

*Artículo de Métodos y Procedimiento*

## **Análisis de riesgos en toxicología industrial: Método MAS**

### Hazard analysis in industrial toxicology: MAS method

Enrique López-Hernández<sup>1</sup>

Recibido: 17 abril 2016

Aceptado para publicación: 22 Septiembre de 2016

#### **RESUMEN**

**Introducción:** La literatura experta es prolífica en métodos de análisis de riesgos en higiene y seguridad industrial Incluso en ergonomía física, aunque por este caso, el análisis es sobre las actividades del puesto de trabajo. En contraparte, los procedimientos para el análisis de riesgos en toxicología industrial, son muy escasos. Por ello, la toxicología ocupacional suele considerarse como eminentemente teórica.

**Objetivo:** Dar a conocer un multidisciplinario procedimiento de análisis de riesgos en toxicología industrial. Incluye aspectos metodológicos de la propia toxicología industrial, higiene ocupacional y medicina del trabajo. Evalúa peligrosidad de sustancias mediante investigación documental y de campo.

**Métodos:** Se halla estructurado en seis fases: a) Más tóxica (toxicología industrial), b) más frecuente (higiene industrial), c) más contacto (higiene industrial), d) más intenso (higiene industrial), e) más efectos (medicina del trabajo) y f) resumen (peligrosidad comparada de las sustancias evaluadas). El método jerarquiza un listado de sustancias evaluadas, de mayor a menor peligrosidad, considerando las tres disciplinas utilizadas.

**Conclusiones:** El procedimiento hace indispensable la investigación de campo y aunque no propone estrategias de intervención para evitar o mitigar los efectos de los agentes químicos evaluados, si establece una plataforma de datos básicos que permite planificar las medidas a emplear, para controlar los agentes más peligrosos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto.

**Palabras clave:** Riesgos en toxicología industrial, método MAS para toxicología industrial, análisis de riesgos de trabajo

#### **ABSTRACT**

**Introduction:** The expert literature is prolific in methods of risk analysis in hygiene and industrial safety Even in physical ergonomics, although in this case, the analysis is about the activities of the job. In contrast, the procedures for risk analysis in industrial toxicology are very scarce. For this reason, occupational toxicology is usually considered as eminently theoretical.

**Objective:** To make known a multidisciplinary procedure of risk analysis in industrial toxicology. It includes methodological aspects of industrial toxicology itself, occupational hygiene and occupational medicine. It evaluates substance hazards through documentary and field research.

**Methods:** It is structured in six phases: a) More toxic (industrial toxicology), b) more frequent (industrial hygiene), c) more contact (industrial hygiene), d) more intense (industrial hygiene), e) more effects (Work medicine) and (f) summary (comparative hazards of evaluated substances). The method hierarchizes a list of evaluated substances, from greater to less dangerous, considering the three disciplines used.

**Conclusions:** The procedure makes field research indispensable and although it does not propose intervention strategies to avoid or mitigate the effects of the evaluated chemical agents, if it establishes a platform of basic data that allows to plan the measures to be used, to control the most dangerous agents to the Health of occupationally exposed personnel.

**Keywords:** Risks in industrial toxicology, MAS method for industrial toxicology, work risk analysis.

<sup>1</sup> Doctor en ciencias de la salud en el trabajo. Magister en toxicología industrial. Magister en seguridad e higiene ocupacional. Profesor titular "A" de tiempo completo. Coordinador de la Maestría en ciencias en salud ocupacional, seguridad e higiene. Sección de estudios de posgrado e investigación. Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía. Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México. México.

## INTRODUCCIÓN

El llamado análisis de riesgos es una herramienta omnipresente para la higiene y seguridad industriales e, incluso, para la ergonomía (aunque en este caso, toma el nombre de análisis del puesto). Su concepto va de la mano de una incesante búsqueda de causas y consecuencias de los riesgos en los ambientes laborales, y no sólo en los recursos humanos sino adicionalmente, en lo relativo a los medios de trabajo, instalaciones y microambiente laboral. En efecto, es innegable que los trabajadores interactúan no sólo entre ellos, sino además con los medios y ambiente de trabajo a los que predisponen las actividades específicas de cada proceso, etapa y puesto. Por ello, los riesgos laborales son consecuencia de esa ruta de ida y vuelta entre estos tres elementos: trabajador, medios de trabajo y ambiente laboral, según el modelo epidemiológico.<sup>1</sup> Mientras que las causas de los mismos suelen permanecer en varios niveles de profundidad. Por un lado, lo aparente, que corresponde al nivel más superficial. Regularmente se le reconoce como el síndrome del iceberg, porque sólo se visualiza la punta, pero se ignora la gran masa, que permanece sumergida.<sup>2</sup> Es producto del razonamiento inductivo, es decir, de la conjetura a partir de observaciones repetidas sobre eventos específicos. Por ejemplo: una premisa o hipótesis puede ser: el desorden y la falta de limpieza generan condiciones inseguras susceptibles de provocar accidentes y/o enfermedades laborales.

Le sigue lo cuasianalítico, que es producto del razonamiento deductivo. Es decir, parte de lo general para realizar afirmaciones sobre casos específicos. Siguiendo con el mismo ejemplo, la hipótesis puede ser: los trabajadores desorganizados e indiferentes a su entorno inmediato, laboran en áreas con desorden y falta de limpieza.

A continuación está lo analítico, en donde se busca la distinción y la diferencia de eventos específicos, desmenuzando sus componentes. Continuando con el mismo ejemplo, puede formularse la siguiente pregunta: de ser verdad que los trabajadores de ésta área, son desorganizados e indiferentes a su entorno inmediato... ¿porqué son así?.

Finalmente se encuentra lo sintético, en donde puede reconocerse que existe más de una razón para intentar explicar el porqué de un evento. Siguiendo con el ejemplo: respecto a la desorganización y falta de limpieza en ésta área laboral, es posible que no sólo los trabajadores estén implicados en este fenómeno... Así que, ¿cuáles son o podrían ser esas otras causas?.

En todos estos niveles mencionados subyace el propósito de averiguar causas y consecuencias, fundamento del análisis de riesgos, como ya se comentó. Pero claro, la profundidad del escrutinio es diferente. Y también serán diferentes la conclusión y las estrategias de intervención propuestas, dependiendo del nivel de profundidad utilizado. Por todo esto, aunque el análisis de riesgos es de crucial e innegable valor para los propósitos de la seguridad y salud ocupacionales, es evidente que su utilización no es garantía de resultados necesariamente válidos.

Por otro lado, la literatura experta da cuenta de diversos métodos para analizar los riesgos. Así se tienen, por ejemplo:

### 1. Métodos para la Seguridad industrial.

#### Métodos para evaluar el riesgo de incendio:

- Método Gretener: “Se fundamenta en la comparación del riesgo potencial de incendio efectivo con el valor del riesgo potencial admisible. La seguridad contraincendios es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado”.<sup>3</sup>

- Índice de incendio y explosión o índice DOW: “Evalúa el riesgo potencial de fuego, explosión y reactividad química de los equipos de proceso y su contenido”.<sup>4</sup> Particularmente útil en la industria química.

- Índice MOND de fuego, explosión y toxicidad: Fue creado a partir del índice DOW. Considera la toxicidad de las sustancias presentes en el sitio evaluado, introduciendo este parámetro como un factor independiente que considera los efectos de los agentes químicos por inhalación y por contacto dérmico<sup>5</sup>. Particularmente útil en la industria química.

### 2. Métodos para la Seguridad e Higiene Industriales.

- Análisis modal de fallos y efectos (AMFE). También llamado Análisis modal de fallos, efectos y su criticidad (AMFEC), es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Es usualmente aplicado a procesos en donde las fallas que pueden acontecer tienen repercusiones importantes en los resultados esperados.<sup>6</sup>

- Análisis funcional de operabilidad (HAZOP). Particularmente útil en procesos químicos. Se basa en identificar cuatro elementos clave: 1. La causa del riesgo. 2 La consecuencia de la exposición a este riesgo. 3. Los controles destinados a prevenir la ocurrencia de la causa o mitigar las consecuencias asociadas; y 4. Las recomendaciones o acciones a implementar. 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.<sup>7</sup> Es particularmente útil cuando existe reingeniería de algún proceso o cuando se inicia por vez primera éste.

- Análisis preliminar de riesgos (PHA). Evalúa los riesgos en un proceso, considerando siempre la operación de los equipos. Es un método pionero considerado como el precursor de otros métodos de análisis de naturaleza más compleja. Es utilizado solo en la fase de desarrollo de las instalaciones físicas y para casos en los que no existen datos históricos o experiencias anteriores del proceso o de la implantación.<sup>8</sup>

- Metodología del árbol de fallas y errores (FTA: Fault Tree Analysis). Permite diferenciar terminológicamente las fallas de los componentes de las instalaciones, de los errores en el comportamiento humano. “Se trata de un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un “suceso no deseado o evento que se pretende evitar”, sea éste un accidente de gran magnitud (explosión, fuga, derrame, etc.) o sea un suceso de menor importancia (fallo de un sistema de cierre, etc.) para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos”.<sup>9</sup>

- Método What if? Consiste en definir tendencias, formular preguntas y desarrollar respuestas, evaluándolas de acuerdo a la

más amplia gama de probables consecuencias.<sup>10</sup>

- Método del Diagnóstico situacional modificado. Adaptado del procedimiento de la EPA: Risk assessment (sólo para toxicología ambiental), para ser utilizado por la higiene y seguridad industriales, sirve para investigar las fortalezas y debilidades de un proceso productivo, en materia de riesgos laborales de todo tipo. Consta de 4 fases: a) Reconocimiento del riesgo: Se estudia al proceso seleccionado en términos de identificar los riesgos por etapa, puesto y actividad. El resultado de esta etapa se describe a través de un formato guía y de una esquematización de los hallazgos, llamado “mapeo de riesgos”. b) Evaluación de la exposición: Por cada riesgo identificado se estudian las condiciones particulares de exposición: frecuencia, duración e intensidad. Los resultados se describen mediante un formato guía. c) Evaluación de la dosis-respuesta: Por cada riesgo identificado se investigan sus efectos pasados (se sugiere un periodo previo de 12 a 24 meses), sus efectos actuales (investigados durante el periodo del estudio) y sus efectos potenciales (lo que la literatura experta reporta). d) Caracterización del riesgo: Se elabora una compilación de los resultados de las etapas previas, mediante un formato guía, lo que permite responder a las siguientes interrogantes básicas: Respecto al proceso estudiado, ¿cuáles son los riesgos, en dónde se ubican «por etapa, puesto y actividad», a cuáles trabajadores afecta o puede afectar, cómo les afecta y haciendo qué?<sup>11</sup>

### 3. Métodos para la Higiene industrial

Métodos para evaluar atmósferas explosivas.

- Metodología RASE (Explosive atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipment). Identifica y analiza tanto la existencia y probabilidad de formación de una atmósfera explosiva, como la existencia y probabilidad de activación de todas las posibles fuentes de ignición. Incluye tablas mediante las que se investigan todos los posibles escenarios de un siniestro por nubes explosivas.<sup>12</sup>

### 4. Métodos para la toxicología industrial

- Método para la determinación, evaluación y control de la calidad del aire del ambiente laboral. Este procedimiento consta de 5 etapas: 1ª) Se identifican y evalúan los procesos que pudieran propiciar la emisión de sustancias nocivas al aire, determinando los posibles agentes tóxicos contenidos en los insumos, productos intermedios y productos finales. En paralelo se evalúan las posibilidades de que estos agentes puedan constituir un riesgo para la salud de los trabajadores expuestos. 2ª) Mediante muestreo, se determinan las concentraciones de los agentes químicos en el aire y el nivel de la exposición de los trabajadores. 3ª) Se analizan e interpretan los resultados, comparándolos con los límites de exposición preestablecidos. 4ª) Se llega a conclusiones del estudio y establecimiento de las recomendaciones higiénico sanitarias apropiadas. 5ª) Se verifica la efectividad del conjunto de medidas adoptadas para la descontaminación del aire y(o) para la reducción de la exposición de los trabajadores.<sup>13</sup>

- Método del Risk assessment. Aunque no es del campo de la toxicología industrial, sino exclusivamente ambiental, el método puede considerarse como un clásico en el análisis de riesgos. La Agencia para la protección ambiental (EPA por sus siglas en inglés) ha desarrollado este procedimiento desde diciembre de 1975.<sup>14,15</sup> Las fases que lo componen han sido adaptadas por el

que esto escribe, a la higiene y seguridad industriales, creando el denominado Diagnóstico situacional modificado, el que se mencionó en párrafos anteriores.

- Método MAS. Bajo este contexto, el propósito de este trabajo es proponer un método multidisciplinario que el autor ha denominado: Método MAS. Con él se pretende un análisis de riesgos en toxicología industrial, partiendo de evaluaciones de la propia toxicología ocupacional, higiene industrial y medicina del trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Bajo el método MAS, los puntos de mejora en relación al estudio de los agentes químicos utilizados en los ambientes laborales, pueden ser clasificado en tres capítulos: cuáles y cuántos son, cuáles sus efectos y, particularmente, cómo se estudian. Adicionalmente, se describen las fases de que consta el método.

Cuáles y cuántos son: De acuerdo al banco de datos de la Chemical Abstract Service (CAS por sus siglas en inglés),<sup>16</sup> hasta noviembre de 2016 se tienen registradas más de 124 millones de sustancias, orgánicas e inorgánicas. En este mismo contexto y según la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH por sus siglas en inglés), se tienen sólo 49 índices Biológicos de Exposición (BEI's por sus siglas en inglés) y 662 Valores umbral límite-promedio ponderado en tiempo (TLV-TWA por sus siglas en inglés).<sup>17</sup> Adicionalmente y respecto a las Hojas de Datos de Seguridad (MSDS por sus siglas en inglés), el total de estos documentos es de alrededor de 4.5 millones de igual número de sustancias.<sup>18</sup> Sobre estas últimas vale destacar que habitualmente, dentro de sus 16 capítulos, no incluyen datos sobre la toxicología de las sustancias estudiadas, salvo pequeños fragmentos no significativos.

Cuáles sus efectos: Uno de los principales efectos atribuibles a los agentes químicos es el cáncer. A nivel mundial, el 19% de todos los cánceres está relacionado al medio, en particular al ocupacional, lo que supone 1.3 millones de muertes cada año. El cáncer de pulmón, el mesotelioma y el cáncer de vejiga son algunos de los cánceres ocupacionales más frecuentes.<sup>19</sup>

Por otro lado, a nivel mundial y durante el periodo de 1998 a 2002, se notificaron: 252, 256, 315, 344 y 342 muertes por intoxicación, por cada mil individuos, respectivamente. En 1998, la región con mayor ocurrencia fue la región Pacífica Oeste con el 31.3%. En 1999, 2000, 2001 y 2002, Europa tuvo una ocurrencia mayor con respecto al resto de las regiones, aportando hasta un 34.6% del total de las ocurrencias fatales.<sup>20</sup>

Cómo se estudian: Existe un gran vacío de conocimiento sobre las sustancias, reflejado sobre todo en el ambiente ocupacional. Esta carencia se agrava por el limitado estudio que sobre ellas se tiene. Pero aún más, el estudio suele ser limitado y bajo un solo enfoque: el toxicológico. Es decir, el propósito regularmente se circunscribe a investigar los efectos nocivos de los mismos, sobre el personal ocupacionalmente expuesto. Sin embargo, es necesario destacar que la evaluación de las sustancias, bajo este modelo, aunque necesaria y justificada, es insuficiente puesto que habitualmente no se incluye la fuente generadora o promovente,

**Tabla 1.** Formato guía para evaluar la sustancia MÁS tóxica

Etapa	Puestos	Riesgos químicos identificados			Toxicocinética					Toxicodinamia (Mecanismo de acción)
		Nombre químico	DL50	CL50	Absorción	Distribución	Acumulación	Biotransformación	Excreción	
Fuente: Método MAS.										

ni a las condiciones de trabajo (particularmente las particulares de exposición) en que se les encuentra. La Higiene industrial y la Medicina del trabajo contribuyen en parte a disminuir este gran vacío, pero sus aportaciones suelen darse en forma aislada de la toxicología.

Por lo ya expuesto, es evidente que no se dispone de información toxicológica suficiente sobre la inmensa mayoría de los agentes químicos, y que la existente además de limitada, suele ser aislada. Es por esto que para evaluar al menos a las sustancias sobre las que ya se tiene algún conocimiento, se propone el método MAS (Tabla 1). En un listado de sustancias, identifica a la más peligrosa, en términos de efectos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto y de una visión tridimensional. No ofrece estrategias de intervención para prevenir o controlar sus efectos. No obstante, establece una plataforma de la peligrosidad de las sustancias analizadas, en orden de mayor a menor, desde donde se pueden plantear procedimientos para evitar o minimizar su trascendencia biológica. Esto es particularmente útil si se considera que los recursos disponibles para el estudio de los riesgos laborales químicos, usualmente son escasos en las organizaciones privadas, por lo que es necesario decidir sobre cuál o cuáles requieren de atención inmediata. Esto es útil desde los puntos de vista de la efectividad y la economía.

El método MAS consta de seis fases:

Más tóxica, más frecuente, más contacto, más intenso, más (peores) efectos y sumario.

**Más tóxica (toxicología industrial)**

Acerca de un proceso productivo específico, se requiere elaborar un inventario de todas las sustancias utilizadas o generadas en el lugar de trabajo, con su nombre químico y comercial, así como su número CAS.

Mediante la DL50 o CL50, se discrimina sobre la sustancia más tóxica, en atención a su parámetro más bajo. Para las mezclas, se

identifica cada uno de sus componentes y se toma como DL50 o CL50 la más baja del conjunto.

Se Analiza la cinética de cada sustancia, incluyendo los componentes de cada mezcla (vías de ingreso al organismo, distribución, acumulación, biotransformación y excreción).

Se Analiza la dinámica de cada sustancia, incluyendo los componentes de cada mezcla (mecanismo de acción tóxica de cada agente).

**Más frecuente (higiene industrial)**

Se Identifica(n) la(s) etapa(s) y puesto(s) de trabajo (actividades específicas) del proceso seleccionado en el que intervienen o pueden intervenir cada uno de los agentes químicos inventariados, con exposición en los trabajadores. Para esto, se parte del estudio del proceso en el que se generan y/o intervienen las sustancias consideradas. Si se desconoce cuáles son, esta fase del estudio también sirve para identificarlas. Se elabora un diagrama de bloque para esquematizar el proceso productivo seleccionado, identificando y numerando las diferentes y progresivas etapas constitutivas. En cada etapa, se identifican los puestos de trabajo y los agentes químicos que intervienen, describiendo si son insumos o sustancias generadas por las actividades. Por cada puesto, se identifica el número de trabajadores que participan y, además, se describen y analizan las actividades específicas correspondientes, sobre todo aquellas asociadas a los productos químicos. Una vez identificadas las sustancias por etapa, puesto y actividad, se cuantifica la cantidad de veces en que los agentes químicos entran en contacto con los trabajadores, durante la jornada laboral diaria (Tabla 2).

**Más contacto (higiene industrial)**

Una vez que ocurre el contacto de cada sustancia con el trabajador involucrado, se cuantifica la duración de éste durante la jornada diaria de trabajo.

Se identifica y cuantifica al grupo homogéneo de trabajadores

**Tabla 2.** Formato guía para evaluar la sustancia MÁS frecuente

Etapa	Puestos	Actividades de cada puesto	Riesgos químicos identificados		
			Nombres		Frecuencia del contacto del trabajador con cada sustancia, por jornada diaria
			Químico	Comercial	

**Tabla 3.** Formato guía para evaluar la sustancia con MAS contacto

Etapa	Puestos	Total de trabajadores por cada puesto	Riesgos químicos identificados		
			Nombres		Duración del contacto del trabajador con cada sustancia, por jornada diaria
			Químico	Comercial	

**Tabla 4.** Formato guía para evaluar la sustancia con MAS intensidad.

Etapa	Puestos	Actividades de cada puesto	Riesgos químicos identificados		
			Nombre de cada sustancia	Cantidad usada por jornada diaria, por cada sustancia, en cada puesto	Resultados del muestreo en el microambiente laboral, de cada sustancia identificada

**Tabla 5.** Formato guía para evaluar la sustancia con MÁS efectos

Etapa	Puestos	Actividades de cada puesto	Riesgos químicos identificados				
			Nombre de cada sustancia	Teratogeno	Mutagénico	Cancerígeno	Otros

en exposición para cada sustancia, por cada etapa, puesto y actividades laborales, a fin de establecer, de mayor a menor, la cantidad de personal expuesto (Tabla 3).

#### Más intenso (higiene industrial)

Muestreo ambiental y/o personal en el ambiente laboral de los trabajadores involucrados en el proceso estudiado, de cada una de las sustancias identificadas previamente. Se consideran las etapas del proceso seleccionado para el estudio, así como los puestos y actividades en donde ocurre o puede ocurrir la exposición. De no poder realizar el muestreo, se puede recurrir a investigar las cantidades más altas utilizadas de cada sustancia, por jornada diaria. Este resultado no es equivalente a lo obtenido con el muestreo, pero da una idea de la concentración que puede existir en el microambiente de trabajo (Tabla 4).

#### Más efectos (medicina del trabajo)

Mediante empleo de biomarcadores para cada sustancia, durante exámenes médicos de ingreso, periódicos y especiales, se evalúa la tolerancia biológica a cada sustancia (por ejemplo, utilizando los índices biológicos de exposición «BEI's por sus siglas en inglés»).

Se evalúa el impacto biológico de cada una de las sustancias estudiadas, en cada uno de los trabajadores expuestos, mediante 4 subcapítulos: teratogenicidad, mutagenicidad, carcinogenicidad y otros efectos a la salud (Tabla 5).

#### Resumen

A través de una tabla que integre todos los resultados obtenidos y mediante un análisis cualitativo, se reenlistan a todas las sustancias identificadas previamente, por su mayor toxicidad, mayor frecuencia, mayor contacto, mayor intensidad y peores efectos, seleccionando a la que acumule mayor número de casos más. En caso de empate, el voto de calidad lo dan los efectos y/o la mayor concentración (intensidad) de la sustancia. Tómese en cuenta que la DL50 y CL50 sólo miden la toxicidad aguda, mientras que la medicina del trabajo permite establecer los efectos crónicos (Tabla 6).

**Tabla 6.** Formato guía para presentar resultados finales

Etapa	Puestos	Riesgos químicos identificados por cada puesto	Toxicología industrial	Higiene industrial			Medicina del trabajo	Sumario
			MAS tóxico	MAS frecuente	MAS contacto	MAS intenso	MAS efectos	(mayor número de MAS) MAS peligrosa

## CONCLUSIONES

El método MAS pretende convertirse en una herramienta que auxilie en el estudio de los agentes químicos presentes en los ambientes laborales, con una evaluación que permita investigar a las sustancias con una visión tridimensional y que vaya más allá de la sola investigación documental. Particularmente útil cuando se trata de un conjunto de agentes químicos, pues permite encontrar al más peligroso, lo que promueve y facilita las medidas de prevención o remediación.

## REFERENCIAS

1. Tabasso C. Paradigmas, teorías y modelos de la seguridad y la inseguridad vial. S.f. Consultado: 2 septiembre 2016. Disponible en: [http://www.institutoivia.com/doc/tabasso\\_124.pdf](http://www.institutoivia.com/doc/tabasso_124.pdf).
2. Guerrero D, de los Ríos CI. Modelos internacionales de competencias profesionales. DYNA: Ingeniería e industria. 2013; 88(3): 266-270.
3. Fuertes J, Rubio JC. Análisis comparativo de los principales métodos de evaluación del riesgo de incendio. Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT) de España. 2003: 12-17.
4. Piedra JP, Valdivieso JC. Evaluación del riesgo de incendio y explosión en una línea de extrusión de polietileno expandido. Tesis de magister Sistemas integrados de gestión de la calidad, ambiente y seguridad. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2013.
5. Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Guía técnica: Métodos cualitativos para el análisis de riesgos. s.f. Disponible en: [http://www.proteccioncivil.es/catalogo/carpeta02/carpeta22/guiatec/Metodos\\_cualitativos/cuali\\_222.htm](http://www.proteccioncivil.es/catalogo/carpeta02/carpeta22/guiatec/Metodos_cualitativos/cuali_222.htm).
6. Bestratén M, Orriols RM, Mata C. Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. Nota técnica de prevención (NTP) 679. España; 2004. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_679.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf).

7. Freedman P. HAZOP como metodología de análisis de riesgos. *Petrotecnia*. 2003; 60-64.
8. Seguridad y salud en el trabajo. s.f. Disponible en: <http://normas18001.blogspot.mx/2013/06/analisis-preliminar-de-riesgos.html>.
9. Piqué T, Cejalvo A. Análisis probabilístico de riesgos: Metodología del "Árbol de fallos y errores". Nota técnica de prevención (NTP) 333. España; s.f. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_333.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_333.pdf).
10. Seguridad y salud en el trabajo. s.f. Disponible en: <http://normas18001.blogspot.mx/2013/06/el-metodo-what-if.html>.
11. López HE. Diagnóstico situacional modificado. *Bol Inform Salud Ocupac Amb*. 2012; 13(4): 4-6.
12. Alonso MC. Evaluación de los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas (ATEX). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota técnica de prevención (NTP) 876. España; 2010. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/876w.pdf>.
13. Ibarra EJ. Toxicología en salud ocupacional. Colectivo de autores. La Habana, Cuba; s.f: 64-149. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/insat/cap3.pdf>.
14. Kuzmack A. Quantitative Risk Assessment for Community Exposure to Vinyl Chloride. 1975. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books/about/Quantitative\\_Risk\\_Assessment\\_for\\_Communi.html?id=E0DyHAAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/Quantitative_Risk_Assessment_for_Communi.html?id=E0DyHAAACAAJ&redir_esc=y).
15. Ize I. La evaluación de riesgo por sustancias tóxicas. *Gaceta Ecol*. 2003; 69: 45-56.
16. Chemical Abstract Service. CAS REGISTRY - The gold standard for chemical substance information. American Chemical Society. Disponible en: <https://www.cas.org/content/chemical-substances>.
17. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Tlv's and BEI's. 2015.
18. 3E Company Headquarters. Disponible en: <http://3ecompany.com/data-content/msds-sds>.
19. OMS. Cánceres de origen ambiental y ocupacional. Nota descriptiva núm. 350. 2011. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs350/es/>.
20. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de intoxicaciones por sustancias químicas. Mortalidad por intoxicaciones a nivel mundial. Colombia, 2007. Código INS-410. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/protocolo2007.pdf>.