

# HAZOP

## como metodología de análisis de riesgos

Por Pablo Freedman, TECNA S.A.

Toda operación productiva tiene riesgos, y si bien éstos no pueden ser eliminados completamente, hay técnicas que permiten identificarlos, acotarlos y minimizarlos.

Las metodologías de análisis de riesgos, conocidas generalmente como PHA (*Process Hazards Analysis*), se están convirtiendo rápidamente en un estándar de la industria a nivel mundial.

Algunas metodologías PHA se utilizan para *identificar riesgos* (métodos cualitativos) y otras para *evaluar riesgos* (generalmente de naturaleza cuantitativa). En este artículo trataremos exclusivamente al HAZOP como método PHA para identificar riesgos.

La técnica del HAZOP fue desarrollada en el Reino Unido en la década del 60, por la compañía Imperial Chemical Industries en el estudio de procesos químicos. Las demás metodologías de análisis de riesgos han surgido a partir de ésta.

Las metodologías disponibles para realizar los estudios de identificación de riesgos son: *What-If*, *Check List*, *What-If / Check List*, FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*), PHA (*Preliminary Hazards Analysis*) y HAZOP (*Hazards and Operability Analysis*).

La selección de la técnica PHA de identificación de riesgos a aplicar se realiza en función del propósito del análisis, resultados deseados, información disponible, complejidad de la instalación, etapa del desarrollo de la

instalación y otros factores.

De todas las metodologías, el HAZOP es el método más completo y riguroso por lo que es generalmente la técnica preferida por las empresas.

El análisis de HAZOP se basa en identificar cuatro elementos clave:

1. La fuente o **causa** del riesgo.
- 2 La **consecuencia**, impacto o efecto resultante de la exposición a este riesgo.
3. Las **salvaguardas** existentes o controles, destinados a prevenir la ocurrencia de la causa o mitigar las consecuencias asociadas.
4. Las **recomendaciones** o acciones que pueden ser tomadas si se considera que las salvaguardas o controles son inadecuados o directamente no existen.

### Objetivo

El objetivo de la técnica de HAZOP es identificar los potenciales riesgos en las instalaciones y evaluar los problemas de operabilidad. Aunque la identificación de riesgos es el objetivo principal del método, los problemas de operabilidad deben ser revelados cuando éstos tienen impacto negativo en la rentabilidad de la instalación o conducen también a riesgos.

Se determinan así los escenarios peligrosos para el personal, instalaciones, terceras partes y medio ambiente, y las situaciones que derivan en una pérdida de producción.



Pablo Freedman

### Concepto

El estudio de HAZOP se basa en analizar en forma metódica y sistemática el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones riesgosas.

Se enfoca en determinar cómo un proceso puede apartarse de sus condiciones de diseño y sus condiciones normales de operación, planteando las posibles desviaciones que pudieran ocurrir.

Es un trabajo de equipo realizado por un grupo multidisciplinario de expertos que involucra un "brainstor-

ming” o tormenta de ideas, coordinado por un especialista de HAZOP. El método se apoya en la pericia de los miembros del equipo y su experiencia anterior en instalaciones similares.

Para cada riesgo identificado, se determina su probabilidad y severidad de ocurrencia y se realizan recomendaciones para mitigar o eliminar dichas situaciones peligrosas.

La técnica del HAZOP es el método disponible de análisis de riesgos más riguroso, pero no puede proporcionar la seguridad completa de que todos los riesgos han sido identificados ya que el resultado del estudio depende fundamentalmente de la performance del equipo.

*El HAZOP es un trabajo de equipo y el éxito o fracaso del mismo es de “todo el equipo”.*

### **Campo de aplicación**

Se puede aplicar indistintamente a todo tipo de instalaciones ya sean nuevas, existentes o en casos de modificaciones de unidades en operación.

En el caso de nuevas instalaciones, el estudio se puede realizar en cualquiera de las etapas del proyecto, como ser: diseño conceptual, durante la ingeniería básica o de detalle, o antes de la puesta en marcha. Se deberá tener en cuenta que los cambios resultantes del análisis van a tener distinto impacto en función del grado de avance del proyecto. Por lo tanto, es aconsejable realizarlo en una etapa temprana del proyecto una vez que estén definidos los ítem relevantes.

También es posible utilizar una metodología menos rigurosa de análisis de riesgo en la etapa conceptual del proyecto de modo de encontrar los riesgos más importantes en un período corto de tiempo y luego realizar un HAZOP cuando la ingeniería básica esté avanzada.

Es aconsejable que el estudio de HAZOP se repita varias veces durante la vida útil de una instalación sobre todo antes de realizar cualquier modificación al proceso.

### **Documentación necesaria para realizar el estudio**

La información fundamental requerida para realizar un HAZOP, y sin la cual este estudio no puede realizarse, son los Diagramas P&ID’s, Diagramas de Proceso, Plot Plan de la instalación y la Descripción del Proceso/Filosofía de Operación. Como información soporte se recurre a las Hojas de Datos de Equipos e Instrumentos, Balances de Masa y Energía, Matriz de Causa y Efecto, Planos de Clasificación Eléctrica de Áreas, Planos de Cañerías, etc., según se requiera.

La calidad del estudio de HAZOP depende directamente de la calidad y cantidad de información disponible.



Planta Sabalo en Bolivia

### **Integrantes de un equipo de HAZOP**

El equipo que realiza el estudio de HAZOP debe estar integrado por especialistas de distintas áreas, con el objeto de generar múltiples puntos de vista sobre un mismo problema y dirigido por una persona experimentada en la técnica de HAZOP. Un grupo típico estaría formado por especialistas de Procesos, Instrumentación, Mecánica, Electricidad, Operaciones, Mantenimiento, Seguridad y Medio Ambiente y coordinado por el facilitador o líder de HAZOP que debe estar familiarizado con todas las especialidades intervinientes en el estudio.

El facilitador debe conducir el análisis, motivar al equipo, mantener al grupo enfocado en el análisis, hacer participar a todas las personas, documentar la información generada y mantener la calidad del estudio.

El número ideal de participantes está comprendido entre 4 y 8 personas. Un mayor número de integrantes hace más difícil el acuerdo en las dis-

Probabilidad	Severidad			
	1 (Insignificante)	2 (Marginal)	3 (Crítica)	4 (Catastrófica)
1 (Improbable)	1	2	3	4
2 (Remota)	2	4	6	7
3 (Poco Frecuente)	2	6	7	8
4 (Frecuente)	3	7	8	9

**Ranking de Riesgo 1 a 3:** Baja Prioridad. Se deberá tomar acción cuando los medios estén disponibles.

**Ranking de Riesgo 4 a 6:** Media Prioridad. Deben tomarse acciones en un corto período de tiempo.

**Ranking de Riesgo 7 a 9:** Muy Alta Prioridad. Se deben tomar acciones inmediatas.

cusiones que se generan y con un menor número de personas se corre el riesgo de que se generen pocas ideas.

Los integrantes del grupo deben interrumpir sus actividades diarias normales durante el HAZOP y dedicarse exclusivamente al mismo ya que requiere el mayor aporte de cada uno. Es posible que algunos especialistas no estén dedicados *full time* al análisis y que sean convocados sólo cuando se los necesite.

### Duración del HAZOP

La duración del HAZOP depende de la complejidad de la instalación que se esté analizando así que es muy variable, pudiendo ser de un día o de varias semanas. Como el estudio requiere de mucha concentración y participación de todos los presentes no es aconsejable que las sesiones duren más de 8 horas diarias. El cansancio o desconcentración de los integrantes va en perjuicio del resultado del HAZOP. Por lo tanto, si el estudio fuera prolongado, por ejemplo más de 2 semanas, conviene intercalar en el programa 1 o 2 días “libres” retornando cada participante a sus actividades habituales de modo que el equipo retorne al HAZOP con más energía.

### Matriz de Clasificación de Riesgos

La Matriz de Clasificación de

Riesgos es la herramienta que utiliza el método para asignar los niveles de riesgos y las prioridades para implementar las Recomendaciones que surgen en el estudio.

De esta matriz surge el *Ranking de Riesgo* como producto de la *Probabilidad* y *Severidad* que el equipo le asigna a la ocurrencia de dicho evento.

Estos tres parámetros se encuentran, entonces, en la Matriz de Clasificación de Riesgos. El facilitador la propone antes de comenzar el HAZOP, si la compañía no dispone de una dentro de su corporación, y el equipo la consensua.

Se muestra un ejemplo de Matriz de Clasificación de Riesgos (ver tabla).

### Método de Análisis

Para simplificar el estudio de HAZOP conviene subdividir un proceso grande y complejo en tantas piezas pequeñas como sea requerido para el análisis. Para ello el facilitador prepara, previo a las reuniones del grupo, la división de los P&ID's de la planta en sectores llamados nodos, los cuales se estudiarán en forma sistemática y de a uno. En general los nodos incluyen ítem múltiples: equipos + cañerías + instrumentos.

Teóricamente el resultado de HAZOP es independiente de cómo se hayan seleccionado los nodos pero en la práctica se observa que una incorrecta selección de los mismos, impacta nega-

tivamente en el resultado del estudio.

Luego que el facilitador determinó los nodos que se van a estudiar se reúne el grupo y comienza el trabajo de equipo.

El líder de HAZOP o su “escribiente” es el encargado de registrar toda la información que se va generando en una planilla de trabajo.

Los integrantes del grupo listan para cada nodo, las posibles **desviaciones** que pudieran ocurrir, como ser:

- Alto/Bajo Flujo
- Flujo Inverso
- Alto/Bajo Nivel
- Alta/Baja Presión
- Alta/Baja Temperatura
- Contaminación
- Fuego
- Etc.


Los participantes proponen para cada desviación las posibles **causas** que la pudieran originar. Básicamente, existen tres tipos de causas: error humano, falla del equipamiento y eventos externos.

Para cada causa planteada, se determinan las **consecuencias** derivadas y las **salvaguardas** existentes en la instalación, ya sea para evitar la ocurrencia de dicho evento o para mitigar su efecto.

Las consecuencias encontradas se categorizan, asignándoles el **Ranking de Riesgo** en función de la **Probabilidad** y **Severidad** que el equipo determina para dicho evento. El grupo decide, entre todos los valores disponibles de Probabilidad y Severidad que se encuentran en la **Matriz de Clasificación de Riesgos**, cuáles les asignará a dicha Consecuencia y por consiguiente surge el Ranking de Riesgo de la misma. Esta forma de asignar el ranking de riesgo, claramente, es cualitativa.

Si el Ranking de Riesgo asignado a la consecuencia resultase elevado, significa que se deben tomar acciones inmediatamente, por lo que el equipo realiza **recomendaciones** en donde se requiera reducir dicho valor. Dichas recomendaciones pueden ser la solución al problema, si resultase obvio





para el equipo de HAZOP, o la instrucción de evaluar las posibles soluciones en una instancia posterior fuera del estudio. De modo de asegurar que las recomendaciones se implementen, a cada una, se le asigna un responsable.

El objetivo del HAZOP es identificar los riesgos y dejarlos documentados, no resolver todos los problemas que aparecen. No debe emplearse demasiado tiempo buscando la solución a cada problema ya que se multiplicaría la duración del HAZOP perdiéndose el foco del estudio. Posteriormente al estudio debe encontrarse la mejor solución a cada problema detectado.

### Informe del HAZOP

Al finalizar el estudio, el facilitador de HAZOP prepara un informe que incluye toda la documentación del proyecto utilizada y las hojas de trabajo de HAZOP realizadas.

La parte más importante del informe es el listado de recomendaciones a realizar, donde cada una tiene una prioridad de ejecución dada, directamente asociada al Ranking de Riesgo de las consecuencias determinadas en el estudio.

Las recomendaciones incluyen cambios: de diseño, de operación o mantenimiento que eliminan (o reducen su impacto) las desviaciones, causas y/o consecuencias.

Es fundamental que se implemen-

## Conclusiones

En la actualidad la mayoría de las compañías que desarrollan un nuevo proyecto realizan uno o más estudios de HAZOP durante el desarrollo de la ingeniería. Aunque se trate de tecnologías y diseños ampliamente probados, los resultados del HAZOP generalmente revelan situaciones no previstas en la etapa de ingeniería.

En instalaciones existentes, y sobre todo en aquellas que a través de los años han sufrido modificaciones a su diseño original, un estudio de HAZOP identifica los riesgos con los cuales conviven día a día el personal, el medio ambiente y las instalaciones. Sin un estudio de riesgo no se tiene pleno conocimiento de las contingencias factibles de ocurrir. Los riesgos, además de ser las fuentes de situaciones peligrosas, impactan directa y negativamente en la rentabilidad de la instalación.

El HAZOP es una herramienta muy poderosa a la hora de identificar y reducir los riesgos de cualquier proceso productivo. ■

ten las recomendaciones realizadas.

*El HAZOP es eficaz si se toma acción para implementar las recomendaciones realizadas durante el estudio.*

### Software Soporte

Existen varios *software* que asisten en la realización del estudio. Son bases de datos donde se documenta la información en forma ágil y ordenada, y permiten originar reportes completos y de fácil seguimiento. Incluyen librerías generales que se pueden utilizar de guía durante el análisis pero de ninguna manera son herramientas “in-

teligentes” ya que toda la información debe ser generada por el equipo.

**Pablo Freedman** es ingeniero químico, egresado de la Universidad de Buenos Aires en 1995. Se desempeña en TECNA S.A. desde ese año. Su formación es la Ingeniería de Procesos; posee experiencia en campo integrando equipos de Precommissioning, Commissioning, Alistamiento y Puesta en Marcha de Plantas de Tratamiento de Gas, Crudo y Agua y se ha especializado en Estudios de Riesgos de Procesos. Actualmente, se desempeña como Facilitador de HAZOP y como Líder de Proyecto en la Gerencia de Proyectos de TECNA.