

INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA EN SEGURIDAD Y SALUD PARA EL TRABAJO

Análisis de factores de riesgos laborales a través de datos abiertos

Labor risks factors analysis through open data

Ricardo Ceballos Garzón*
Jorge Camilo Rincón**
Katherine Montaña Oviedo***

Artículo de investigación

Recepción: 15 de enero de 2020
Aceptación: 06 de marzo de 2020

Como citar:

Ceballos Garzón, R; Rincón, J; Montaña Oviedo, K. 2019. Análisis de factores de riesgos laborales a través de datos abiertos. Mare Ingenii. Ingeniería 1 (2), pp. 29-46. Disponible en: <http://cipres.sanmateo.edu.co/index.php/mi>

*Coordinador de investigación y docente del programa de ingeniería en telecomunicaciones de la Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: rceballos@sanmateo.edu.co

** Estudiante del programa de ingeniería de sistemas de la Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: jcamilorincon@sanmateo.edu.co

***Coordinadora de investigación y docente del programa de ingeniería en salud y seguridad para el trabajo de la Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: kmontana@sanmateo.edu.co

Resumen:

El libre uso y distribución de información suministrada por el sector público o privado frente a la seguridad y salud para el trabajo es una oportunidad para diagnosticar y establecer perspectivas de uso de datos abiertos. Lo anterior, para comprender situaciones o la posibilidad de toma de decisiones en este campo.

Palabras claves:

Datos abiertos, seguridad y salud para el trabajo, factores de riesgo laborales, ambientes laborales.

Abstract:

The free use and distribution of information provided by the public or private sector regarding occupational safety and health is an opportunity to diagnose and establish perspectives for the use of open data to understand situations or the possibility of making decisions in this field.

Keywords:

Open data, occupational safety and health, occupational risk factors, work environments.

Introducción

El libre uso y distribución de información suministrada por el sector público constituye una oportunidad para establecer protocolos de toma de decisiones o comprender fenómenos. El uso adecuado de datos abiertos genera nuevas cadenas de valor en los procesos organizacionales; permite mejorar su transparencia, su accesibilidad y el impacto directo de estos procesos en el entorno.

Los datos abiertos ofrecidos por distintas instituciones gubernamentales, incluso por organizaciones del sector privado, tienen como objetivo incrementar la transparencia, la participación ciudadana y al mis-

mo tiempo mejorar los procesos de diseño e implementación de políticas públicas. Su objetivo es buscar un impacto directo en los diferentes actores sociales para así mejorar la calidad de vida de los ciudadanos; generar nuevas oportunidades de negocio y lograr una visibilidad objetiva de los procesos y las dinámicas existentes a nivel social.

De esta forma, información de carácter meteorológico o geográfico, así como indicadores sociales, de movilidad, de criminalidad, tendencias en redes sociales, entre otros, se convierten en una fuente valiosa de información. Permiten a los ciudadanos adquirir un panorama general sobre las diferentes dinámicas existentes al interior de sus comunidades.

Datos provenientes del campo de la seguridad y salud para el trabajo están ampliamente distribuidos entre entidades de carácter público y privado. Estos podrían ser empleados para tomar decisiones o comprender fenómenos en los campos laborales desde la exploración, tratamiento y visualización de datos. En este orden de ideas, se evidencia que el análisis de datos abiertos provenientes de factores de riesgo en ambientes laborales no cuenta con investigaciones en este campo a nivel colombiano. Por tanto, es una oportunidad para generar un análisis a nivel estadístico sobre este tipo de datos para orientar los procesos en seguridad y salud para el trabajo.

Objetivo General

- Analizar los factores de riesgo laborales a través de datos abiertos.

Objetivos Específicos

- Identificar sistemas de información que cuenten con datos abiertos frente a seguridad y salud para el trabajo.

- Establecer variables de análisis frente a factores de riesgo en ambiente laborales suministrados por sistema de información de datos abiertos.
- Determinar una estrategia estadística que relacione diferentes factores de riesgo en ambientes laborales y realizar inferencias de las correlaciones.

Metodología

El tipo de investigación es exploratorio bajo un enfoque de tipo cuantitativo; tiene en cuenta tres (3) fases: El objetivo de la Fase uno (1) es identificar sistemas de información que cuenten con datos abiertos sobre seguridad y salud para el trabajo; el de la Fase dos (2), establecer variables de análisis frente a factores de riesgo en ambiente laborales suministrados por sistema de información de datos abiertos y el de la Fase tres (3), determinar una estrategia estadística que relacione diferentes factores de riesgo en ambientes laborales y realizar inferencias de las correlaciones. La metodología es establecida a partir de los trabajos de Correa [1] y Vidal [2]. A continuación, se observa en detalle cada una de las actividades y herramientas en cada una de las fases.

Ahora bien, al investigar sobre las fuentes de información con datos abiertos frente a la seguridad y salud en el trabajo se elaboran matrices; se analizan y describen aspectos tan importantes como la fuente origen, los enlaces, los títulos, las etiquetas, fechas de creación, fechas de última actualización, número de filas y columnas, descripción y formato. De esta manera, es posible hacer un seguimiento constante a la meta data, manteniendo la referencia constante de los datos. Por lo anterior, la investigación infiere que los datos son objeto de constantes y periódicos reajustes por parte de las entidades proveedoras.

Aunque el tamaño de las bases de datos varía según el propósito particular de cada

estudio o estadística, se pueden utilizar en varios contextos. Además, brinda la oportunidad de relacionar datos de manera simple para generar estadísticas que prevean información estructurada y orientada al estudio de riesgos laborales y accidentalidad, según el sector y zona geográfica.

Análisis de contenido

Una vez realizado el proceso de validación de contenidos referentes a artículos, revistas y libros relacionados con la seguridad y salud en el trabajo; se evidencia que en Sudamérica, principalmente en la comunidad andina, no han adelantado grandes estudios que analicen de manera cronológica o estadística los datos abiertos de diferentes entidades relacionadas con el control y referenciación de accidentalidad, enfermedades y muertes asociadas en ambientes laborales.

En contraste a esta situación, en países desarrollados se encontraron varios estudios, artículos y bibliografía que enmarcan estadísticas y reflejan un panorama claro de la situaciones riesgosas, enfermedades laborales y accidentes propios en diferentes industrias. Lo anterior ha permitido avanzar de manera paulatina en medidas y programas desarrollados de control y prevención de dichas situaciones.

Es de notar que, desde hace un par de décadas, en países avanzados se pueden notar los estudios y estadísticas cronológicas desarrolladas, con el objetivo de implementar medidas que ayuden a mejorar el panorama de los trabajadores, sin importar la región (Tabla 3).

FUENTE	ENLACE ORIGEN	LINK	TITULO	ETIQUETAS	FECHA DE CREACIÓN	FECHA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN	FILAS	COLUMNAS	DESCRIPCIÓN	FORMATO
MINTIC	https://www.positiva.gov.co/	https://www.datos.gov.co/Salud-y-Proteccion-Social/Estadisticas-Riesgos-Laborales-Positiva/kwqa-xugi	estadísticas Riesgos Laborales Positiva	Riesgos Laborales	4/08/2017	18/11/2019	44,8 K	14	riesgos, laborales, muertes, pensiones, incapacidad, accidentes, trabajo, enfermedad, laboral	CSV
FONDO DE RIESGOS LABORALES	http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/informacion/estadisticas-2018/	https://www.datos.gov.co/Trabajo/Consolidado-estadisticas-accidentes-y-enfermedades/8d43-28hk	Consolidado estadísticas accidentes y enfermedades laborales - Del Grupo de Promoción y prevención de la Dirección de Riesgos de Laborales del Ministerio del Trabajo	riesgos, laboral, accidente, muerte, enfermedad	21/10/2019	13/11/2019	24	18	riesgos, laboral, accidente, muerte, enfermedad	CSV
FONDO DE RIESGOS LABORALES	http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/informacion/estadisticas-2018/	http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/informacion/estadisticas-2018/	SECTORES CON MAYOR ACCIDENTALIDAD A NIVEL NACIONAL	Riesgos Laborales	1/01/2019	1/01/2019	6	10	SECTORES CON MAYOR ACCIDENTALIDAD A NIVEL NACIONAL	XLSX
FONDO DE RIESGOS LABORALES	http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/informacion/estadisticas-2018/	http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/wp-content/uploads/2019/02/Afiliados-ATEL-Departamento-Sector-Econ%C3%B3mico-2018.xlsx	AFILIADOS Y EVENTOS ATEL POR DEPARTAMENTO Y SECTOR ECONÓMICO	Riesgos Laborales	1/01/2019	1/01/2019	581	9	riesgos, laboral, accidente, muerte, enfermedad	XLSX
FONDO DE RIESGOS LABORALES	http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/informacion/estadisticas-2018/	http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/wp-content/uploads/2019/02/Reporte-Afiliados-y-Eventos-ATEL-2011-a-2018-MinTrabajo.xlsx	ESTADÍSTICAS Y EVENTOS ATEL	Riesgos Laborales	2/03/2012	1/01/2019	43	9	riesgos, laboral, accidente, muerte, enfermedad	XLSX
DATOS ABIERTOS BOGOTÁ	https://datosabiertos.bogota.gov.co/	https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/687d574c-2892-4c48-915e-ac10b982d7bd/resource/b3f020bf-b105-45d4-98e9-38fc5ca6ca9f/download/osb_afiliacion_aseguradoras_riesgos_profesionales.csv	AFILIACIÓN A ASEGURADORAS DE RIESGOS	Riesgos Laborales	25/05/2019	25/05/2019	9	3	Afiliación Riesgos Laborales	XLSX

Tabla 1. Sistemas de información con datos abiertos sobre seguridad y salud para el trabajo, elaboración propia.

TIPO	UNIVERSIDAD	ENLACE	TÍTULO	AUTOR	PALABRAS CLAVE	FECHA
Tesis	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	http://hdl.handle.net/11349/2924	Diseño de una Plataforma que Permita Disponer Datos Abiertos sobre Accidentalidad Laboral y Facilite su Análisis	Bernal Calvache, Cindy Paola	Datos Abiertos Riesgos Laborales Plataforma E-Government	27/08/2015
ARTICULO	Polytechnic University of Catalonia	https://www.mdpi.com/1660-4601/15/3/462/pdf	Analysis of Occupational Accidents in Underground and Surface Mining in Spain Using Data-Mining Techniques	Lluís Sanmiquel 1,* , Marc Bascompta 1, Josep M. Rosell 2, Hernán Francisco Anticoi 3 and Eduard Guash 3	data mining; association rules; previous cause; type of accident; overexertion	7/03/2018
ARTICULO	SAfeR-Centro Studi su Sicurezza, Affidabilità e Rischi, Dipartimento Scienza Applicata e Tecnologia, Politecnico di Torino, 10129 Torino, Italy	https://www.mdpi.com/2313-576X/4/4/51	Large Occupational Accidents Data Analysis with a Coupled Unsupervised Algorithm: The S.O.M. K-Means Method. An Application to the Wood Industry	Lorenzo Comberti 1, Micaela Demichela 1 , Gabriele Baldissone 1,* , Gianmario Fois 2 and Roberto Luzzi 2	clustering; SOM; accident database analysis; accident prevention; safety; risk-based decision making	1/11/2018
ARTICULO	Polytechnic University of Catalonia, 08034 Barcelona, Spain	https://www.mdpi.com/1660-4601/15/3/462	Analysis of Occupational Accidents in Underground and Surface Mining in Spain Using Data-Mining Techniques	Lluís Sanmiquel 1,* , Marc Bascompta 1 [Orcid] , Josep M. Rosell 2, Hernán Francisco Anticoi 3 [Orcid] and Eduard Guash 3 [Orcid]	data mining; association rules; previous cause; type of accident; overexertion	7/03/2018
LIBRO	Faculty of Industrial Engineering and Management, Technion-Israel Institute of Technology, Haifa 32000, Israel	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0277953699003093	Well being, work environment and work accidents	Alan Kirschenbaum Ludmilla Oigenblick Albert Goldberg	Accident proneness Injured workers Work-family environment Emotional well being Israel	1/03/2000
ARTICULO	WSH INSTITUTE MINISTRY OF SOCIAL AFFAIRS AND HEALTH FINLAND	http://www.icohweb.org/site/images/news/pdf/Report%20Global%20Estimates%20of%20Occupational%20Accidents%20and%20Work-related%20Illnesses%202017%20rev1.pdf	GLOBAL ESTIMATES OF OCCUPATIONAL ACCIDENTS AND WORK-RELATED ILLNESSES 2017	Päivi Hämäläinen . Jukka Takala . Tan Boon Kiat	Fatal Occupational Accidents / Non-fatal Occupational Accidents / Fatal Work-Related Diseases	1/09/2017

Tabla 2. Bibliografía relacionada con datos abiertos sobre seguridad y salud para el trabajo, **elaboración propia.**

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) refiere a la base de datos abierta CISDOC como instrumento principal de consulta y analítica de información frente a accidentalidad laboral en América Latina. Una vez revisadas las diferentes entradas, es de resaltar que son muy pocas las referencias en español y con origen en la comunidad

andina como se evidencia en el siguiente registro tomado directamente del sitio oficial de la OIT, Figura 1.

Lo anterior también se ve reflejado en las estadísticas de inversión a nivel mundial de los países respecto a seguridad y salud en el trabajo o seguridad y salud laboral como lo evidencia la Figura 2.

Region	Fatality Rates of each economic sector					
	Agriculture		Industry		Service	
	2010	2014	2010	2014	2010	2014
HIGH	7.8	no change	3.8	no change	1.5	no change
AFRO	18.9	no change	21.1	no change	17.7	no change
AMRO	9.3	8.7 ↓	9.5	11.2 ↑	6.0	5.7 ↓
EMRO	13.0	no change	14.9	no change	12.3	no change
EURO	15.7	17.0 ↑	10.3	13.4 ↑	5.5	3.5 ↓
SEARO	24.0	27.5 ↑	9.7	9.9 ↑	5.1	4.4 ↓
WPRO	24.0	27.5 ↑	9.7	9.9 ↑	5.1	4.4 ↓

Tabla 3. Tasas de fatalidad por lesiones laborales por cada 100,000 empleados según el sector. [3]

1. [Acerca CIS](#)
2. [Base de datos CISDOC](#)
 1. [Búsqueda](#)
 2. [Búsqueda detallada](#)
 3. [Navegador](#)
3. [Legislación Archivado](#)
 1. [Navegador](#)

Base de datos CISDOC

- [El cuerpo humano](#)
- [Asistencia sanitaria](#)
- [Gestión y política](#)
- [Herramientas y enfoques](#)
- [Factores psicosociales y de organización](#)
- [Riesgos generales](#)
- [El medio ambiente](#)
- [Accidentes y gestión de la seguridad](#)
 - [Accident research](#) (525 entries)
 - [Safety supervision](#) (543 entries)
 - [Accident investigation](#) (209 entries)
 - [Reporting of occupational accidents](#) (114 entries)
 - [Hand and portable tools](#) (750 entries)
 - [Safety devices](#) (894 entries)
 - [Falls from heights](#) (105 entries)
 - [Confined spaces](#) (312 entries)
 - [Safety culture and safety consciousness](#) (267 entries)
 - [Safety programmes](#) (433 entries)
- [Productos químicos](#)
- [Industrias basadas en recursos biológicos](#)
- [Industrias basadas en recursos naturales](#)
- [Industrias químicas](#)
- [Industrias manufactureras](#)
- [Industrias textiles y de la confección](#)
- [Industrias del transporte](#)
- [Industria de la construcción](#)
- [Servicios](#)
- [Legislación Archivado](#)

Figura 1. Base de datos CISDOC. [4]

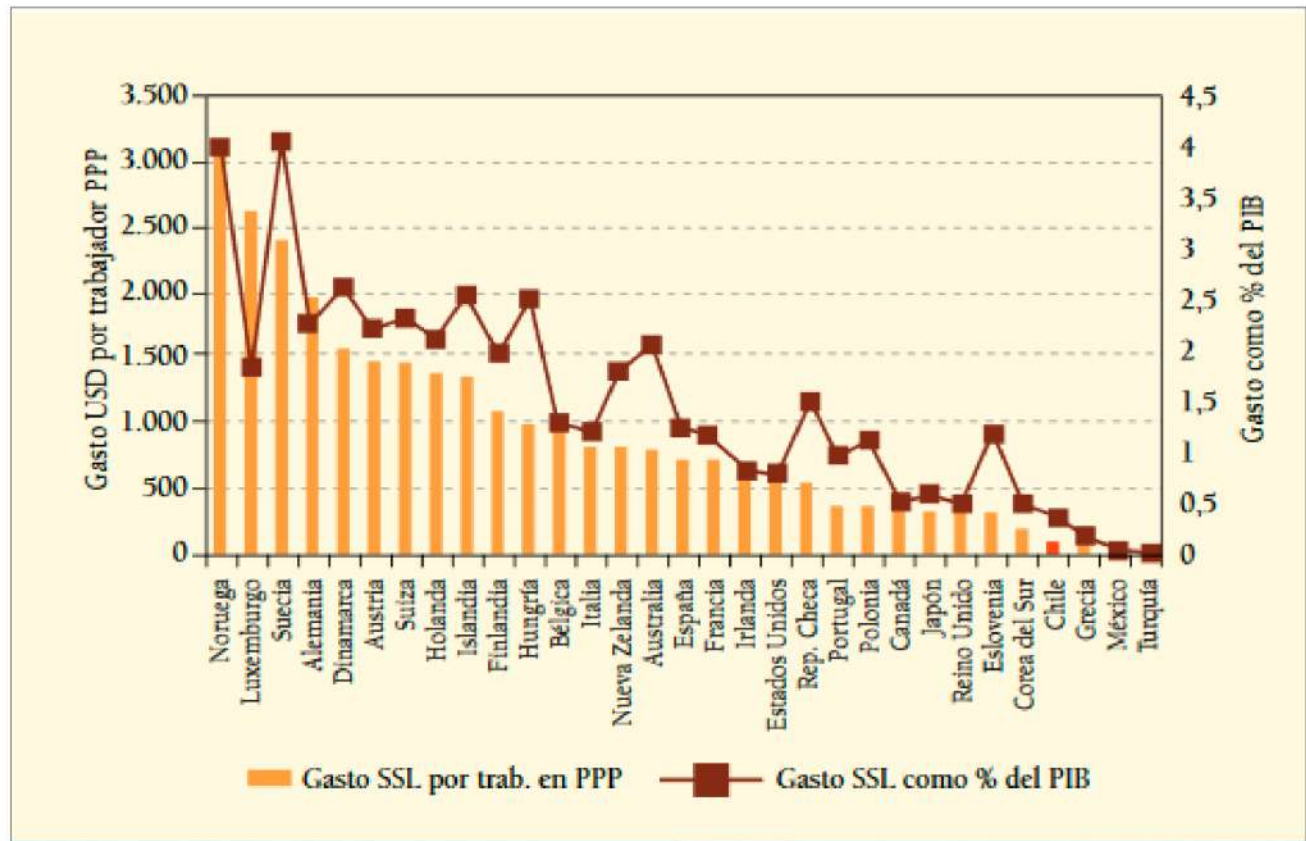


Figura 2. Inversión a nivel mundial de los países, respecto a seguridad y salud en el trabajo o seguridad y salud laboral. [5]

En conclusión, se pudo evidenciar que, aunque en Sudamérica existen trabajos y bibliografía referente a la seguridad y salud en el trabajo, hace falta mayor investigación frente a otros países. Es importante que, desde las instituciones gubernamentales, academia y sectores industriales se implementen mecanismos que activen e impulsen de manera inmediata estrategias para el desarrollo de estudios, con mayor alcance y de mejor impacto. Además, que a mediano plazo den herramientas necesarias para definir políticas adecuadas de prevención, protección y capacitación para los trabajadores.

Variables de análisis frente a factores de riesgo en ambiente laborales suministrados por sistema de información de datos abiertos.

Una vez revisada la matriz de bases de datos abiertas para la información, se en-

tiende el ajuste que se debe hacer a cualquier análisis y su orientación a la realidad y legislación propia de cada estado o nación; para el caso colombiano, el ministerio del trabajo y el ministerio de salud definen y regulan las variables a tener en cuenta para cualquier análisis relacionado con los riesgos o accidentalidad laboral.

Una vez entendidas dichas variables se puede aplicar cualquier análisis que tenga como objetivo establecer parámetros a partir de bases de datos abiertas que muestren estadísticas y patrones de comportamiento o repetición de eventos. Lo anterior, de acuerdo con las diferentes zonas geográficas, tipos de industria, y otros factores de impacto en la seguridad y salud en el trabajo.

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES

VARIABLE	DEFINICIÓN
Número de empresas afiliadas	Número total de empresas afiliados por municipio y actividad económica, que se encuentran afiliadas al final del mes reportado
Número de trabajadores dependientes afiliados	Número de trabajadores dependientes afiliados por municipio y actividad económica, al final del mes reportado, Incluye: trabajadores dependientes que vienen del mes anterior más nuevos trabajadores dependientes afiliados en el mes, menos trabajadores dependientes desafiados en el mes. Se incluyen los trabajadores en mora. El valor consignado en este campo debe corresponder al número de contratos de afiliación.
Número de trabajadores independientes con contrato de prestación de servicios afiliados al Sistema General de Riesgos Laborales	Número de trabajadores independientes con contrato de prestación de servicios afiliados al Sistema General de Riesgos Laborales - SGRL, afiliados por municipio y actividad económica, al final del mes reportado. Incluye: trabajadores independientes con contrato de prestación de servicios afiliados al SGRL que vienen del mes anterior más nuevos trabajadores independientes con contrato de prestación de servicios afiliados al SGRL afiliados en el mes, menos trabajadores independientes de obligatoria afiliación al SGRL desafiados en el mes. se incluyen los trabajadores en mora. El valor consignado en este campo debe corresponder al número de contratos de afiliación.
Número de estudiantes afiliados	Número de estudiantes afiliados al SGRL por municipio y actividad económica, al final del mes reportado, Incluye: estudiantes afiliados al SGRL que vienen del mes anterior más nuevos estudiantes afiliados al SGRL en el mes, menos estudiantes desafiados al SGRL en el mes. El valor consignado en este campo debe corresponder al número de contratos de afiliación. Ver Decreto 055 de 2015 y Ley 1780 de 2016.
Número de presuntos accidentes de trabajo	Sumatoria de presuntos accidentes de trabajo reportados en el mes por municipio y actividad económica.
Número de accidentes de trabajo sucedidos y calificados como de origen laboral	Sumatoria de todos los accidentes que han sido aprobados como de origen laboral por municipio y actividad económica, durante el mes reportado (sin importar la fecha del accidente), no se incluyen los accidentes objetados ni los que estén pendientes de definición.
Número de presuntas enfermedades laborales	Sumatoria de presuntas enfermedades laborales por municipio y actividad económica durante el mes reportado (sin importar la fecha de diagnóstico), no se incluyen las enfermedades objetadas ni los que estén pendientes de definición.
Número de enfermedades laborales calificadas como de origen laboral	Sumatoria de enfermedades laborales calificadas como de origen laboral por municipio y actividad económica, durante el mes reportado (sin importar la fecha del diagnóstico), no se incluyen las enfermedades objetadas, ni las que estén pendientes de definición.

Número de muertes reportadas por presunto accidente de trabajo	Sumatoria de muertes reportadas por presunto accidente de trabajo por municipio y actividad económica durante el mes reportado.
Número de muertes reportadas por presunta enfermedad laboral	Sumatoria de muertes reportadas durante el mes por presunta enfermedad laboral por municipio y actividad económica.
Sumatoria de muertes por accidente de trabajo calificadas como de origen laboral	Muertes por accidente de trabajo calificadas como de origen laboral por municipio y actividad económica durante el mes reportado (sin importar la fecha de ocurrencia de la muerte). No se incluyen los objetados, ni los que están pendientes de definición.
Número de muertes por enfermedad calificada como de origen laboral	Muertes por enfermedad laboral por municipio y actividad económica durante el mes reportado (sin importar la fecha de ocurrencia de la muerte).
Número de nuevas pensiones de invalidez por accidente de trabajo	Sumatoria de nuevas pensiones de invalidez por accidente de trabajo pagadas en el mes por municipio y actividad económica: Es la sumatoria de trabajadores Inválidos y pasados a reserva matemática durante el mes de reporte (sin importar la fecha de ocurrencia del siniestro ni la fecha de calificación), originados en un accidente de trabajo.
Número de nuevas pensiones de invalidez por enfermedad laboral	Sumatoria de nuevas pensiones de invalidez por enfermedad laboral pagadas en el mes por municipio y actividad económica: Es la sumatoria de trabajadores Inválidos y pasados a reserva matemática durante el mes de reporte (sin importar la fecha de ocurrencia del siniestro ni la fecha de calificación), originados por enfermedad laboral.
Número de incapacidades permanentes parciales por accidente de trabajo.	Sumatoria de Incapacidades permanentes parciales - IPP por accidente de trabajos pagados en el mes por municipio y actividad económica. Es la sumatoria del número de siniestros (eventos) que generaron pago por concepto de IPP por accidente de trabajo (sin importar la fecha de ocurrencia del siniestro ni la fecha de calificación).
Número de incapacidades permanentes parciales por enfermedad laboral	Sumatoria de Incapacidades permanentes parciales por enfermedad laboral pagadas en el mes por municipio y actividad económica. Es la sumatoria del número de siniestros (eventos) que generaron pago por concepto de IPP por enfermedad laboral (sin importar la fecha de ocurrencia del siniestro ni la fecha de calificación).

VARIABLE	DEFINICIÓN
Número de trabajadores afiliados voluntarios a riesgos laborales	Número de trabajadores afiliados voluntarios a riesgos laborales por municipio y ocupación, al final del mes reportado, Incluye: trabajadores afiliados voluntarios a riesgos laborales que vienen del mes anterior más nuevos trabajadores afiliados voluntarios a riesgos laborales en el período, menos trabajadores afiliados voluntarios a riesgos laborales desafiliados en el mes. El valor consignado en este campo debe corresponder al número de contratos de afiliación. Ver Decreto 1563 de 2016.

Número de presuntos accidentes de trabajo	Sumatorio de presuntos accidentes de trabajo reportados en el mes por municipio y ocupación.
Número de accidentes de trabajo sucedidos y calificados como de origen laboral	Sumatoria de accidentes sucedidos y calificados como de origen laboral por municipio y ocupación, durante el mes reportado (sin importar la fecha del accidente), no se incluyen los accidentes objetados ni los que estén pendientes de definición.
Número de presuntas enfermedades laborales	Sumatoria de presuntas enfermedades laborales por municipio y ocupación durante el mes reportado (sin importar la fecha de diagnóstico), no se incluyen las enfermedades objetadas ni los que estén pendientes de definición.
Número de enfermedades laborales sucedidas y calificadas como de origen laboral	Sumatorias enfermedades laborales sucedidas y calificadas como de origen laboral por municipio y ocupación, durante el mes reportado (sin importar la fecha del diagnóstico), no se incluyen las enfermedades objetadas, ni las que estén pendientes de definición.
Número de muertes reportadas por presunto accidente de trabajo	Sumatoria muertes reportadas por presunto accidente de trabajo por municipio y ocupación reportadas en el mes.
Número de muertes reportadas por presunta enfermedad laboral	Sumatoria muertes reportadas en el mes por presunta enfermedad laboral por municipio y ocupación.
Número de muertes por accidente de trabajo calificadas como de origen laboral	Sumatorias muertes por accidente de trabajo calificadas como de origen laboral por municipio y ocupación durante el mes reportado (sin importar la fecha de ocurrencia de la muerte). No se incluyen los objetados, ni los que están pendientes de definición.
Número de muertes por enfermedad calificada como de origen laboral	Sumatoria de muertes por enfermedad laboral por municipio y ocupación durante el mes reportado (sin importar la fecha de ocurrencia de la muerte).
Número de nuevas pensiones de invalidez por accidente de trabajo	Sumatoria nuevas pensiones de invalidez por accidente de trabajo pagadas en el mes por municipio y ocupación: Es la sumatoria de trabajadores Inválidos y pasados a reserva matemática durante el período de reporte (sin importar la fecha de ocurrencia del siniestro ni la fecha de calificación), originados en un accidente de trabajo.
Número de nuevas pensiones de invalidez por enfermedad laboral	Sumatoria nuevas pensiones de invalidez por enfermedad laboral pagadas en el mes por municipio y ocupación: Es la sumatoria de trabajadores Inválidos y pasados a reserva matemática durante el mes de reporte (sin importar la fecha de ocurrencia del siniestro ni la fecha de calificación), originados por enfermedad laboral.
Número de incapacidades permanentes parciales por accidente de trabajo.	Sumatoria incapacidades permanentes parciales - IPP por accidente de trabajos pagados en el mes por municipio y ocupación. Es la sumatoria del número de siniestros (eventos) que generaron pago por concepto de IPP por accidente de trabajo (sin importar la fecha de ocurrencia del siniestro ni la fecha de calificación).
Número de incapacidades permanentes parciales por enfermedad laboral	Sumatorias incapacidades permanentes parciales por enfermedad laboral pagadas en el mes por municipio y ocupación. Es la sumatoria del número de siniestros (eventos) que generaron pago por concepto de IPP por enfermedad laboral (sin importar la fecha de ocurrencia del siniestro ni la fecha de calificación). Valor entero. Si no se tienen afiliados que cumplan, reporte el valor en cero.

Tabla 4. Definición de las variables que intervienen en el sistema general de riesgos laborales. [6]

INDICADOR	FORMULA	PERIODICIDAD
Tasa de accidentalidad	$(\text{Número de accidentes de trabajo} / \text{Población Afiliada}) * 100$	Anual
Tasa de mortalidad por accidente de trabajo y enfermedad laboral -ATEL-	$(\text{Número de eventos mortales por ATEL} / \text{Población afiliada}) * 100.000$	Anual
Tasa de enfermedad laboral -ATEL-	$(\text{Número de enfermedades laborales calificadas} / \text{Población afiliada}) * 100.000$	Anual

Tabla 5. Formulas para calcular tasas de accidentalidad, mortalidad y enfermedad laboral [7].

Una vez identificadas las bases de datos para el entorno nacional, se puede inferir que están acordes para generar análisis frente a factores de riesgo en ambientes laborales. Esto se evidencia en el estudio de la base de datos descargada del fondo de

riesgos laborales en la cual se refieren las tasas de muertes, enfermedades y accidentes calificados presentados en la población afiliada a las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL).

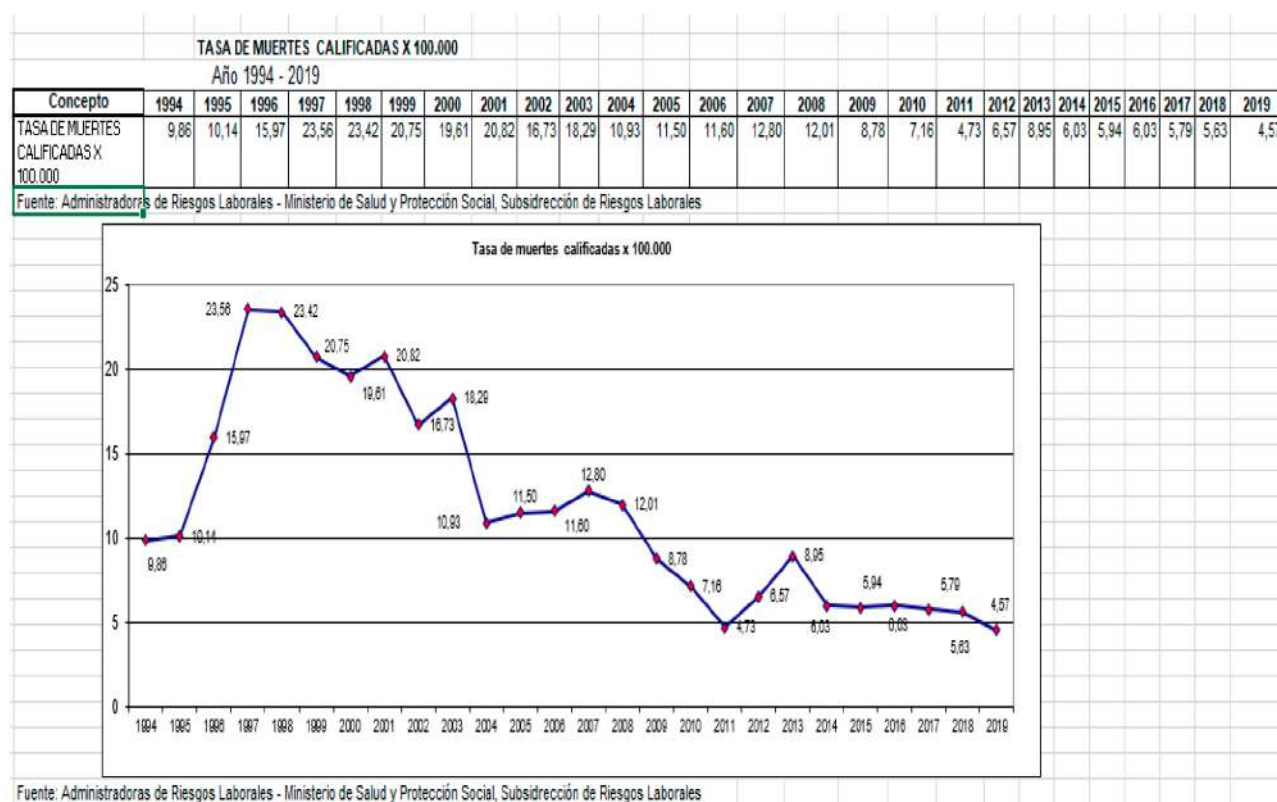


Figura 3. Tasa de muertes calificadas x 100.000. [8]

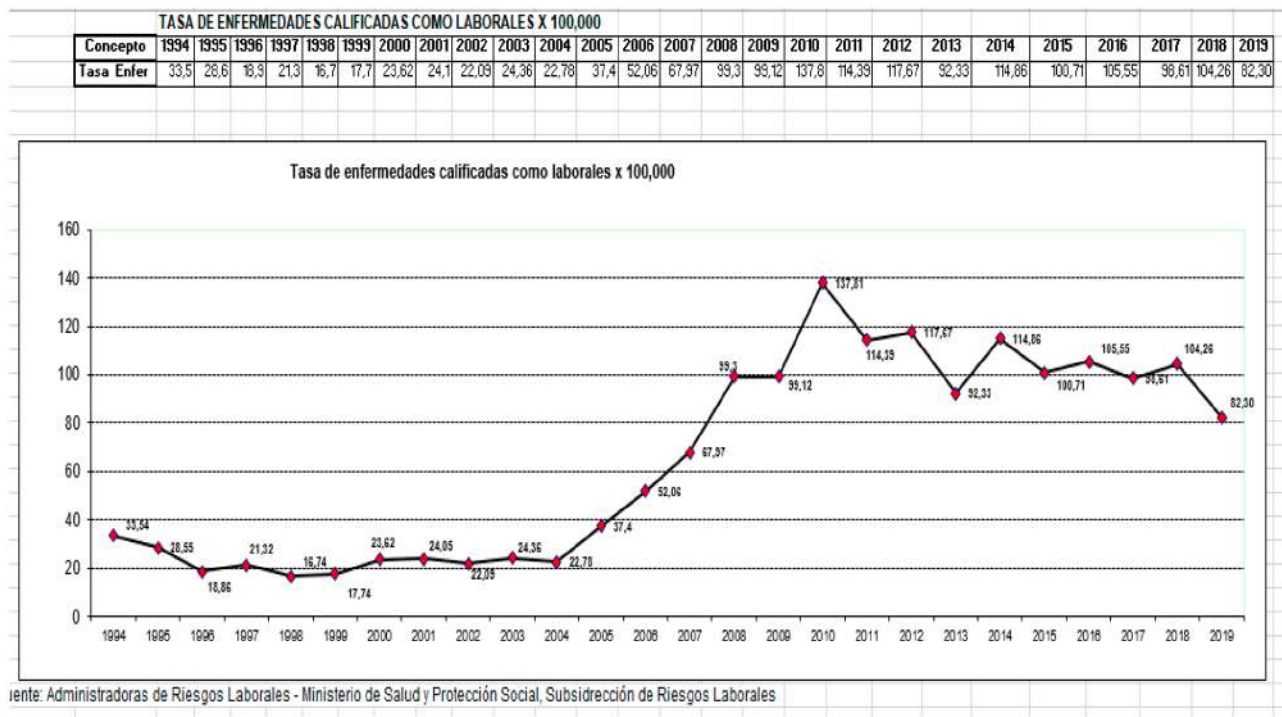


Figura 4. Tasa de enfermedades calificadas como laborales x 100.000. [9]

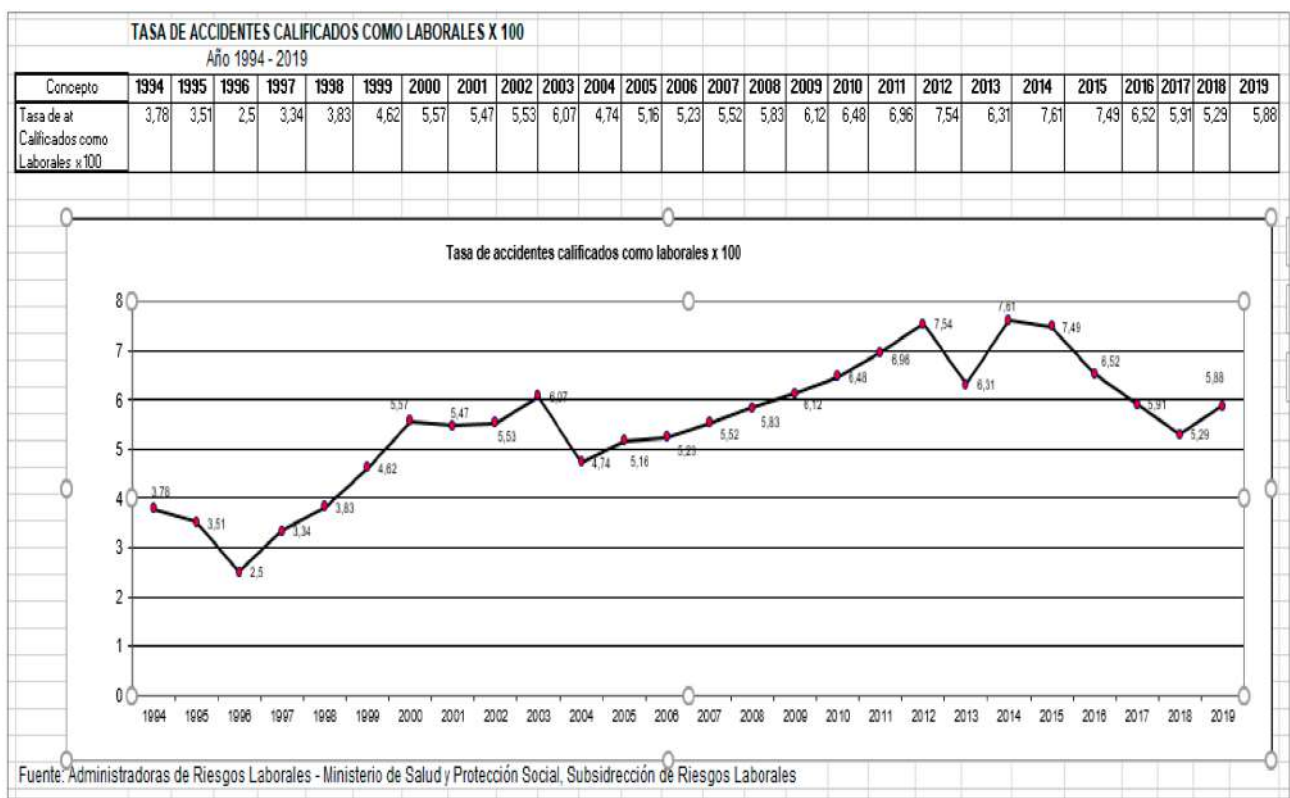


Figura 5. Tasa de accidentes calificados como laborales x 100. [10]

Los datos suministrado por las diferentes bases de datos fueron identificados y clasificados para poder generar los respecti-

vos análisis y estadísticas de acuerdo al tipo de afiliados.

ESTADÍSTICAS SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES POR LAS APP'S													
CONCEPTO	ACUMULADO 2007	ACUMULADO 2008	ACUMULADO 2009	ACUMULADO 2010	ACUMULADO 2011	ACUMULADO 2012	ACUMULADO 2013	ACUMULADO 2014	ACUMULADO 2015	ACUMULADO 2016	ACUMULADO 2017	ACUMULADO 2018	ACUMULADO 2019
AFILIADOS	5.945.653	6.188.317	6.707.433	6.828.126	7.851.817	8.093.537	8.434.862	9.020.355	9.546.636	9.620.228	9.788.843	9.984.636	10.528.465
EMPRESAS AFILIADAS	418.620	449.031	443.515	451.195	521.495	582.596	591.524	611.048	667.888	709.754	764.882	832.846	882.382
PENSIONES DE INVALIDEZ PAGADAS	418	728	266	230	183	250	542	505	663	1.453	2.174	3.419	3.680
MUERTES CALIFICADAS COMO LABORALES	761	743	588	489	371	528	755	544	567	580	567	562	481
MUERTES OCURRIDAS	888	948	964	958	867	848	881	860	880	846	836	831	825
INCAPACIDADES PERMANENTES PARCIALES PAGADAS	7.493	8.010	7.271	9613	10.003	12.663	11.298	13.914	14.810	9.650	12.556	8.621	14.662
ENFERMEDADES CALIFICADAS COMO ACCIDENTES	4.041	6.145	6.891	9.410	8.382	9.524	7.788	10.361	9.614	10.154	9.653	10.410	8.665
PRESUNTOS ACCIDENTES DE TRABAJO	328.382	360.800	410.410	442.689	546.713	609.881	531.991	686.363	715.321	627.542	578.816	527.859	619.086
TASA DE ACCIDENTES CALIFICADOS COMO LABORALES X 100	5,52	5,83	6,12	6,48	6,96	7,54	6,31	7,61	7,49	6,52	5,91	5,29	5,88
TASA DE ENFERMEDADES CALIFICADAS COMO LABORALES X 100.000	67,97	99,30	102,74	137,81	114,39	117,67	92,33	114,86	100,71	105,55	98,61	104,26	82,30
TASA DE MUERTES CALIFICADAS X 100.000	12,80	12,01	8,77	7,16	4,73	6,52	8,95	6,03	5,94	6,03	5,79	5,63	4,57
SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES POR LAS APP'S	784.154.973.142	1.017.337.843.425	1.341.321.454.584	1.471.152.365.401	1.718.746.958.847	2.013.062.897.037	2.300.822.962.106	2.611.482.513.672	2.898.241.435.225	3.093.405.674.158	3.312.435.427.893	3.842.820.062.388	Pendiente

Tabla 6. Resumen estadísticas sistema general de riesgos laborales [11].

Estrategia estadística que relacione factores de riesgo en ambientes laborales

En el proceso de elaboración de la matriz de referencias bibliográficas se encontró un artículo publicado el 1 de noviembre de 2018 con el título Análisis de datos de grandes accidentes laborales con un algoritmo acoplado no supervisado: The S.O.M. Método K-medias una aplicación para la industria de la madera (Large Occupational Accidents Data Analysis with a Coupled Unsupervised Algorithm: The S.O.M. K-Means Method. An Application to the Wood Industry).

El artículo hace referencia a un algoritmo diseñado. Este utiliza la minería de datos como herramienta con varias técnicas

diferenciales para el análisis de datos enfocados en variables no numéricas que permiten identificar los escenarios en donde se presentan los accidentes más importantes, a través de correspondencia múltiple e identificación de patrón, con una cuantificación asociada de los mismos [12].

Este algoritmo de aprendizaje no supervisado se usa para generar topologías mientras se conservan las transformaciones de un espacio vectorial de datos de alta dimensión, a un espacio de mapa de baja dimensión. Dicho de otra manera, con este algoritmo es posible ver un conjunto de datos de múltiples dimensiones en un espacio bidimensional. Esto facilita en gran medida el análisis de datos.

El primer paso se centra en la construcción de una Matriz de Accidentes (AM).

El AM contiene los accidentes laborales que deben ser procesados; tiene una dimensión D , que se obtiene de: $D = n \times m$. Así, n es el número de accidentes y m el número de variables seleccionadas, disponibles en la clasificación, para describir cada accidente. Cada variable puede asumir valores diferentes, sin embargo, para limitar los esfuerzos

computacionales, estos valores están limitados con respecto a la estructura jerárquica de la clasificación ESAW.

El segundo paso implica la codificación numérica. Cada accidente se codifica de una secuencia de información categórica a una secuencia de números.

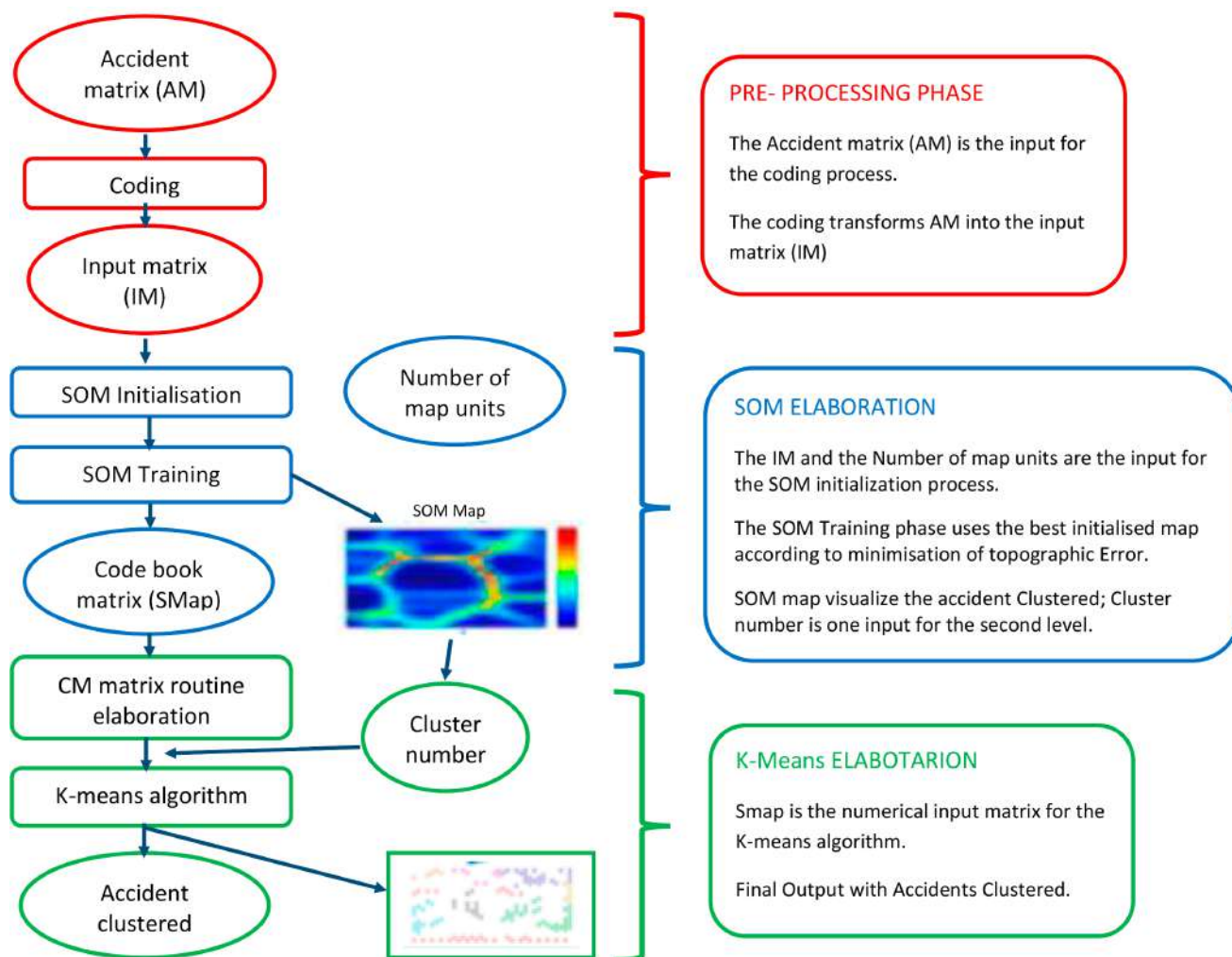


Figura 6. Mapa auto organizado de agrupamiento [12].

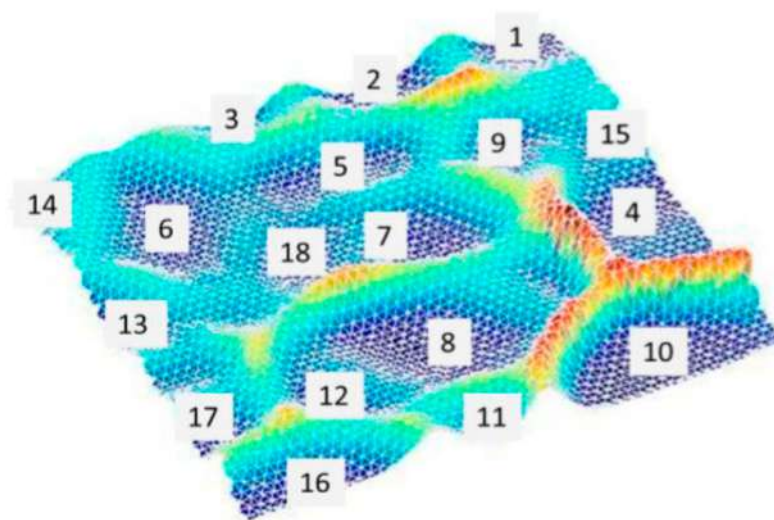
El vector resultante tendrá tantos uno (1) como variables y tantos cero (0) como el número total de categorías para todas las variables, menos el número de variables. La Matriz de Entrada (IM) contiene todos los accidentes codificados en vectores numéricos; su dimensión (D_{input}) se obtiene de: $D_{input} = n \times p$. Allí, n es el número de accidentes y p se obtiene del número de variables, multiplicado por el número de categorías utilizadas para describirlas.

Supongamos que un accidente se describe con cuatro (4) variables y cada variable puede tener cinco (5) categorías diferentes posibles. Por lo tanto, el parámetro p tendrá un valor de 20. Este procedimiento de codificación se ejecuta automáticamente mediante el uso de tablas de conversión que permiten lograr una correspondencia unívoca entre valores categóricos y vectores numéricos, como se evidencia en la Tabla 7.

Table 2. Coding table for the ESAW "contact" variable.

Contact	Categories	Numeral Coding								
1	Contact with energy	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Crushing	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	Impact with pitched material	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	Collision with transport system	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	Contact with cutting tool	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	Snugged/sprained	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	Physical effort	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	Violent bump	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	No information	0	0	0	0	0	0	0	0	1

At the end of the pre-processing phase, the AM that originally contained a group of selected occupational accidents is coded into the IM that contains an equivalent number of numerical vectors.

Tabla 7. Tabla de códigos para la variable Contact de ESAW. [12]**Figura 7.** Mapa auto-organizado de la AM basado en 10.000 unidades. [12]

Del anterior artículo se puede inferir que la aplicación de las actuales tecnologías para el análisis de datos estadísticos registra un atraso importante, por lo menos a nivel sudamericano. Esto se traduce en un riesgo inminente para la implementación de medidas de corto y mediano plazo que ayuden a disminuir las muertes, accidentes y enfermedades laborales. A su vez, lo anterior ayudaría a invertir mejor en la prevención, buscando dinámicas que ayuden a articular a los diferentes actores de los procesos de seguridad industrial.

Los datos a nivel regional están restringidos y llegan depurados para la investigación; son manipulados por sectores privados y

gubernamentales que en pro de proteger ciertos intereses demoran la publicación y acceso a los mismos. Por lo tanto, ha dificultado de manera impactante los avances en análisis estadísticos según los ambientes laborales relacionados con los factores de riesgo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Universitaria San Mateo por la colaboración recibida para el desarrollo de este proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] MEJÍA CORREA, Adriana María. *La investigación en ciencias sociales y humanas bajo el esquema del modelo universidad – empresa – Estado: una mirada desde la teoría crítica de la sociedad*. *Revista Interamericana de Bibliotecología*. Jul. Dic. 2009, vol. 32, no. 2; p. 231–252.[2] Vidal.
- [2] Vidal Moruno, Mario. Derechos humanos e inclusión educativa: retos en la educación del siglo XXI. Universidad Nacional de Educación del Ecuador jul-2018 Runae No 3 pp.131-153.
- [3] P. Hämäläinen, J. Takala & T.B. Kiat, Global estimates of occupational accidents and work-related illnesses 2017. Finlandia: WHS Institute, 2017. [En línea]. Recuperado de: <http://www.icohweb.org/site/images/news/pdf/Report%20Global%20Estimates%20of%20Occupational%20Accidents%20and%20Work-related%20Illnesses%202017%20rev1.pdf>
- [4] OIT, “Base de datos CISDOC,” OIT, 2017. [En línea]. Recuperado de: https://www.ilo.org/dyn/cisdoc2/cismain.browseSubjects?p_lang=es
- [5] F. Brahm, M. Singer, L. Valenzuela & C. Ramírez, Comparación internacional de sistemas de salud y seguridad laboral. Santiago de Chile: OIT-Pontificia Universidad Católica de Chile, 2011. [En línea]. Recuperado de: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/--sro-santiago/documents/publication/wcms_178071.pdf
- [6] Ministerio de salud Colombia, Subdirección de Riesgos Laborales, “DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES,” Minsalud, enero 2019. [En línea]. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/DOA/OAS/variables-sistema-riesgos-laborales.pdf>
- [7] Ministerio de salud y Protección Social, Gobierno Nacional de Colombia, Subdirección de Riesgos Laborales, “FORMULAS PARA CALCULAR TASAS DE ACCIDENTALIDAD, MORTALIDAD Y ENFERMEDAD LABORAL,” Minsalud, enero 2019; p. 3. [En línea]. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/DOA/OAS/variables-sistema-riesgos-laborales.pdf>
- [8] Ministerio de salud y Protección Social, Gobierno Nacional de Colombia, Subdirección de Riesgos Laborales, “ESTADÍSTICAS SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES 1994 - 2019,” Minsalud, enero 2019; [En línea]. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/RBC/resumen-estadisticas-anuales-sgrl-desde-1994.zip>
- [9]] Ministerio de salud y Protección Social, Gobierno Nacional de Colombia, Subdirección de Riesgos Laborales, “ESTADÍSTICAS SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES 1994 - 2019,” Minsalud, enero 2019; [En línea]. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/RBC/resumen-estadisticas-anuales-sgrl-desde-1994.zip>
- [10] Ministerio de salud y Protección Social, Gobierno Nacional de Colombia, Subdirección de Riesgos Laborales, “ESTADÍSTICAS SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES 1994 - 2019,” Minsalud, enero 2019; [En línea]. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/RBC/resumen-estadisticas-anuales-sgrl-desde-1994.zip>
- [11] Ministerio de salud y Protección Social, Gobierno Nacional de Colombia, Administradoras de Riesgos Laborales y Superintendencia Financiera - Ministerio de Salud y Protección Social, Subdirección de Riesgos Laborales, “ESTADÍSTICAS SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES 1994 - 2019,” Minsalud, enero 2019; [En línea]. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/RiesgosLaborales/Paginas/indicadores.aspx>
- [12] L. Comberti, et al., “Large Occupational Accidents Data Analysis with a Coupled Unsupervised Algorithm: The S.O.M. K-Means Method. An Application to the Wood Industry,” *J. Safety*, vol. 4, no. 51, 2018.