

Evaluación de riesgos en un Laboratorio de Química Analítica por el Método William Fine

Risk assessment in an Analytical Chemistry Laboratory by the
William Fine Method

Tatiana Ferrer-Cribe¹ <https://orcid.org/0009-0004-55288846>

David Cambara-González¹ <https://orcid.org/0000-0002-6476-4822>

Yudith González-Díaz² <https://orcid.org/0000-0003-1240-1146>

¹Centro de Investigaciones de Energía Solar, Santiago de Cuba, Cuba

²Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

*Autor para correspondencia. Correo electrónico:tatianaferrer18906@gmail.com

RESUMEN

En los laboratorios de química analítica se verifican de forma experimental, los principios básicos del estudio de la composición química de un material o muestra, mediante diferentes métodos de análisis, por lo que se manipulan diariamente agentes químicos y biológicos, a los están expuestos los trabajadores; de ahí la necesidad de evaluar el riesgo de exposición. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los riesgos en un laboratorio químico analítico mediante el método semicuantitativo de William Fine, para lo cual se creó una comisión multidisciplinaria constituida por especialistas y expertos con experiencia en el tema. Se determinó que existe una relación directa entre el riesgo químico, el de incendio y el de explosión la emanación de vapores de sustancias volátiles, debido a temperaturas muy altas, o próximas a fuentes de ignición que puedan provocar un incendio, y generar una cadena de acontecimientos que al reaccionar con otras sustancias pueden dar lugar



a explosiones. Los riesgos químico y de incendios fueron evaluados como riesgos críticos los cuales requieren de detención inmediata de la actividad y los riesgos mecánico, ambiental, de explosión y biológico fueron evaluados como riesgos notables por lo que requieren una corrección necesaria urgente.

Palabras clave: laboratorio; agentes químicos; evaluación de riesgos; método William Fine.

ABSTRACT

In analytical chemistry laboratories, the basic principles of the study of the chemical composition of a material or sample are verified experimentally, through different methods of analysis, for which reason chemical and biological agents are handled daily, to which workers are exposed; hence the need to assess the risk of exposure. The objective of this work was to evaluate the risks in an analytical chemical laboratory using the semi-quantitative method of William Fine, for which a multidisciplinary commission was created made up of specialists and experts with experience in the subject. It was determined that there is a direct relationship between the chemical, fire and explosion risks, the emanation of vapors of volatile substances, due to very high temperatures, or close to sources of ignition that can cause a fire, and generate a chain of events that, when reacting with other substances, can lead to explosions. The chemical and fire risks were evaluated as critical risks, which require immediate stoppage of the activity, and the mechanical, environmental, explosion, and biological risks were evaluated as notable risks, which require an urgent necessary correction.

Keywords: laboratory; chemical agents; risk evaluation; William Fine method.

Recibido: 20/08/2023

Aceptado: 15/12/2023

Introducción

El análisis de riesgo es una premisa para todas las empresas y es una de las acciones más importantes dentro de la gestión de seguridad y salud en el trabajo. En tal sentido, el conocimiento de las condiciones de trabajo y las medidas en que puedan afectar la seguridad y salud de los trabajadores, además de identificar las causas fundamentales que originan los principales problemas en los centros de trabajo, servirá para minimizar los riesgos y prevenir las enfermedades ocupacionales.⁽¹⁾

Los riesgos laborales están dados fundamentalmente por las condiciones de trabajo, las cuales pueden repercutir de manera positiva o negativa en el bienestar del trabajador. Estos se manifiestan a través de factores de riesgos que no son más que aquellas condiciones del ambiente, materiales, instrumental, características propias de la tarea que se realiza, que de una forma u otra afectan la salud de los trabajadores.⁽²⁾

La protección del trabajador frente a los riesgos laborales exige actuaciones institucionales que sobrepasen el mero cumplimiento formal de un conjunto predeterminado de deberes y obligaciones empresariales, por lo que se propicia un nuevo enfoque de los riesgos laborales, basado en los principios generales de la prevención.⁽³⁾

Es obligación de las empresas evaluar los riesgos originados con la finalidad de llevar a cabo un plan de acciones preventivas, que debe revisarse cada vez que se produzcan cambios en las condiciones de trabajo; en caso de que no sea posible, deben ser eliminados.⁽⁴⁾

Por sus propias características, el trabajo en el laboratorio presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipulan y las operaciones que se realizan con ellos.⁽⁵⁾ Con respecto a los productos debe tenerse en cuenta que suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua.^(6,7) En dichas instalaciones, los analistas están expuestos a riesgos laborales de tipo químico, tanto directo (manipulación de reactivos) como indirecto (accidentes y liberación al medio de los residuos generados durante el desarrollo de las técnicas analíticas), riesgo físico (ruido, calor) y riesgo biológico (manipulación de microorganismos y muestras biológicas), de manera que en todos los casos pueden aparecer

afecciones de la piel, oculares y respiratorias en intoxicaciones agudas o desencadenar efectos carcinogénicos, mutagénicos, teratogénicos o inmunológicos en intoxicaciones crónicas.⁽⁸⁾

Existen muchos métodos de evaluaciones de riesgos, los cuales son utilizados en dependencia del sector, área, industria o laboratorio al cual se le realice el estudio, y tienen como objetivo clasificar la magnitud de los riesgos existentes y consecuentemente, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.⁽⁹⁾

El método de William Fine fue presentado en 1971, como un método de evaluación matemática de los riesgos. Fine proponía por un lado, el uso de la exposición o frecuencia con la que se produce la situación de riesgo, los sucesos iniciadores que desencadenan la secuencia del accidente, y por otro lado la probabilidad de que una vez que se haya dado la situación de riesgo, llegue a ocurrir el accidente, es decir, se concrete la secuencia de sucesos hasta el accidente final.⁽¹⁰⁾

El método de William Fine permite realizar una evaluación cualitativa inicial para todos los riesgos, es punto de partida para una evaluación completa y detallada posterior, pues con este método se identifican los riesgos más importantes, para entonces si evaluarlos mediante métodos más específicos.⁽¹¹⁾

La protección del trabajador frente a los riesgos laborales exige actuaciones institucionales que sobrepasen el mero cumplimiento formal de un conjunto predeterminado de deberes y obligaciones empresariales, por lo que se propicia un nuevo enfoque de los riesgos laborales, basado en los principios generales de la prevención.⁽¹²⁾ Es obligación de las empresas evaluar los riesgos originados por los agentes químicos, con la finalidad de llevar a cabo un plan de acciones preventivas, que debe revisarse cada vez que se produzcan cambios en las condiciones de trabajo; en caso de que no sea posible, deben ser eliminados.⁽¹³⁾

El objetivo del trabajo es evaluar los riesgos en el laboratorio químico analítico mediante el método William Fine.

Materiales y métodos

Para alcanzar el objetivo planteado se siguió una secuencia lógica la cual consta de cuatro pasos que se muestran en la figura 1.

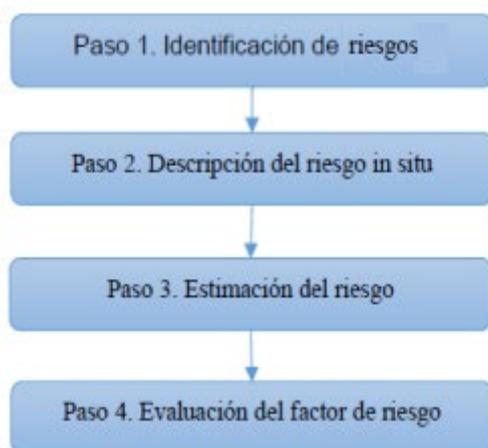


Fig. 1- Procedimiento para analizar los riesgos

Teniendo en cuenta que los estudios para la realización del análisis y evaluación de riesgos requieren de un equipo multidisciplinario con las características o particularidades de la actividad en estudio, se concibió para la elaboración del trabajo, la conformación de un equipo integrado por cinco ingenieros químicos. El equipo constituido visitó el laboratorio de Química Analítica con el objetivo de recopilar la información necesaria y disponible.

En la visita se identificaron los riesgos, se observaron las condiciones de organización, ventilación, señalización, calidad ambiental del entorno laboral, existencia o no de los medios de protección (batas, guantes, espejuelos de protección, etc.) y de primeros auxilios (botiquín, duchas, extintores). Se pidió información sobre, existencia o no de fichas de seguridad de los reactivos presentes en los locales, incompatibilidad de estos, informes de incidentes ocurridos, existencia de plan de manejo para emergencias. Se conoció del conocimiento del personal que laboraban en estos locales sobre los riesgos a los cuales se encuentran expuesto y el cumplimiento de las medidas, aplicándoles a ellos una encuesta.

La descripción de los factores de riesgos in situ fue realizada a partir de la información obtenida de la documentación y datos históricos del laboratorio.

Para estimar y evaluar los factores de riesgos identificados se utilizó el método de William Fine, el cual permite calcular el grado de peligrosidad del riesgo identificado, mediante el producto de tres factores: la probabilidad de ocurrencia, la exposición a dicho riesgo y las consecuencias que pudieran originarse.

$$GP = C \cdot E \cdot P$$

donde:

GP: grado de peligrosidad

C: severidad de las consecuencias

E: exposición al riesgo

P: probabilidad de ocurrencia

Para determinar estos valores se utilizan los valores referenciales que se muestran en la tabla 1 teniendo en cuenta la magnitud que posea el riesgo que se esté analizando.

Tabla 1- Valores de los factores determinantes del Método William Fine

Clasificación	Severidad	Valor
Grado de severidad de las consecuencias (C)		
Catástrofe	Puede producir numerosas muertes	100
Desastre	Puede producir varias muertes	50
Muy serio	Puede producir una muerte	25
Serio	Lesiones graves (amputaciones, parálisis, etc.)	15
Importantes	Lesiones incapacitantes	5
Leves	Pequeñas heridas	1
Frecuencia de exposición (E)		
Continua	Muchas veces al día	10
Frecuente	Una vez al día	6
Ocasionalmente	Semanalmente	3
Poco usual	Mensualmente	2
Rara	Pocas veces al año	1,0
Muy rara	Anualmente	0,5
Escala de probabilidad (P)		
Casi segura	Es el resultado más posible	10
Muy posible	Casi posible , probabilidad del 50%	6
Posible	Es una coincidencia rara pero posible	3
Poco posible	Es una coincidencia muy rara, ya ha sucedido	1
Remota	Extremadamente rara pero concebible	0,5
Casi imposible	Nunca ha sucedido en varios años de exposición	0,1

El cálculo del grado de peligrosidad de cada riesgo permitió proceder a su clasificación mediante el uso de la tabla 2.

Tabla 2- Guía calificativa de clasificación del riesgo según el

Método William Fine

Valor del grado de peligrosidad (GP)	Clasificación del riesgo
$0 < GP < 20$	Riesgo aceptable
$20 < GP \leq 70$	Riesgo moderado
$70 < GP \leq 200$	Riesgo notable
$200 < GP \leq 400$	Riesgo alto
$GP > 400$	Riesgo crítico

Resultados y discusión

En el laboratorio de Químico Analítica se identificaron los peligros siguientes:

- Reactivos mal ubicados (no se cumplen con lo establecido por incompatibilidad de sustancias).
- No se cuenta con un local especializado y único para la ubicación de muestras biológicas.
- El sistema de ventilación es insuficiente, solo cuenta con ventilación natural.
- Se almacenan reactivos sin las condiciones requeridas.
- Se detectaron algunos envases de productos químicos con etiquetas incompletas o deterioradas.
- Los medios de protección personal están deteriorados y no son los suficientes.
- Existencia de cables con empalmes.
- Los residuos líquidos son vertidos, sin tratamiento previo, al sistema de alcantarillado.
- El laboratorio no dispone de extintores de incendios.

La encuesta realizada a los trabajadores del laboratorio reflejó que estos tienen conocimientos sobre el riesgo al que se exponen trabajando con producto químicos, y que los medios de protección con los que cuentan no son los suficientes.

Los riesgos presentes fueron el químico, físico, mecánico, ambiental, incendio, explosión, biológico, y eléctrico,. Al evaluar el riesgo por el Método de William

Fine en el Laboratorio de Química Analítica se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 3 y la figura 2.

Tabla 3- Resultados del Método William Fine para el Laboratorio de Química Analítica

Riesgo	C	E	P	GP	Clasificación del riesgo
Químico	15	6	6	540	Riesgo crítico
Físico	5	3	3	45	Riesgo Moderado
Mecánico	15	3	3	135	Riesgo notable
Ambiental	5	6	3	90	Riesgo notable
Incendio	50	10	1	500	Riesgo crítico
Explosión	50	6	0,5	150	Riesgo notable
Biológico	15	3	3	135	Riesgo notable
Eléctrico	5	1	0,5	2,5	Riesgo aceptable

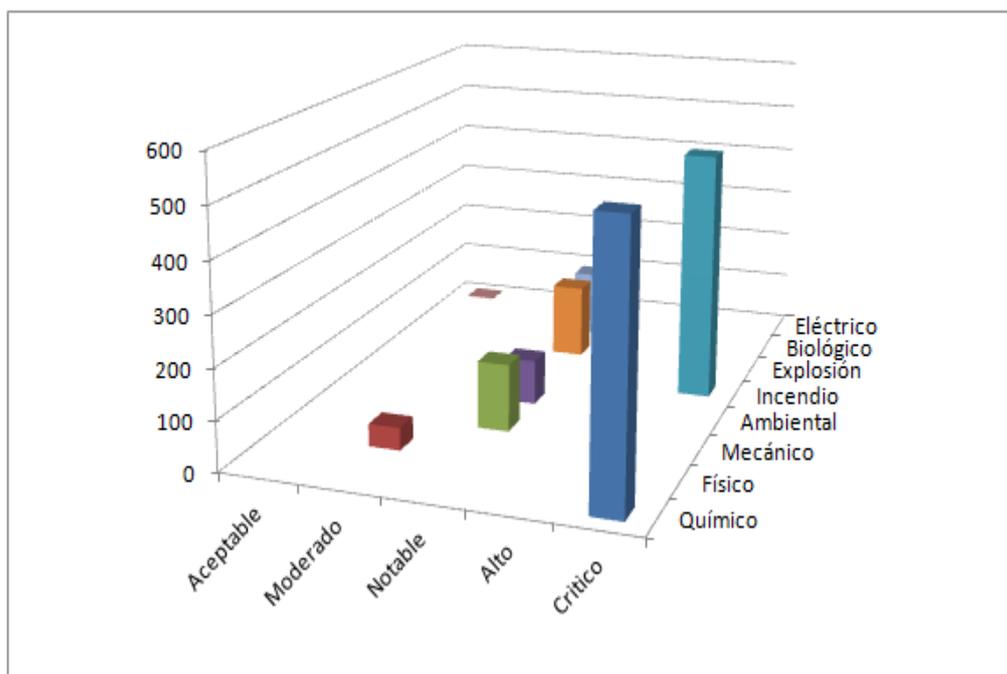


Fig. 2- Clasificación de los riesgos según el Grado de peligrosidad

En la evaluación de riesgo realizada en el Laboratorio de Química Analítica los riesgos químico y de incendios fueron evaluados como riesgos críticos los cuales requieren de detención inmediata de la actividad.

El riesgo químico es el que provoca mayor peligrosidad entre todos, causado por la manipulación, almacenamiento e incompatibilidad entre los reactivos

químicos con diferentes categorías de peligrosidad según sus propiedades físico químicas y toxicológicas, y la emanación de vapores de los mismos, haciéndose necesario realizar acciones para la reducción y/o mitigación de estos.

Los riesgos mecánico, ambiental, de explosión y biológico fueron evaluados como riesgos notables por lo que requieren una corrección necesaria urgente.

Existe una relación directa entre el riesgo químico, el de incendio y el de explosión la emanación de vapores de sustancias volátiles, debido a temperaturas muy altas, o próximas a fuentes de ignición que puedan provocar un incendio, y generar una cadena de acontecimientos que al reaccionar con otras sustancias pueden dar lugar a explosiones.

El riesgo biológico es causado por la manipulación y estudio de muestras con contenidos patógenos y bacterianos.

El riesgo físico fue evaluado como riesgo moderado por lo que no constituye una emergencia, pero debe corregirse.

Conclusiones

Después de haber realizado la evaluación del riesgo en el laboratorio de Química Analítica por el método semicuantitativo de Willian Fine se arriba a las siguientes conclusiones:

1. Los riesgos químico y de incendios fueron evaluados como riesgos críticos los cuales requieren de detención inmediata de la actividad.
2. Los riesgos mecánico, ambiental, de explosión y biológico fueron evaluados como riesgos notables por lo que requieren una corrección necesaria urgente.
3. El riesgo físico fue evaluado como riesgo moderado por lo que no constituye una emergencia pero debe corregirse.

Referencias bibliográficas

1. COMAS-RODRÍGUEZ, Raúl; MAYORGA-DÍAZ, Mónica Patricia; RIVERA-SEGURA, Gilma Nelly. La gestión de riesgos en una empresa transportista de la ciudad de Quito. *Uniandes Episteme. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*. 2018, **5**, p. 550-562. [Consultado: 30 de junio de 2023]. ISSN: 1390-9150. Disponible en: <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/1504>
 - 2, GUTIÉRREZ-STRAUSS, A. M. *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional en el proceso de evaluación para la calificación de origen de la enfermedad profesional*. Colombia: Ministerio de Protección Social. 2011. [Consultado: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/normatividad/normasproyecto/1-Guia-Tecnica-Analisis-Exposicion.pdf>
 3. GONZÁLEZ-DIAZ, Yudith; MARTINEZ-BARBÁN, Idalay; MARIN-SÁNCHEZ, Dayana. Evaluación de riesgos químicos en un laboratorio de Química Física. *Tecnología Química*, 2021, **41**(3), p. 561-579. [Consultado: 30 de junio de 2023]. ISSN: 2224-6185. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852021000300561
 4. MARIN, D.; MONTES DE OCA, O. ;GONZALEZ, Y. “Evaluación de Riesgos Químicos en un Laboratorio de Química Analítica por el Método Cossh Essentials”. *Ciencia en su PC*, 2017, (3), p. 91-106. [Consultado: 15 de mayo de 2023]. ISSN: 1027-2887. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18135302608>.
 5. PEREZ-GARRIDO, Neyda; BALANZÓ-PUJALS, Aniurka; GONZALEZ-DIAZ, Yudith; MARIN-SÁNCHEZ, Dayana; FERRER-SALAS, Dagmara. “Evaluación de los residuales de coproporfirinas III y sus efectos ambientales (parte I)” *Tecnología Química*. 2018, **38**(2), p. 346-352. [Consultado: 30 de junio de 2023]. ISSN: 2224-6185. Disponible en: <https://tecnologiaquimica.uo.edu.cu/index.php/tq/article/view/3754>
 6. GONZÁLEZ-PÉREZ, Yuleidis, GONZÁLEZ-DIAZ, Yudith, RODRÍGUEZ-LEBLANCH, Elizabeth., MARÍN-SÁNCHEZ, Dayana., PRADES-ESCOBAR, E.,
-

CEDEÑO-SOULARIT, Narbis, CASTILLO-GARIT, J.A. Predicción Ambiental de agentes químicos combinando herramientas computacionales y biomodelos ecotoxicológicos. *Orange Journal*. 2022,4(7), p. 33-44. [Consultado: 5 de mayo de 2023]. ISSN: 2710-995X. Disponible en: <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995X/2022.7.03>

7. PEREZ-GARRIDO, Neyda; BALANZÓ-PUJALS, Aniurka; GONZALEZ-DIAZ, Yudith; MARIN-SÁNCHEZ, Dayana; FERRER-SALAS, Dagmara. Evaluación de los residuales de coproporfirinas III y sus efectos ambientales (parte II). *Tecnología Química*. 2018, 38(3), p. 580-593. [Consultado: 10 de mayo de 2023]. ISSN: 2224-6185. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852018000300004&script=sci_arttext&tIng=es

8. GONZÁLEZ-PÉREZ, Yuleidis, GONZÁLEZ-DIAZ, Yudith; TORRES-BASTARDO, Adrienne; MARIN-SÁNCHEZ, Dayana; CASTILLO-GART, J.A. Evaluación ecotoxicológica de los residuales del Laboratorio de Química Analítica”, *Revista Tecnología Química*, 2020, 40 (2), p 210-224. [Consultado: 10 de mayo de 2023]. ISSN: 2224-6185. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852020000200226&script=sci_arttext&tIng=pt

9. MONTES DE OCA, O. “Riesgos químicos en un laboratorio de Química Analítica”. Director: Yudith González Díaz. Trabajo de Tesis para optar por el título de Ingeniero Químico. Universidad de Oriente. Cuba, 2016.

10. ROMERO, Juan Carlos. 2005. *Manual para la Formación Superior en Prevención de Riesgos Laborales*. [en línea]. Málaga: Edigrafos S.A., 2005. [Consultado: 20 de abril de 2023]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2x-5BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR15&dq=info:w2kGHLnZrisJ:scholar.google.com/&ots=Ph_JtvR39I&sig=GnC8JMuryupwaXM5rX0RHRGwBI4

11. LLUCO-CHIMBO, Rodrigo Fernando. Aplicación del Método William Fine para la Evaluación de Riesgos Laborales en Motoniveladoras, Cargadoras y Bulldozers del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. 2014. Tesis de Licenciatura. [Consultado: 12 de abril de 2023].

Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3148/1/85T00284.pdf>

12. SICILIA, F. “La peligrosidad en laboratorios químicos: método para su evaluación y clasificación” Director: Pedro Espinosa Hidalgo. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España, 2012. [Consultado: 18 de junio de 2023].

[Disponible en: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/23493/1/21167163.pdf>].

13. TANARRO, E.C., BERNAOLA, M. y TEJEDOR, J.N. “Aplicación de métodos simplificados de evaluación del riesgo químico con efectos para la salud”. *Seguridad y salud en el trabajo*, Diciembre 2008, (50), p. 28-39. <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/B27796A9-29D5-4B67-A302-F0942E4888EC/151780/MetodoSimplificadoINRSArt.pdf>

Conflicto de interés

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses

Contribución de los autores

- Tatiana Ferrer-Cribe: evaluación de riesgo químico y elaboración del informe final
- David Cambara-González: evaluación de riesgo y procesamiento de datos
- Yudith González-Díaz: revisión y corrección del informe final.