

ESTUDIOS DE ANALISIS DE RIESGO

Autor: Hugo Daniel Mariani
Empresa: ERM Argentina S.A.

Sinopsis

El objetivo del presente trabajo es describir y brindar lineamientos básicos sobre las distintas metodologías de análisis de riesgo más comúnmente usadas. Se plantean las ventajas y desventajas de algunos métodos, y finalmente se describe particularmente el estudio denominado HAZID (HAZard Identification).

Asimismo, se pretende crear la motivación necesaria para profundizar en el conocimiento de este tipo de metodologías, y estimular su utilización al evaluar aspectos de la seguridad en operaciones e instalaciones industriales.

Introducción

La identificación de “que cosa es la que puede andar mal” es una etapa importante de un proceso de evaluación o análisis de riesgos. Los accidentes solo pueden ser prevenidos anticipándose a la forma en que estos pueden ocurrir. Virtualmente cualquier operación industrial en la que se utilice energía, maquinarias, productos químicos, etc., es potencialmente riesgosa, y los accidentes en el ámbito laboral, tales como caídas, electrocución, contacto con partes de equipos, etc., son comunes a la mayoría de las industrias. Sin embargo, los tipos de riesgos que más preocupan a los profesionales involucrados en un análisis o evaluación de los mismos, son los denominados Riesgos Mayores, tales como accidentes que pueden afectar a una parte considerable de la fuerza de tareas, e inclusive a terceros fuera de los límites de la planta o instalación.

Los métodos para la identificación de riesgos suelen estar basados en los principios de diseño, listados de verificación, buenas prácticas, experiencia y sentido común. Sin embargo, no siempre brindan un grado de exploración suficientemente comprehensivo de los escenarios donde existe la potencialidad para la ocurrencia de fallas.

Hay en la industria un creciente interés en la aplicación de enfoques más sistemáticos para la seguridad, particularmente en lo que respecta a diseños de plantas. Esta necesidad surge por los siguientes motivos:

- Nuevas tecnologías; nuevos productos; nuevos materiales
- Unidades de producción más complejas, de mayor tamaño y altamente integradas
- Legislación

Este último punto es particularmente importante en algunos países, especialmente aquellos de la Comunidad Europea, donde han sido desarrolladas regulaciones específicas raíz de accidentes mayores (p. Ej. Seveso, Piper Alfa)

Tampoco puede dejar de considerarse el aspecto económico, ya que los paros o salidas de servicio de grandes unidades de producción representan costos realmente elevados.

La identificación de riesgos involucra la consideración rigurosa de todas las situaciones en las que potencialmente exista la posibilidad de un daño, seguida por un análisis detallado de la combinación de secuencias de eventos que pueden transformar este potencial en un verdadero accidente.

Cuando nos referimos a grandes o mayores riesgos, existen tres aspectos para su identificación que deben ser considerados:

- i. Determinar si una operación o actividad dada tiene el potencial de originar una situación de riesgo mayor.
- ii. Determinar el rango de los eventos con riesgo mayor que esa operación o actividad puede presentar.
- iii. Identificar las rutas por medio de las cuales cada uno de esos eventos de riesgo mayor puede suceder (identificar potenciales escenarios de accidentes).

La identificación efectiva de riesgos depende en gran medida del grado de conocimiento y experiencia que tenga el grupo evaluador, y el uso de métodos sistemáticos hacen que ese conocimiento y esa experiencia sean adecuadamente aplicadas.

Las técnicas de Identificación o Análisis de Riesgos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- i. **Métodos Comparativos:** se basan principalmente en el conocimiento adquirido en base a la experiencia. Las listas de verificación (checklists) y los índices de riesgos son métodos comparativos.
- ii. **Métodos Fundamentales:** son formas estructuradas que ayudan a estimular a un grupo de personas a aplicar la previsión en conjunción con su conocimiento de las tareas, mediante la formulación de ciertas preguntas o el uso de palabras guía. Entre los ejemplos de este tipo de metodología se pueden citar los siguientes:
 - HAZOP (Hazard and Operability Studies) Estudios de Riesgo y Operabilidad
 - FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) Análisis de Modos de Falla y Efectos
 - Análisis de las Tareas
 - Análisis “What-If”
 - PHA (Preliminary Hazard Analysis) Análisis Preliminar de Riesgos
- iii. **Diagramas Lógicos de Falla:** son métodos que mediante gráficos representan la lógica de una falla (p.ej, Árboles de Falla y de Eventos).

Se describen a continuación algunas de las técnicas mencionadas anteriormente.

Listas de Verificación (Checklists)

Las Listas de Verificación representan una valiosa herramienta para la identificación de riesgos, y pueden haber sido creadas solamente en base a la experiencia o preparadas para un tipo de planta o instalación en particular luego de usar algunas de las técnicas antes mencionadas. Por ejemplo, pueden aplicarse los resultados obtenidos en un estudio de HAZOP y volcarse en una Lista de Verificación que luego será usada para la identificación de riesgos de una planta similar.

Una gran variedad de listas han sido desarrolladas para ser aplicadas en la industria química y de procesos, las cuales cubren la mayor parte de los aspectos de diseño, puesta en marcha, operación y cierre de las instalaciones.

Algunos aspectos cubiertos por las Listas de Verificación son los siguientes:

- Elección del lugar y layout del sitio;
- Procesos y materiales;
- Reacciones y condiciones de los procesos;
- Equipos;
- Almacenamiento y manipuleo de sustancias peligrosas;
- Manipuleo y remoción de residuos peligrosos;
- Diseños de Ingeniería;
- División del sitio en áreas;
- Protección contra incendios;
- Plan General para Emergencias.

Las Listas de Verificación pueden tomar también la forma de una serie de preguntas específicas para evaluar distintos aspectos de la planta, p.ej:

La modificación es compatible con la clasificación eléctrica de áreas??

La modificación alterará los requerimientos de venteo o alivio??

Si bien no se discute la utilidad de esta metodología, también es cierto que la mayoría de las listas poseen un valor relativo, ya que los ítems que no aparecen en las mismas suelen no ser tomados en cuenta y por consiguiente no son verificados. Por el contrario, si las listas pretenden ser suficientemente completas y abarcativas, se convierten en documentos voluminosos, que finalmente no son usados de manera apropiada.

Índices de Riesgo

Los Índices de Riesgo han sido diseñados para dar una indicación cuantitativa del potencial relativo para incidentes riesgosos asociados con una determinada planta o proceso. Ejemplos de estos Índices son el “Dow Index” y el “Mond Index”.

El “Dow Index”

También conocido como F&EI (Fire & Explosion Index) o “Índice de Fuego y Explosión”, fue desarrollado por “The Dow Chemical Company” para que sirviera de guía en la selección de métodos de protección contra incendios.

El “Dow Index” se computa mediante la aplicación de factores de riesgo empíricos, los cuales reflejan las propiedades del material en proceso, la naturaleza del proceso, el espacio libre entre los equipos de la planta y el buen juicio o sentido común del analista acerca de todos ellos. Este Índice se usa como criterio de selección de medidas preventivas y características de diseño de un rango de sistemas estandarizados. No otorga “créditos” por las medidas de seguridad que han sido o serán implementadas.

Hay tres factores principales que se usan para la determinación de este Índice:

- i. Factor relativo al material
- ii. Riesgos generales del proceso
- iii. Riesgos especiales del proceso

Posteriormente, una versión revisada de este Índice introdujo además un “Índice de Toxicidad” (TI), el cual se determina por separado.

El “Dow Index” categoriza a los riesgos como Leves, Moderados, Intermedios, Graves y Severos.

El “Mond Index”

Este Índice fue desarrollado por ICI como una expansión del “Dow Index” para incluir en mayor detalle los siguientes factores:

- i. Mayor consideración a las áreas de almacenamiento y de carga y descarga;
- ii. Efectos Tóxicos;
- iii. Características del diseño de la instalación (layout)

La principal diferencia entre ambos Índices (Dow y Mond) es que el “Mond Index” sí otorga créditos por las medidas de seguridad.

Estudios de Riesgo y Operabilidad (HAZOP)

HAZOP es una técnica que permite considerar de manera sistemática las desviaciones a la intención original o al diseño en un determinado proceso, mediante la aplicación de “palabras guía” tales como “MAS”, “MENOS”, etc. a los parámetros de ese proceso, y lograr de este modo identificar desviaciones no deseadas.

Es una metodología para la cual se requiere una sesión grupal con un conjunto multidisciplinario de participantes. La técnica es relativamente general y puede ser aplicada a una amplia gama de procesos de variada complejidad. Es muy utilizada para la identificación de riesgos, con aplicaciones en distintas ramas de la industria (química, petroquímica, petróleo y gas, etc.)

Las características más importantes de un estudio de HAZOP son las siguientes:

- Palabras Guía
- Desvíos de la Intención de Diseño
- Causas
- Consecuencias
 - Riesgos
 - Dificultades Operativas

La INTENCION define como debe funcionar un determinado equipo o parte del mismo, o como debe realizarse una operación.

Las PALABRAS GUIA son simples palabras que se usan para estimular a los participantes en el proceso de identificar diferentes desviaciones particulares.

Las DESVIACIONES son apartamientos de la intención, los cuales son descubiertos mediante la aplicación sistemática de las palabras guía.

Las CAUSAS son las razones por la cuales las desviaciones podrían ocurrir.

Las CONSECUENCIAS son los resultados de tales desviaciones.

La pregunta que puede surgir es: Porqué y Cuando conviene hacer un estudio de HAZOP?

HAZOP es una metodología que permite identificar problemas que puedan conducir a un evento riesgoso o a fallas de operabilidad en un sistema complejo.

HAZOP es esencialmente una primer etapa en un procesos de evaluación de riesgos, con el objetivo implícito de determinar *que es lo que puede andar mal*. Puede decirse que el método HAZOP es típicamente usado para:

- Evaluación del grado de adecuación del diseño, p.ej. en las etapas de diseño conceptual, preliminar y de detalle;
- Evaluación de grado de adecuación de la instalación de la planta o proceso;
- Evaluación de áreas con problemas;
- Evaluación de modificaciones en el diseño.

Las ventajas o beneficios de la aplicación de HAZOP son los siguientes:

- La identificación temprana de problemas al aplicarlo en la etapa conceptual del diseño;
- El examen detallado de los riesgos y los problemas de operabilidad cuando se aplica en la etapa de detalle, con resultados tales como las mejoras de diseño antes de la compra de equipos, construcción y comisionado de la instalación;
- Estimula la creatividad en la evaluación conceptual del diseño;

- Ocasiona reducción significativa en los costos del proyecto;
- Identifica la necesidad de procedimientos de emergencia para mitigar efectos adversos;
- Identifica las necesidades para la implementación de procedimientos de puesta en marcha, operación y mantenimiento seguros y confiables;
- Provee información esencial con respecto a los riesgos identificados y sobre la efectividad de los sistemas de seguridad.

Las ventajas de esta técnica no radican solamente en que es flexible y genérica, sino en la forma en que convencionalmente se aplica, es decir, en sesiones grupales, donde un grupo multidisciplinario de expertos realiza una “tormenta de ideas” sobre “Qué es lo que puede andar mal?”. Este entrecruzamiento de ideas y opiniones es lo que nutre esta técnica, logrando que se identifiquen los problemas que de otra manera podrían pasar desapercibidos hasta que se produjera una falla o accidente.

Los reportes de HAZOP pasan a formar parte integral de los registros de seguridad de la planta, y podrán ser utilizados y actualizados antes de algún cambio de diseño o modificaciones en las instalaciones.

Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA)

La confiabilidad de los equipos puede afectar la disponibilidad de una planta industrial, y está directamente relacionada con la performance y la seguridad de la planta. Mediante el análisis FMEA, la causa del riesgo es evaluada desde el punto de vista del conocimiento de las fallas de los equipos y de los modos de error. Los efectos de esta falla son posteriormente examinados en detalle.

El enfoque básico adoptado al encarar un estudio de esta naturaleza, es considerar todas las causas o modos de falla de cada elemento de un sistema, y luego registrar todos las posibles consecuencias o efectos de cada escenario de falla.

Al igual que el HAZOP, el estudio de FMEA brinda una estructura para elaborar preguntas del tipo “What if??? Que pasa si....?”, y de esta manera examinar el sistema en forma exhaustiva.

Las etapas claves al desarrollar un estudio FMEA son:

- i. Identificar el sistema en estudio; los límites físicos de nuestro sistema necesitan estar definidos.
- ii. Definir los objetivos del estudio; esto incluye definir las razones por la cual se lleva a cabo el estudio, y cual es exactamente el resultado requerido del estudio.
- iii. Definir sub-sistemas separados para estudios FMEA individuales. Se debe ser cuidadoso al elegir los sub-sistemas, y el orden en que estos son evaluados es también importante.
- iv. Identificación de los modos de falla y sus causas y efectos, como así también la secuencia en que estos pueden ocurrir.

Usualmente es necesario identificar aquellas áreas que son críticas desde el punto de vista de su confiabilidad. Es aquí donde aparece el “Análisis de Criticidad”. Esto involucra la categorización de las fallas por sus efectos, estimando además la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de cada modo de falla. Esta información puede luego ser usada como una ayuda en la toma de decisiones sobre que acciones correctivas implementar, determinando las prioridades para esta tarea, y estableciendo una demarcación clara sobre cuales son los riesgos aceptables o inaceptables.

Es posible entonces especificar un nivel de severidad y una probabilidad de ocurrencia (cualitativa o cuantitativa) para cada modo de falla identificado. Esta combinación de resultados puede expresarse de manera conveniente en una “Matriz de Criticidad”, que resulta una herramienta muy útil al realizar este tipo de estudios.

Frecuentemente un estudio de FMEA se combina con un análisis de criticidad, y se lo define entonces como FMECA (Failure Mode Effects and Criticality Análisis).

Análisis mediante Árbol de Fallas

La técnica del Árbol de Fallas es una de las más usadas para estimar la frecuencia de ocurrencia de eventos no deseados en sistemas con varios componentes. Es una técnica en la cual muchos eventos que interactúan para producir otros eventos pueden ser relacionados mediante el uso de simples relaciones lógicas (Y, O, etc.); estas relaciones permiten la construcción de una estructura lógica que permite modelar los modos de falla de un sistema.

El Análisis del Árbol de Fallas se lleva a cabo después que los eventos de falla no deseados son identificados por medio de un ejercicio de identificación de riesgos. Es importante considerar la elección de los eventos a incluir en un determinado árbol de fallas, como así también los diferentes árboles a construir para los diferentes escenarios de eventos.

Existen algunos problemas más comunes a este tipo de análisis, como ser:

- No se incorporan todos los eventos significativos;
- La construcción del árbol de fallas puede ser pobre o incompleta;
- Puede existir inconsistencia en las unidades consideradas;
- Errores en la cuantificación de los eventos más significativos;
- Modos de efectos comunes.

Si se realizó previamente un ejercicio de identificación de riesgos (HAZOP, HAZID, FMEA), ocurre con frecuencia que durante un análisis de Árbol de Fallas se descubren escenarios de falla adicionales. Los tipos de los nuevos modos de fallas que son encontrados son con frecuencia eventos con combinaciones múltiples, algunas veces incluyendo modos de efecto comunes. Estos tipos de escenarios de falla no suelen ser identificados con las metodologías de identificación de riesgos más habituales.

Descripción detallada de la metodología HAZID

Desarrollo

El método HAZID (HAZard IDentification) es un estudio formal para la identificación de peligros y riesgos, como así también los controles requeridos en una operación o instalación, y la evaluación de la aceptabilidad de dichos riesgos utilizando métodos tanto cualitativos como cuantitativos. Por medio de esta técnica se identifican las medidas a ser adoptadas para reducir o eliminar todo riesgo que no es considerado aceptable. Los estudios HAZID proveen un entorno en el que las personas pueden utilizar su experiencia y habilidades para evaluar riesgos o problemas operacionales que pueden llegar a generarse. Es un acercamiento sistemático, considerando cada línea, modo de operación y tipo de riesgo, minimizando las posibilidades de soslayar o pasar por alto problemas.

Al realizar un estudio HAZID, el estado de desarrollo del proyecto es esencial, debido a que se deberá alcanzar un equilibrio para determinar si es apropiado llevar a cabo un estudio suficientemente temprano para afectar las decisiones que serán tomadas o si es preferible esperar a un estudio posterior, cuando haya más información disponible. Es por esto que hay dos tipos de HAZID:

- **Conceptual:** Este estudio describe y analiza conceptos tales como características físicas, socio-económicas, accesibilidad, etc. de la localización donde se llevará a cabo el proyecto, como así también una descripción general de las tareas involucradas. Es, por lo tanto, una descripción global del alcance del trabajo y su realización es en las etapas iniciales del proyecto. Este estudio es diseñado para aplicarse en las primeras etapas de un proyecto para identificar todos los riesgos sistemáticos asociados a las instalaciones o la actividad. Este tipo de HAZID esta basado en aspectos correspondientes al “Checklist” (Anexo I). Como éste es un estudio inicial, la información disponible es mínima, aunque ciertos documentos son considerados de mucha utilidad, como ser:
 - Notas de iniciación del proyecto.
 - Planes de Desarrollo de campo.
 - Legislación aplicable.
 - Regulaciones ambientales.
 - Estándares de la Compañía de relevante aplicación
 - Política operativa de la compañía
- **Detallado:** Un HAZID detallado se realiza cuando el proyecto se encuentra en las etapas en las que el diagrama de proceso se ha desarrollado, como así también un inventario de los riesgos y parámetros que describen las actividades consideradas y los métodos con los cuales se llevarán a cabo. Los estudios HAZID son particularmente útiles cuando los equipos, procesos o planta han variado de su diseño original.

HAZID detallado para una actividad:

En un HAZID detallado para una actividad (por ejemplo, sísmica, perforación, instalación o actividad constructiva), junto a la lista de documentos referidos con anterioridad, se suma la siguiente información que debe ser analizada:

- Planos de localización
- Alrededores geográficos
- Planos de la planta, distribución especial de equipos
- Secuencia general de las operaciones, cronogramas (la introducción de tareas y sub-tareas provenientes de estudios previos es muy útil).

- Procedimientos operativos
- Esquemas de equipos, gráficos operativos
- Gráfico de organización operativa
- Gráfico del movimiento de los equipos dentro del ámbito de trabajo
- Rutas de evacuación
- Borrador del plan de contingencias

HAZID detallado para una instalación:

Este tipo de estudio es particularmente útil cuando se consideran aspectos fuera del proceso en sí mismo, tanto de seguridad como ambientales, con respecto a operaciones y procesos a llevar a cabo en la instalación.

A diferencia del HAZID conceptual, en este caso hay información lo suficientemente significativa, cuyos documentos más relevantes son los siguientes:

- Diagrama de flujo.
- Balances de masa para cada diseño opcional.
- Planos de la planta.
- Descripción de los procesos incluyendo todas las operaciones proyectadas.
- Descripción del proyecto, incluyendo todas las opciones, problemas de ciclo de vida y flexibilidad planificada de la planta.
- Política de seguridad.
- Política preliminar operativa.

El tiempo para llevar a cabo un HAZID resulta crítico para maximizar los beneficios. Inevitablemente, un HAZID resultará en cambios de diseño u operaciones. El tiempo es requerido para implementar cambios, por consiguiente el momento óptimo para realizar un HAZID es al comienzo del diseño detallado de procesos y operaciones. Puede proporcionar así una herramienta valiosa en el planeamiento del proceso.

El método del estudio es una combinación de la identificación y análisis de los riesgos contemplados en un “Checklist” (Anexo I) y las conclusiones arribadas luego de un torbellino de ideas. El “Checklist” se divide en cuatro secciones principales:

- Sección 1: Riesgos Externos y Ambientales
- Sección 2: Riesgos de la Instalación
- Sección 3: Riesgos a la Salud
- Sección 4: Problemas de Implementación del Proyecto.

Un HAZID es llevado a cabo por un equipo, donde, luego de una “tormenta de ideas”, se identifica, evalúa y se proponen medidas preventivas para minimizar tanto las consecuencias que pueden llegar a generarse de incidentes, como así también las posibilidades de que tal incidente se lleve a cabo. El equipo variará dependiendo del tema del HAZID, pero siempre tendrán que participar representantes de los departamentos de diseño, ingeniería, operaciones, calidad y salud e higiene. También será valiosa la participación de especialistas de subcontratistas y proveedores.

Un coordinador independiente y experimentado en HAZID es beneficioso para que el equipo siga correctamente el procedimiento. Idealmente el coordinador no debería estar involucrado de manera cercana con el diseño o aspectos operacionales del proyecto, de manera tal de asegurar objetividad. El coordinador promoverá la discusiones cuando sea necesario, dejando que los miembros del equipo puedan arribar a soluciones. Si no se arriba a soluciones en forma inmediata, se toma nota del problema para que, con posterioridad, se tomen las acciones correspondientes.

La secuencia de pasos a seguir es la siguiente:

Tabla 1. Diagrama de Flujo del HAZID

ACCIÓN		Gerente del Proyecto	Coordinador del HAZID	Equipo HAZID
1	El Gerente del Proyecto decidirá si es necesaria la implementación del HAZID.	●		
2	El Gerente del Proyecto completará el formulario del HAZID (Descripción de actividad).	●		
3	Se designa el equipo HAZID y el Coordinador.	●	●	●
4	Cada paso será evaluado de acuerdo a sus riesgos asociados y efectos potenciales para: A-Personas, B-Medio Ambiente, C-Económico cuando sea relevante.			●
5	Evaluar el Nivel de Riesgo SIN medidas de control, utilizando las tablas de probabilidad y consecuencias.			●
6	Asignar un color: verde (Riesgo Bajo), Amarillo (Riesgo Medio), Rojo (Riesgo Alto).			●
7	Adopción de medidas / acciones de control para cada riesgo actual y potencial.			●
8	Los BSR (Requerimiento Básicos de Seguridad) son agregados para reducir aún más los riesgos.			●
9	El Riesgo Residual es re-evaluado para asegurar que se ha reducido el riesgo a un nivel aceptable.			●
10	Las medidas / acciones de control son adoptadas en un marco de tiempo previamente aceptado.		●	
11	El Gerente del Proyecto monitorea las medidas / acciones para asegurar que se implementen correctamente.	●		

El coordinador facilitará el estudio, soportará al equipo en los objetivos y metodología y los guiará a través de las etapas y también a producir el informe. El HAZID deberá revisar y evaluar cada etapa de las fases del proyecto y ser lo suficientemente detallado para identificar todos los

riesgos.

Beneficios:

- Utilización de experiencia combinada de diferentes miembros en una manera constructiva.
- Interacción temprana entre diseño y el personal usuario final.
- Acercamiento sistemático a la identificación de riesgos, amenazas y a la reducción de los mismos.
- Confirmación de la aptitud de los equipos para su propósito – equipamiento no esencial es eliminado en la etapa de diseño.
- Establecimiento de fundamentos que permitan un diseño detallado para proceder en una correcta dirección.
- Ofrece beneficios demostrados en la reducción de tiempos de puesta en marcha (commissioning) y retrasos en la movilización.

Determinación de Niveles de Riesgo

El proceso para determinar Niveles de Riesgos es el siguiente:

- Si sale mal, cuán serio será? (*consecuencia*).
- Cuál es la probabilidad de que salga mal? (*probabilidad*).
- El Nivel de Riesgo es una combinación de estos dos criterios.

$$\text{RIESGO} = \text{CONSECUENCIA} \times \text{PROBABILIDAD}$$

Consecuencias

Al analizar las consecuencias, deben entrar en consideración los siguientes factores:

- **Seguridad.** Lesiones a personas, grado de las mismas, e.j. fatal, mayor, menor.
- **Ambientales.** Pérdida de contención, grado del mismo, e.j. mayor, serio, menor.
- **Operativas.** Daño a la planta o equipos, y grado del mismo, e.j. pérdida total, mayor, menor.

A continuación, la *Tabla 2 - Consecuencias* muestra las descripciones de las consecuencias con un valor numérico asignado (el valor más alto siempre será aplicado).

Tabla 2: Consecuencias

Valor	Descripción	Seguridad Pérdida de vida	Medio Ambiente Pérdida de contención	Operativo Pérdida de planta o equipo
5	Catastrófico	Múltiples muertes	Pérdida mayor de contención con escapes severos al ambiente.	Pérdida de activos. Abandono de recipientes. Pérdida de estructura.
4	Severo	Posibles muertes. Múltiples heridas severas.	Pérdida de contención con escapes severos al ambiente.	Daño severo a los activos / pérdida de operaciones.
3	Significante	Posibles heridas severas. Múltiples heridas menores.	Pérdida de contención con escapes significantes al ambiente.	Daño significativo a equipos / retraso de varios días en las operaciones.
2	Menor	Posibles heridas menores.	Pérdida de contención con escapes menores al ambiente.	Daño menor a equipos / retraso hasta un día en las operaciones.
1	Insignificante	Improbables heridas personales	Pérdida de contención sin escape al ambiente.	Daño menor a equipos / No hay retraso en las operaciones.

Probabilidad

Al juzgar la probabilidad, (posibilidad de que algo salga mal) los factores en la *Tabla 3 - Probabilidades* debe ser considerada en función al daño hipotético.

Tabla 3. Probabilidades

Valor	Descripción	Definición
5	Frecuente	Un evento común que es probable que ocurra una vez por año o más.
4	Probable	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
3	Posible	Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
2	Improbable	Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
1	Altamente improbable	Un evento posible pero nunca experimentado. Hay extremadamente remotas posibilidades de que ocurra.

Nivel de Riesgo

El Nivel de Riesgo es el producto de la consecuencia multiplicada por la probabilidad. El resultado será un valor entre 1 y 25 y que se puede observar en la *Tabla 4 - Matriz de Nivel de Riesgo*.

Tabla 4: Matriz de nivel de riesgo

Consecuencia ↓					
5 Catastrófico	5	10	15	20	25
4 Severo	4	8	12	16	20
3 Significante	3	6	9	12	15
2 Menor	2	4	6	8	10
1 Insignificante	1	2	3	4	5
Probabilidad →	1 Altamente Improbable	2 Improbable	3 Posible	4 Probable	5 Frecuente

Luego de determinar el Nivel de Riesgo y adoptar las medidas necesarias para reducir los mismos, el proceso descrito con anterioridad deberá reiterarse, obteniendo una evaluación de Riesgo Residual. El Riesgo Residual para cada acción deberá ser menor que el previamente calculado. Si éste no es el caso, el estudio deberá ser revisado.

Criterios de Aceptabilidad

Los riesgos son categorizados como altos, medios o bajos, dependiendo del valor obtenido al multiplicar consecuencia por probabilidad. Cuanto más alto es el valor obtenido, más alto el riesgo de aceptabilidad para el riesgo. La aceptabilidad para las categorías de riesgos es explicada en la *Tabla 5 - Criterios de Aceptabilidad*.

Tabla 5. Criterio de Aceptabilidad

15-25	ALTO RIESGO Las operaciones no deben continuar. Se deben desarrollar métodos alternativos para la reducción de riesgos.
8-12	MEDIO RIESGO Pueden ser necesarias algunas consideraciones. Recomendación de aplicación de medidas de reducción de riesgos y/o planes de contingencias.
1-6	BAJO RIESGO Las operaciones pueden continuar sin mayores controles. Considerar relaciones costo beneficio que se puedan alcanzar.

Medidas de Reducción de Riesgos

Los riesgos categorizados como altos estarán sujetos a medidas de reducción de riesgos y a la introducción de controles para reducir los riesgos a un nivel aceptable.

Las medidas preventivas adicionales deberán también ser contempladas para riesgos categorizados como medios.

Los riesgos categorizados como bajos no requerirán la implementación de medidas.

Jerarquía de las Medidas de Reducción de Riesgos

El proceso de reducción de riesgos implica la adopción de medidas necesarias en orden descendente como se indica a continuación:

Tabla 6. Medidas de Reducción de Riesgos

1	Eliminación del riesgo removiendo la amenaza – eliminar del diseño la fuente del problema.
2	Reducir el riesgo sustituyéndolo por un proceso, actividad o sustancia menos riesgosa.
3	Aislar a través de controles efectivos (por ejemplo delimitar del peligro, retirar a la persona expuesta al riesgo, reducir su exposición, etc.). Considerar la posibilidad de separación entre componentes de un equipamiento o entre instalaciones.
4	Instalar elementos de protección como por ejemplo paradas de emergencia, sensores, microswitches, etc.
5	Implementar Permisos de Trabajo Seguro, reglas especiales y procedimientos para controlar los riesgos.
6	Proporcionar supervisión apropiada, con adecuado entrenamiento, instrucción e información relevante.
7	Proporcionar Elementos de Protección Personal sólo como última medida y como soporte de las medidas de control previamente mencionadas.

Todas las acciones para reducir los riesgos deberán estar claramente especificadas (p.ej. en la sección de acciones de los respectivos formularios) y asignados a una persona responsable para su implementación.

Requisitos Básicos De Seguridad (BSR)

Luego de analizar y evaluar cada riesgo, se deben tomar una serie de medidas. La aplicación de las medidas implica uno o más BSR, que pueden dividirse en los siguientes tipos:

- Procesal.
- Entrenamiento / Capacitación.
- Elementos de Protección Personal.

Los BSR son referidos usando los siguientes códigos:

1. Permisos de Trabajo Seguro
2. EPP Básicos
3. Protección ocular
4. Chaleco salvavidas
5. Arnés
6. Aislación eléctrica
7. Aislación Mecánica
8. Protección química
9. Equipo autónomo para respiración
10. Entrenamiento
11. Inspección
12. Comunicaciones
13. Control de incendio
14. Bote rápido de rescate *
15. EPP resistentes al agua *
16. Protección climática
17. Familiarización
18. Otros (referir a palabra guía)

* (solo para actividades Off Shore)

Documentación de la Evaluación

Todos los pasos de la evaluación de riesgos serán documentadas utilizando el formulario específico. Todos los informes deberán estar disponibles para todo el personal involucrado en las operaciones o actividades relacionados.

La Tabla 7 presenta un ejemplo del formulario de documentación del estudio, e incluye un ejemplo tomado de un caso real

Tabla 7. Formulario y Ejemplo HAZID

	Hazard Identification Study (HAZID)	08/08/2005 Page
--	--	--------------------

HAZID Team Members:							Date: 23/02/2005			Ref. No.:			
Project Name and Scope: Offshore Seismic Survey – Routine Hazards					Location: Gulf of Somewhere			Equipment or facility: Platform					
Pre-assessment on-site inspection carried out? Yes No				Date:			Evaluated by:						
No.	Activity Description (Routine hazards)	Hazards Identified	Hazard Effect	Level of Risk			Control Measures	BSR	Residual Risk			Action by:	Date:
				Cons.	Prob.	Color			Cons.	Prob.	Color		
1													
	Drownings	MOB	Loss of personnel, injuries and death	4	4		MOB specific procedures under the SLB HARC management system						
2													
	Drownings	Heli-transport	N/A										
3													

	Trips & falls	Injuries	3	4	Procedures + ongoing training courses + individual certificates							
4												
	Working aloft	Injuries	3	4	Procedures + ongoing training courses + individual certificates							
5												
	Lifting & handling, back injuries, ergonomics	Cranes	Human health risk	4	4	Procedures + ongoing training courses + individual certificates						
6												
	Lifting & handling, back injuries, ergonomics	Moving platforms, etc.	loss of equipment and injuries	4	4	Procedures + ongoing training courses + individual certificates						
7												
	Lifting & handling, back injuries, ergonomics	Pull cords	loss of equipment and injuries	4	4	Procedures + ongoing training courses + individual certificates						
8												
	Falling & moving objects	Rotating equipment	loss of equipment and injuries	4	4	Procedures + ongoing training courses + individual certificates						
9												

	Falling & moving objects	Carrying objects	loss of equipment and injuries	4	4		Procedures + ongoing training courses + individual certificates					
10												
	Falling & moving objects	Radar	loss of equipment and injuries	4	2		Procedures + ongoing training courses + individual certificates					
11												
	Falling & moving objects	Opening doors	Injuries	3	4		Procedures + ongoing training courses + individual certificates					
12												
	Objects into eyes	Operations	Injuries	3	4		Procedures + ongoing training courses + individual certificates					
13												
	Objects into eyes	Chemicals	Injuries	4	4		Procedures + ongoing training courses + individual certificates					
14												
	Objects into eyes	Batteries	Injuries	4	4		Procedures + ongoing training courses + individual certificate					
15												

	Accommodation	Moving platform	N/A											
16														
	Accommodation	Escape Rout	Panic and injuries	5	2		Procedures + ongoing training courses + individual certificates							
17														
	Accommodation	Ventilation	Sickness and disease	4	2		Procedures + ongoing training courses + individual certificates							
18														
	Accommodation	Lighting level	Fatigue and disease	2	2		Procedures + ongoing training courses + individual certificates							
19														
	Kitchen & catering	Gas	N/A											
20														
	Kitchen & catering	Hypothermia	Hypothermia	4	2		Reverse door closening system. Internal alarm on the refrigerator							
21														

	Kitchen & catering	Asphixiation	Death	4	2	Galley crew is a part of the First Aid Group and know how to deal with this issue						
22												
	Kitchen & catering	Ventilation	Sickness and disease	2	2	Risks from oily roofs are covered and once every week are cleaned from oils						
23												
	Kitchen & catering	Hygiene	Infection and intoxication	5	2	Cross audits and inspections						
24												
	Confined & restricted spaces	Methane	Death and explosion	5	3	Existing procedures for the working in safe areas and for activities under the SLB HARC management system						
25												
	Confined & restricted spaces	Toxic & explosive gas	Death and explosion	5	3	Existing procedures for the working in safe areas and for activities under the SLB HARC management system						
26												
	Journey management	Management	Loss of control and delay of operation	5	2	Specific policy and procedures existing						
27												

	Journey management	POB records	uncontrolled passengers	3	2		Specific policy and procedures existing							
--	-----------------------	-------------	----------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Anexo I: Checklist

El listado que se encuentra a continuación detalla los mayores riesgos identificados en estudios de HAZID realizados previamente. No es totalmente exhaustivo, y deberá ser actualizado constantemente con retroalimentación de los usuarios para mantener una versión de trabajo más efectiva. Ciertas secciones del checklist son aplicables para estudios conceptuales o conjuntos. Dichas secciones son las que se muestran con un asterisco (*) en la lista.

Las principales categorías son las siguientes:

Sección 1: Riesgos Externos y Ambientales *

- Riesgos naturales o ambientales
- Riesgos antrópicos
- Efectos del establecimiento en los alrededores
- Infraestructura
- Daño ambiental

Sección 2: Riesgos de las instalaciones

- Métodos de control/ Política
- Riesgo de incendio y explosión
- Riesgo de proceso
- Sistemas de utilidad
- Riesgo de mantenimiento
- Instalaciones existentes / en construcción

Sección 3: Riesgo a la salud *

- Riesgo a la salud

Sección 4: Problemas de Implementación del Proyecto *

- Estrategia de contratación
- Identificación y manejo de riesgos
- Plan de contingencia
- Capacidad

Bibliografía:

1. Technical Instructions for Safety and the Environment – Repsol YPF – 2003
2. Hazards Register Model – ERM Iberia – 2005
3. Process Safety Management – ERM Inc. – 2004
4. Hazard Identification Techniques – ERM Australia – 2005
5. General Risk Training - ERM Australia – 2005

Currículum Vitae
Hugo Daniel Mariani
ERM Argentina S.A.

Hugo D. Mariani es Ingeniero Electromecánico egresado de Universidad de Buenos Aires, y Especialista en Higiene y Seguridad de la Universidad de Morón. Se desempeña actualmente como Gerente de Práctica en ERM Argentina S.A.

Es responsable de coordinar las actividades de Salud y Seguridad de ERM Argentina y de ERM LAC (Latino América y Caribe). Además del área de Salud y Seguridad, desarrolla actividades de ingeniería, diseño, supervisión de montaje y operación de equipos para la remediación de suelos y aguas subterráneas.

Dentro de sus actividades profesionales, realiza la supervisión de proyectos de normalización ambiental en predios industriales. Como Auditor Líder de Higiene y Seguridad participa en auditorías de cumplimiento legal y técnico en plantas industriales, grandes proyectos y obras de envergadura.

Es miembro del COPIME (Consejo de Profesionales de Ingeniería Mecánica y Electricista) y está inscripto en el Registro de Profesionales Universitarios en Higiene y Seguridad en el Trabajo.