



Title: Industrial safety analysis based on national and international standards for the operation of boilers in Mexico

Authors: ALVARADO-GARCÍA, José Miguel, CRUZ-GÓMEZ, Marco Antonio, VILLAGRÁN-ARROYO, Edgar Iram and ESPINOSA-CARRASCO, María del Rosario

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2021-01

BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 15

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



BUAP

Introducción

Metodología

Seguridad e higiene en el trabajo

Normatividad enfocada en calderas

Accidentes provocados por calderas

Plan de mantenimiento sostenible

Resultados

Conclusiones

Introducción

A finales del siglo XVIII, se empiezan a fabricar las primeras calderas industriales, estas operaban a presiones mayores a la atmosférica. Por lo tanto, cuando los equipos presentaban alguna falla, los resultados eran frecuentemente catastróficos. *American Society of Mechanical Engineers [ASME]. (s.f.).*

Hasta la mitad del siglo XX, los aspectos productivos como el diseño, la calidad y la confiabilidad del producto y del proceso se consideraban más importantes que la seguridad industrial, debido a que se pensaba que esta podía alcanzarse siendo cuidadoso y que no requería planeación y diseño. La seguridad no se consideraba un factor clave en el proceso productivo. *Asfahl, C. et.al. (2010).*

En la actualidad, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), establece que los trabajadores deben estar protegidos contra los accidentes resultantes de su trabajo. No obstante, para millones de trabajadores dista de ser una realidad. Las estimaciones globales de la OIT, muestran que cada año se producen 2.78 millones de muertes relacionadas con el trabajo. *Organización Internacional del Trabajo. [OIT]. (2018).*

Metodología

Esta investigación fue llevada a cabo bajo un enfoque mixto, debido a que se empleó una metodología cuantitativa y cualitativa, basada en Normas Nacionales e Internacionales enfocadas a calderas, así como artículos y libros sobre seguridad industrial.

Método cuantitativo

Fue requerido para analizar parámetros estadísticos, datos técnicos y de operación para identificar las deficiencias de la seguridad industrial en los centros de trabajo.

Método cualitativo

Es necesario para la apreciación de la normatividad mediante leyes causa-efecto, proporcionando profundidad a los datos, riqueza interpretativa y contextualización del entorno.

Seguridad e higiene en el trabajo

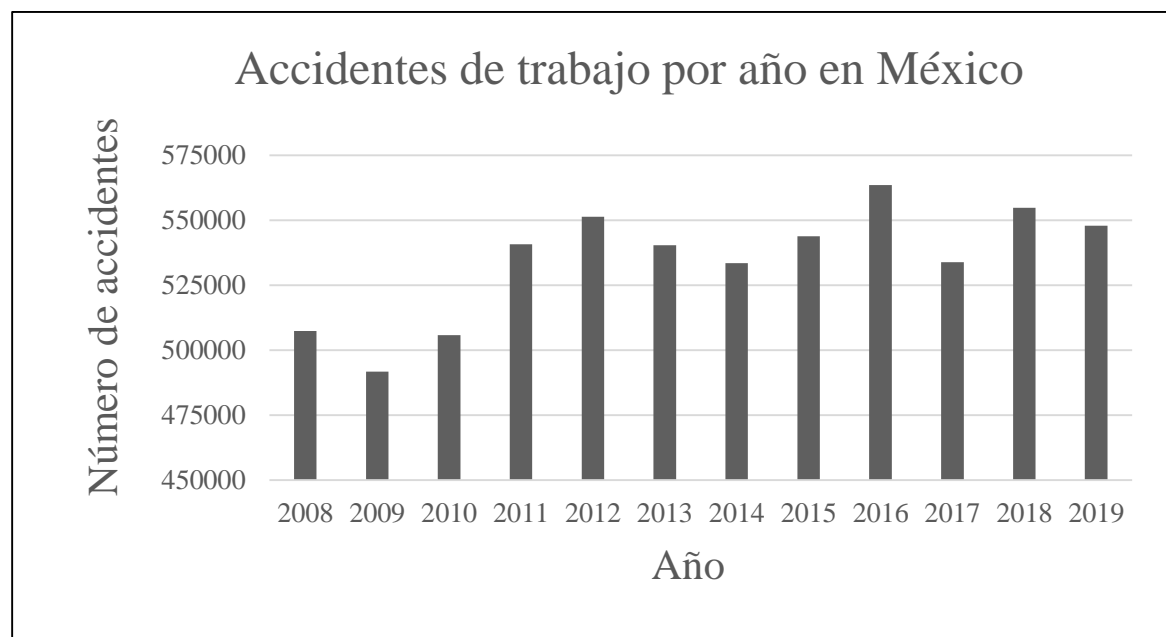
La normatividad define procedimientos y técnicas que se aplican en los centros de trabajo, para el reconocimiento, evaluación y control de agentes nocivos que intervienen en los procesos y actividades; con el objetivo de establecer medidas y acciones para la prevención de accidentes. *Arellano, J. et al. (2013).*

- **Seguridad laboral en México**

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) representa el 79.7% de la población trabajadora con empleo formal en México, motivo por el cual la Base de Datos de Riesgos de Trabajo que administra es relevante para fines estadísticos a nivel nacional. *Aguilar, C. (2017).*

Seguridad e higiene en el trabajo

Como se puede ver en la Gráfica 1, en México desde el año 2008 hasta el 2019 el número de accidentes se mantiene en aproximadamente 500,000 por año. Esto nos indica que no hay interés por mejorar el sistema de seguridad laboral en México. *Instituto Mexicano del Seguro Social. [IMSS]. (2019).*



Gráfica 1. Accidentes de trabajo por año en México. *IMSS. (2019).*

Normatividad enfocada en calderas

- **Código ASME**

El desastre de Groover desencadenó la formulación del código / norma nacional de calderas de EE. UU. hecho por la American Society of Mechanical Engineers (ASME), ésta rige el diseño, construcción, operación y mantenimiento seguro de estos equipos. Hoy en día, la mayoría de los estándares nacionales e internacionales se basan principalmente en la normatividad de calderas ASME. *Canavan, D.A. (2005).*

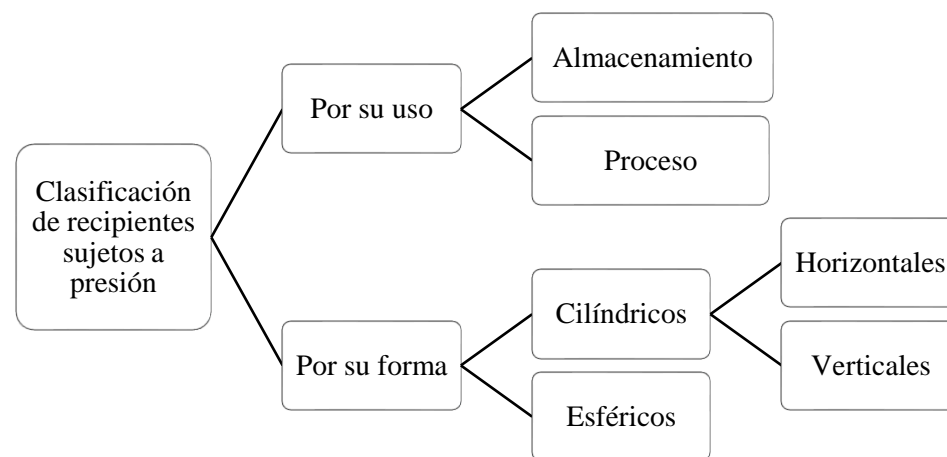


Figura 1. Clasificación de recipientes sujetos a presión. *ASME. (s.f.).*

Normatividad enfocada en calderas

- **Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011**

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011 nos indica las condiciones de seguridad para recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas. El objetivo de esta norma es establecer los requisitos de seguridad para el funcionamiento de dichos equipos en los centros de trabajo, a fin de prevenir riesgos a los trabajadores y daños en las instalaciones. *STPS. (2011)*.

Categoría	Presión	Capacidad térmica
II	Menor o igual a 490.33 kPa	Menor o igual a 1,674.72 MJ/hr
III	Menor o igual a 490.33 kPa	Mayor a 1,674.72 MJ/hr
	Mayor a 490.33 kPa	Cualquier capacidad

Tabla 1. Categorías para generadores de vapor o calderas. *STPS. (2011)*.

Accidentes provocados por calderas

Las explosiones de calderas son muy devastadores y muchas personas mueren cada año debido a estos accidentes. Ocurre principalmente por la falta de capacitación, conciencia y negligencia de los propietarios de la industria, los operadores y todos los equipos de gestión. Aparte de estos, hay algunos fallos técnicos y un exceso de funcionamiento en el ciclo de trabajo o la producción nominal. *Sharafat, A. et al. (2018).*

- **Nuevas Tecnologías para la prevención de accidentes**

Actualmente se encuentra en desarrollo la Caldera 4.0, llamada así por la cuarta revolución industrial (también llamada como revolución inteligente). El equipo consta de un control de combustión moderno, que nos permita ser expandido en etapas y en la que se incluyan los controles de la caldera, incorporando mediciones, cálculos y alarmas. Esto resultará en un beneficio de alta disponibilidad y seguridad. *Combustión, Energía & Ambiente, S.A. (2020).*

Plan de mantenimiento sostenible

El Gobierno de México reconoce que el cambio climático representa el principal reto mundial en materia ambiental de este siglo y ha sido líder entre los países en desarrollo con sus metas progresivas, objetivos y acciones regulatorias a nivel nacional e internacional. *Climate Action Reserve. (2016).*

Ejecutar un plan de mantenimiento sostenible exitoso puede ayudar a mejorar el desempeño de una caldera, además de apoyar la lucha contra el calentamiento global. *Behzad M. et al. (2018).*

Para llevar a cabo un plan de mantenimiento sostenible es necesario realizar una evaluación de sostenibilidad, la cual es un método adecuado que integra simultáneamente los aspectos económicos, sociales, ambientales y técnicos de un sistema a lo largo de su ciclo de vida. *Sala, S. et al. (2015). & Santoyo, E. et al. (2014).*

Plan de mantenimiento sostenible

Indicador ambiental

Una caldera debe cumplir con las normas establecidas para evitar dañar de forma significativa el medio ambiente, porque la ineficiencia energética del equipo puede provocar una cantidad adicional de emisiones de sustancias contaminantes como el Dióxido de Azufre (SO_2), el Monóxido de Carbono (CO) o el Hollín (C). *Uribazó, P. et al. (2006)*.

Indicador económico

Hay que tomar en cuenta dos criterios, el primero es el costo de mantenimiento, el cual dependerá de la empresa y las condiciones en las que se trabaje. El segundo criterio es el costo del combustible, en el caso de calderas la mejor opción es el gas natural, el cual garantiza un ecosistema más limpio y alarga los periodos de mantenimiento y vida útil de estos equipos, lo que proporciona además ahorros económicos. *Colás, J. (2005)*.

Plan de mantenimiento sostenible

Indicador social

En este indicador se destaca la seguridad social, para garantizarla se debe cumplir con la normatividad establecida; en el caso de México, la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011 indica las condiciones de seguridad para el funcionamiento adecuado de recipientes sujetos a presión. Es necesario que el personal cuente con capacitación para llevar a cabo el mantenimiento adecuado y esto garantizará mayor seguridad en el área laboral. *STPS. (2011)*.

Indicador Técnico

El porcentaje de disponibilidad del equipo es un indicador de evaluación del rendimiento de la máquina. *Mobley, R.K. (2002)*.

En el caso de las vibraciones en la caldera, estas pueden ser provocadas por varios motivos posibles, que pueden dividirse entre factores químicos y mecánicos. *Jasiński et al. (2016)*.

Resultados

Un estudio de Behzad, M. et al. realizado en 2018 investigó el impacto de un programa tan moderno en varios parámetros para formas de sostenibilidad en una sala de calderas, utilizando métodos como el monitoreo y el mantenimiento predictivo. La evaluación constaba de cuatro criterios, como ambiental, económico, social y técnico. La mejora de los indicadores condujo a un cambio positivo en la sostenibilidad del sistema durante el período de operación.

Se demostró que el programa puede tener éxito para mejorar el desempeño de todos los criterios, en particular los aspectos sociales y técnicos. Los resultados también fueron prometedores para la evaluación general: las técnicas de monitoreo y el mantenimiento predictivo condujeron a una mejora de al menos un 28% en el desempeño de sostenibilidad de la sala de calderas durante su uso. *Masoud Behzad et al. (2018).*

Conclusiones

Las Normas de seguridad como el código ASME o la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011 cubren particularmente la realización de exámenes y la concesión de certificados de competencia a los asistentes e ingenieros de calderas. Sin embargo, estas reglas a menudo son ignoradas o se violan mientras se implementan a nivel de base. La función de estas leyes no es simplemente regular la actividad comercial e industrial, sino prevenir accidentes en el área de trabajo. *STPS. (2011). & Akshoy, P. et al. (2018).*

Una manera eficiente de trabajar con calderas es mediante la implementación del mantenimiento sostenible, en el cual se deben tomar aspectos como el impacto ambiental, económico, social y técnico. Tomando estrategias de Operación y Mantenimiento es posible tener un impacto positivo en la salud y seguridad de los empleados, proteger el ambiente y mejorar la productividad. *Masoud Behzad et al. (2018).*



Referencias

- Aguilar, C. (2017). Información Nacional Disponible de Riesgos de Trabajo en el IMSS. ¿Qué se tiene y que hace falta? Recuperado de: <https://www.trabajo.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/590/cd0/5c0/590cd05c0e10f279026489.pdf>
- Akshoy Ranjan, P., Feroz. A. (2018). Compliance of Boiler Standards and Industrial Safety in Indian Subcontinent. International Journal of Engineering Materials and Manufacture. Recuperado de: <https://doi.org/10.26776/ijemm.03.04.2018.02>
- Arellano, J., Rodríguez, R. (2013). Salud en el Trabajo y Seguridad Industrial. México. Alfaomega, pp. 2-4, 170.
- Asfahl, C., Rieske, D. (2010). Seguridad Industrial y administración de la salud. 6ta. Ed. México. Pearson Educación. p. 8
- Behzad, M. et al. (2018). Improving sustainability performance of heating facilities in a central boiler room by condition-based maintenance. Journal of Cleaner Production. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.221>
- Canavan, D.A. (2005). Remembering the 1905 Groover Shoe Factory Explosion, Bulletin, 60 (3), 9-12.
- Climate Action Reserve. (2016). Protocolo de Eficiencia de Calderas en México Versión 1.0. Recuperado de: <https://www.climateactionreserve.org/wp-content/uploads/2016/11/Mexico-Boiler-Efficiency-Project-Protocol-V1.0-Espanol.pdf>
- Código A.S.M.E. Sección VIII. Notas de Estudio. Recuperado de: <https://arvengtraining.com/wp-content/uploads/2018/12/ASME-VIII-NOTAS-DE-ESTUDIO-MUESTRA.pdf>
- Colás, J. (2005). Impacto de emisiones gaseosas en calderas de tubos de fuego. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. Recuperado de: <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v1-n1-3-Impacto%20de%20emisiones%20gaseosas%20en%20calderas%20de%20tubos%20de%20fuego.pdf>
- Combustión, Energía & Ambiente, S.A. (2020). Calderas. Guía del usuario (en la Industria y Comercio). Ed. CEACA. Recuperado de: <http://www.ceaca.com/revistas>

Referencias

Mobley, R.K. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance (Second Edition). Elsevier Science, Woburn MA, USA.

Instituto Mexicano del Seguro Social – IMSS. (2019). Memoria Estadística 2019. Recuperado de: <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2019>

Jasiński, D., Meredith, J., Kirwan, K. (2016). A comprehensive framework for automotive sustainability assessment. J. Clean. Prod. 135, 1034–1044. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.027>

Organización Internacional del Trabajo. (2018). Seguridad y salud en el trabajo. Recuperado de: <https://www.ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/occupational-safety-and-health/lang--es/index.htm?ssSourceSiteId=empent>

Sala, S., Ciuffo, B., Nijkamp, P. (2015). A systemic framework for sustainability assessment. Ecol. Econ. 119, 314–325. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.015>

Santoyo, E., Azapagic, A. (2014). Sustainability assessment of energy systems: Integrating environmental, economic and social aspects. J. Clean. Prod. 80, 119–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.061>

Secretaría de Trabajo y Previsión Social. (2011). NORMA Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad. Diario Oficial de la Federación, México. Recuperado de: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/38.pdf>

Sharafat, A., Habibullah, H. (2018). A review on the current status of boiler inspection and safety issues in Bangladesh. 2nd International Conference on Energy and Power, ICEP2018, 13–15 December 2018, Sydney, Australia. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.213>

Uribazó, P. et al. (2006). Influencia de las calderas sobre el medio ambiente. Centro de Información y Gestión Tecnológico de Santiago de Cuba. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181322792006>



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)