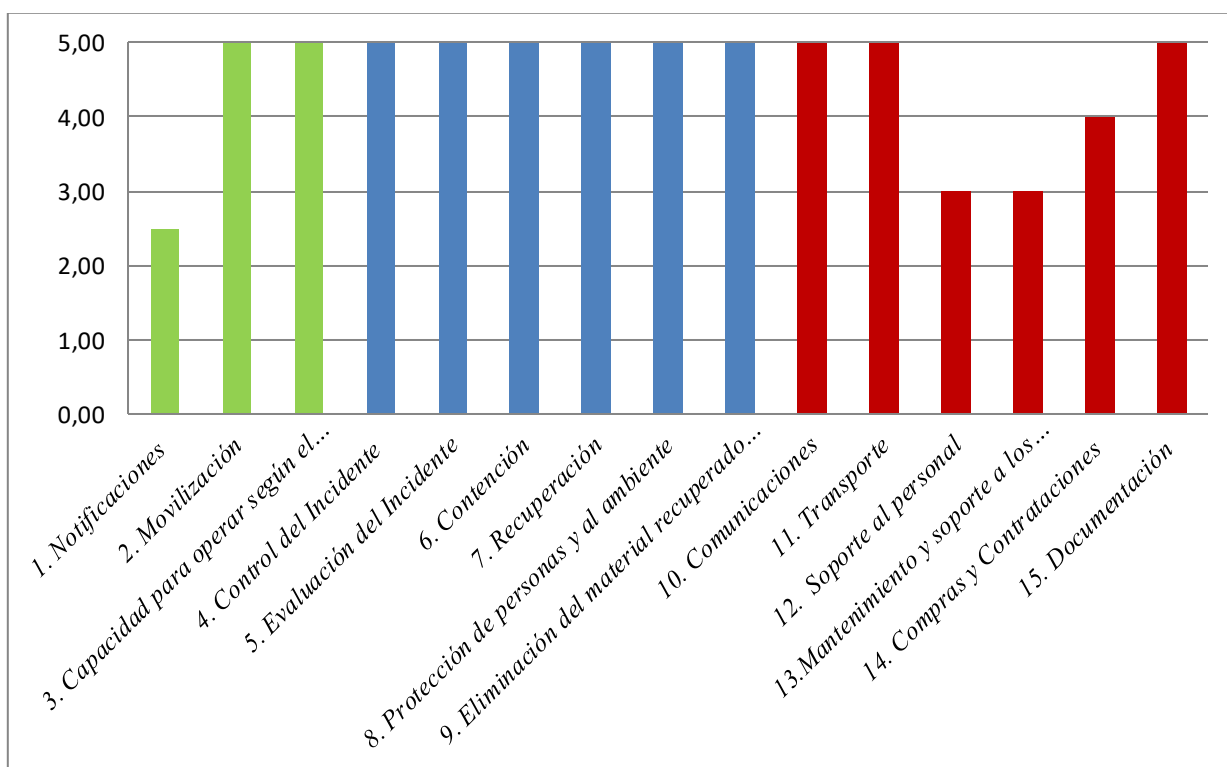


Figura 10. Resultados de la evaluación del ejercicio de emergencias nivel 2

3.7.1. El proceso de planificación de simulacros

El proceso se puede considerar como un proceso cíclico, integrado en el programa de simulacros general y vinculado con la planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos, como se ilustra en la Figura 11. Las cuatro fases del proceso de planificación de simulacros se definen de la siguiente manera (IPIECA, 2014):

Diseño: la fase de diseño establece los objetivos específicos y el alcance del simulacro y define el calendario necesario para completar el evento(IPIECA, 2014).

Desarrollo: la fase de desarrollo describe los pasos que se toman para crear el simulacro y para preparar en su totalidad y organizar, las actividades relacionadas. En esta fase se deben tomar en cuenta todos los asuntos públicos/aspectos de medios sociales del simulacro(IPIECA, 2014).

Conducción: la conducción del simulacro consta de la iniciación del ejercicio y su mantenimiento por medio de simulación, monitoreo, control y facilitación de actividades para asegurar que el simulacro se mantenga dentro de los parámetros del diseño. También involucra la documentación de las actividades de los participantes y la conclusión del simulacro(IPIECA, 2014).

Evaluación/revisión: la fase de revisión consta de la recopilación y el análisis de los datos, la documentación de los hallazgos y las recomendaciones para mejoras y asegurar la retroalimentación a la administración. A medida que se revisa y se actualiza el plan de contingencia para derrames de hidrocarburos, el programa de simulacros se ajusta de manera similar para considerar las lecciones aprendidas de simulacros anteriores(IPIECA, 2014).



Figura 11. Las cuatro fases del proceso de planificación de simulacros.(IOGP, 2014)

3.8. Paso ocho auditorías y revisión

La gestión de emergencias fue considerada dentro del programa de auditoría de seguridad y ambiente de la empresa., para ejecutar la auditoría se utilizó la Herramienta para la Evaluación de la Preparación ante Derrames de Hidrocarburos (RETOS) de ARPEL.

Los resultados obtenidos en la auditoría utilizando la herramienta RETOS se describen en la siguiente la Tabla 4 y Figura 12.

Tabla 4 Resultados del Análisis de Desempeño Global

<i>Categoría</i>	<i>Valor</i>
<i>Legislación, regulaciones y acuerdos</i>	85%
<i>Planificación de respuesta a derrames de hidrocarburos</i>	91%
<i>Coordinación de respuesta</i>	97%
<i>Salud, seguridad industrial y protección</i>	97%
<i>Respuesta operacional</i>	93%
<i>Seguimiento, evaluación y gestión de información</i>	82%
<i>Logística</i>	100%
<i>Consideraciones financieras y administrativas</i>	69%
<i>Entrenamiento y ejercicios</i>	96%
<i>Sostenibilidad y mejoramiento</i>	100%
Total	93%

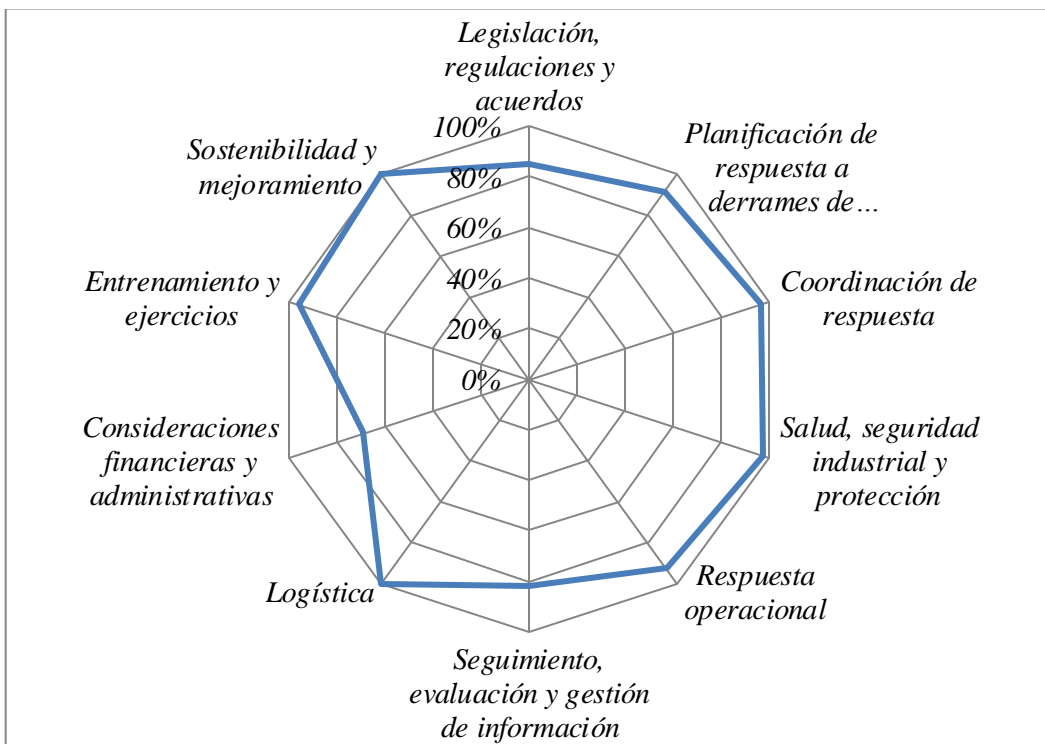


Figura 12. Resultados de la auditoria

La conclusión cualitativa es una puntuación basada en las calificaciones cuantitativas dadas a cada indicador de la herramienta RETOS, ARPEL ha establecido una expectativa de alto rendimiento para calificar la preparación de respuesta a derrames de hidrocarburos:

- **En desarrollo:** menos del 90% -
- **Logrado:** mayor o igual al 90%

Con el resultado cualitativo del 93% del cumplimiento del programa general podemos determinar que la empresa ha logrado una preparación para la respuesta de derrames de hidrocarburo

Las oportunidades de mejora identificadas durante la evaluación fueron gestionadas mediante un plan de acción para perfeccionar la preparación de la respuesta a derrames.

3.9. Paso nueve oportunidades de mejora

Los planes de respuesta y la documentación asociada se revisarán cada dos años para garantizar que estos sigan siendo efectivos y apropiados para la organización y sus riesgos, y para incorporar las lecciones aprendidas de anteriores incidentes y ejercicios. La frecuencia de la revisión se incluye en los diferentes planes.

Las circunstancias que provoquen revisiones y / o actualizaciones adicionales pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Cambios en los requisitos legales aplicables.
- Cambios en las actividades, procesos y / o ubicaciones.
- Resultados relevantes de las investigaciones de incidentes - "lecciones aprendidas" (eventos internos y externos).

- Revisiones o auditorías que identifican deficiencias y / u oportunidades de mejora.
- Identificación de la necesidad de cambios en la estructura organizacional.

La implantación del modelo de gestión de emergencias en la empresa aportó significativamente en la prevención, preparación, respuesta y recuperación del negocio, el registro de peligros y riesgos permitió tomar decisiones de inversión en estrategias de mantenimiento, formación, entrenamiento, y adquisición de nuevos equipos de respuesta ante emergencias, además se determinó cuáles son los posibles escenarios de accidentes mayores que pueden suscitarse en la empresa, sobresaliendo los incendios, explosiones y derrames de hidrocarburo.

Como resultados importantes de la debida gestión de peligros realizada en la empresa durante el año 2017 el Índice de Frecuencia de Accidentes IF fue cero, es decir no hubo accidentes personales con pérdida de jornadas de trabajo.

El disponer de herramientas para evaluar los ejercicios de emergencias y la capacidad de respuesta de la empresa fue de mucha utilidad, ya que sus resultados ayudaron a la organización a desarrollar planes de acción para corregir las oportunidades de mejora resultado de la verificación.

En la evaluación realizada a los ejercicios de emergencias se obtuvo buenos resultados, por cuanto el personal de respuesta a emergencias conocía sus roles y responsabilidades, gestionó correctamente los recursos, cumplió los procedimientos y protocolos, esto fue posible por el modelo de gestión de emergencias implantado

3. Conclusiones

1. Como resultado de la investigación bibliográfica analizada y la experiencia del autor en gestión de emergencias en la industria del gas y petróleo, es posible concluir que la gestión de emergencias en la industria del gas y petróleo es de vital importancia para minimizar daños, a personas, ambiente, continuidad de las empresas asegurando la capacidad de recuperación que una organización necesita para mantenerse operativa luego de tener un evento mayor en sus instalaciones.
2. La implantación de la guía resultado de esta investigación, consiguió que la empresa desarrolle un modelo de gestión de emergencias sistemático y dinámico acorde a los peligros de accidentes mayores identificados, de esta manera se minimizará las consecuencias de un evento no deseado en sus instalaciones.

4. Recomendaciones

1. Actualizar el registro de peligros y riesgo de forma periódica, o cuando exista un cambio en los procesos industriales que puede desencadenar en eventos mayores.
2. Es necesario desarrollar programas de capacitación continua a todos los niveles de la organización, garantizando el entendimiento y aplicabilidad del modelo de gestión de emergencias.
3. Realizar auditorías de la capacidad de respuesta de la empresa ante eventos mayores resultado de la identificación de peligros y riesgos.

5. Referencias bibliográficas

API. (2013). Guidelines for Offshore Oil Spill Response Plans Guidance for Offshore Oil and Gas Exploration , Production and Pipeline Facility Operators, (1145, September), American Petroleum Institute. [https://doi.org/American Petroleum Institute](https://doi.org/American%20Petroleum%20Institute)

BC OIL & GAS COMMISSION. (2016). Functional/Full Scale Exercise Audit Form, (2016), 19.

BC OIL & GAS COMMISSION. (2016). Tabletop Exercise Audit Form, (2016).

BC OIL & GAS COMMISSION. (2015). *Emergency Management Manual Victoria*.

BC OIL & GAS COMMISSION. (2017). incident-classification-matrix-sept-release-2017, (Sep-2017), 3.

BCOGC. (2016). Form A: Minor incident notification form. Retrieved from <http://www.bco.gc.ca/node/11188/download>

Cabinet Office, & BSI. (2011). *Crisis management - guidance and good practice*. Retrieved from <https://recoverydiva.files.wordpress.com/2016/05/pas-200.pdf>

California Department of Fish and Game Office of Spill Prevention and Response. (2010). Drills & Exercises and Evaluation Guidance Manual.

Centre, H. E. S. (2009). Emergency and Critical Incident Management Plan. Retrieved from <http://mounthawthornesc.com.au/wp-content/uploads/2017/03/Emergency-Critical-Incident-Management-Plan-MHESC-2017-2019.pdf>

Charlton, D. R., Sinclair, J. W., Sugawara, E., & Nikaido, H. (2014). Oil spill exercises
Good practice guidelines for the development of an effective exercise programme.
Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 58(12), 7250–7257.
<https://doi.org/10.1128/AAC.03728-14>

Emergencies, S., & An, D. (2012). Sample Emergency and Critical Incident Policy and
Procedure. Retrieved from http://pimg.mhcc.org.au/media/1469/sample-emergency-critical-incident_policy-and-procedure.pdf

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (2002). National Preparedness for
Response Exercise Program Guidelines.

Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2010). *Developing and maintaining
emergency operations plans. Comprehensive Preparedness Guide 101*. Retrieved from
https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1828-25045-0014/cpg_101_comprehensive_preparedness_guide_developing_and_maintaining_emergency_operations_plans_2010.pdf

FEMA. (n.d.). Phases of Emergency Management. Retrieved from
<https://www.hsd1.org/?view&did=488295>

FEMA (Federal Emergency Management Agency). (2010). National Incident Management
System (NIMS) Incident Command System (ICS) Forms Booklet, *FEMA 502-2*(Sep-
2010), 118. Retrieved from https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1922-25045-7047/ics_forms_12_7_10.pdf

- FEMA (Federal Emergency Management Agency). (1996). Guide for All-Hazard Emergency Operations Planning. Retrieved from <https://www.fema.gov/pdf/plan/slg101.pdf>
- Government of BC. (2002). *B.C. Guidelines for Industry Emergency Response Plans*. Retrieved from http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/spills-and-environmental-emergencies/docs/bc_guidelines_industry_emergency_response_plans.pdf
- Guard, U. S. C. (2006). *HOMELAND SECURITY INCIDENT MANAGEMENT HANDBOOK FOR DISTRICT / AREA*.
- Haigh, D. R. (2016). Disaster Management, 1–10. Retrieved from <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/>
- Herrmann, J. (2007). Disaster Response Planning & Preparedness: phases of disaster. *New York Disaster Interfaith Services (NYDIS)*, 4. Retrieved from <http://www.nydis.org/nydis/downloads/manual/>
- Iso. (2013). Emergency Drills & Exercises Operational Excellence Drill and Exercise Guide.
- Implantación, A. B. E., & Incidentes, R. A. (2014). Une-iso 22320 gestión de emergencias respuesta a incidentes aspectos básicos e implantación, 13.
- Institute, E. (n.d.). The Risk Assessment Matrix, (2008). Retrieved from https://publishing.energyinst.org/__data/assets/pdf_file/0018/3393/RAM-PDF-brochure-sample-pages.pdf

IOPG. (2014). *Oil Spill exercises* (Vol. 515).

IPIECA. (2000). Elección de opciones de respuesta a derrames para minimizar los daños, *Diez* (2000), 24.

IPIECA. (2014). Simulacros para derrames de hidrocarburos Guía de buenas prácticas para el desarrollo de un programa eficaz de simulacros, *Informe de*, 52. Retrieved from http://www.oilspillresponseproject.org/wp-content/uploads/2017/04/Oil-spill-exercises_SP_compressed.pdf

IPIECA. (2007). Guía para la preparación y respuesta escalonadas, *Catorce* (2007), 32.

IPIECA. (2002). Guía de seguridad para la respuesta a derrames de hidrocarburos, *Once* (2002), 36.

IPIECA. (2000). Guía para la planificación de contingencias ante derrames de hidrocarburos en agua, *Dos*(Marzo 2000).

Ipieca, D. E. (n.d.). Guía Para La Planificación De Respuestas a La Fauna Petroleada.

IPIECA. (2015). Contingency planning for oil spills on water. Good practice guidelines for the development of an effective spill response capability. Retrieved from <http://www.oilspillresponseproject.org/wp-content/uploads/2016/02/GPG-Contingency-Planning.pdf>

IPIECA/OGP. (2014). Incident management system for the oil and gas industry, Good practice guidelines for incident management and emergency response personnel. *International Association of Oil & Gas Producers, OGP Report*(August 2014), 56.

Retrieved from

http://oilspillresponseproject.org/sites/default/files/uploads/IMS_2014_LR.pdf

IPIECA-IOGP. (2015). Desarrollo de estrategias de respuesta usando el análisis de beneficio ambiental neto (ABAN). Retrieved from http://www.oilspillresponseproject.org/wp-content/uploads/2017/02/NEBA_SP.pdf

ISO. (2010). ISO 1544 Petroleum and natural gas industries— Offshore production installations— Requirements and guidelines for emergency response. *Order A Journal On The Theory Of Ordered Sets And Its Applications*, 2000.

ISO. (2015). ISO 13702 Petroleum and natural gas industries—Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations—Requirements and guidelines.

ISO 22398. (2013). ISO 22398:2013 Guidelines for exercises, (2013-09–15).

Lamarche, E. T. & A. (2017). *Manual ARPEL para evaluación de planes y preparativos para la respuesta a derrames de hidrocarburos V 2.1*. Retrieved from <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00394.pdf>

Malcolm E. Baird, Ph.D., P. . (2010). The “Phases” of Emergency Management, (January 2010). Retrieved from http://www.memphis.edu/ifti/pdfs/cait_phases_of_emergency_mngt.pdf

Marsh & McLennan. (2016). The 100 Largest Losses 1974-2015. *Texas: Marsh’s Risk Consulting Practice*, (March-2016).

Marsh & McLennan. (2011). The 100 Largest Losses 1972-2011, (February), 1–42.

Mohammadfam, I., Bastani, S., Esaghi, M., Golmohamadi, R., & Saeed, A. (2015).

Evaluation of coordination of emergency response team through the social network analysis. Case study: Oil and gas refinery. *Safety and Health at Work*.

<https://doi.org/10.1016/j.shaw.2014.09.004>

National Fire Protection Association. (2013). Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs. *An International Codes and Standards*

Organization, 1–66. Retrieved from

<http://www.nfpa.org/assets/files/AboutTheCodes/1600/1600-13-PDF.pdf>

NFPA. (2008). Nfpa @ 1561, (2008).

OSHA 3122-06R. (2004). *Principal Emergency Response and Preparedness*. Retrieved

from <https://www.osha.gov/Publications/osha3122.pdf>

PTTES SERVICES. (2015). ALARP (As Low As Reasonably Practicable), 18–19.

Rheinboldt, P. (n.d.). Bow-tie Risk Analysis. Retrieved from

<https://www.convencionminera.com/perumin31/encuentros/tecnologia/jueves19/0910-Paulo-Rheinbolt.pdf>

Standards, I. M. (2008). National Incident Management System (NIMS) Preparedness and

Incident Management Standards. *Management*. Retrieved from

[https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1624-20490-](https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1624-20490-8543/nims_guide_0005_prep_and_incident_management_standards_1_10_08.pdf)

[8543/nims_guide_0005_prep_and_incident_management_standards_1_10_08.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1624-20490-8543/nims_guide_0005_prep_and_incident_management_standards_1_10_08.pdf)

Susan Snedaker, MCSE, M. (2007). *Business Continuity & Disaster Recovery*.

<https://doi.org/10.1016/B978-1-59749-134-1.50025-6>

U.S. COAST GUARD. (2006). *INCIDENT MANAGEMENT HANDBOOK*. Retrieved from https://www.fws.gov/mountain-prairie/contaminants/USCG_IMH_8-06.pdf

U.S. Coast Guard, EPA, D. (2016). RESPONSE EXERCISE PROGRAM, 103.

US Chemical Safety and Hazard Investigation Board. (2016). Investigation Report - Executive Summary - Explosion and Fire at Macondo Well, 4, 24. Retrieved from http://www.csb.gov/assets/1/19/20160412_

US. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (2016). US. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY INCIDENT MANAGEMENT HANDBOOK INCIDENT COMMAND SYSTEM (ICS) REPORT OIL AND CHEMICAL SPILLS 1-800-424-8802 JANUARY 2016 EDITION, (JANUARY 2016), 405. Retrieved from https://emp.epa.gov/empadmin/dynamicContent/centralrepo/EMP/IncidentManagementHandbook_IMH.pdf

Wahle, T., Adams, O., Washington, R., Beatty, G., & Weston, R. F. (1993). A STEP-BY-STEP APPROACH TO EMERGENCY PLANNING, RESPONSE AND RECOVERY FOR COMPANIES OF ALL SIZES, (October 1993). Retrieved from <https://www.fema.gov/pdf/library/bizindst.pdf>

Walker, Konstantinidou, S., Contini, M., Zhovtyak, S., & Tarantola, E. (2017). Guidelines for the Assessment of Reports on Major Hazards based on the requirements of Directive 2013/30/EU Summary and highlights of the JRC training course under the Virtual Centre of Offshore Safety Expertise. Retrieved from http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC107405/training_booklet_guidelines_for_the_assessment_of_romh_-_final_-_online.pdf

William L., C. (2012). FEMA Incident Action Planning Guide. *Fema*.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>