

Segmentación de actividades económicas del sector manufacturero según su tasa de incidentalidad laboral, mediante la creación de clúster aplicando un análisis multivariado

Segmentation of economic activities of the manufacturing sector according to its rate of labor incident occurrence, through the creation of a cluster, by applying a multivariate analysis

Mónica Pérez Gutiérrez¹, Ricardo Pinillos Ferrer²

¹Ingeniera Industrial, especialista en Salud Ocupacional, estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.
mkperez75@gmail.com

²Ingeniero Industrial, especialista en Gerencia y Control de Riesgos Laborales, estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.
rpinillosferrer@gmail.com

Recibido: 15/feb/2018 Revisado: 30/abr/2018
Aceptado: 30/may/2018 Publicado: 30/jul/2018

Resumen En este artículo se analizan los resultados de los indicadores de incidentalidad laboral, a partir del estudio del comportamiento de las tasas de accidentalidad y enfermedad laboral, de las diferentes actividades económicas que integran el sector económico manufacturero colombiano. El objetivo fue establecer perfiles y/o grupos de impacto, los grupos fueron escogidos mediante la aplicación del método de análisis multivariado, específicamente el análisis de conglomerado para identificar clúster y el análisis discriminante para determinar clúster de mayor tasa de incidencia; se analizaron las variables de tasa de accidentalidad y enfermedad laboral, los resultados arrojados permitirán predecir la incidentalidad laboral en el sector manufacturero, de acuerdo a la actividad económica desarrollada en relación a los clústeres identificados

Palabras claves: incidentalidad laboral; accidentes de trabajo; enfermedades laborales; Tasa.

Abstract In this article the results of the indicators of incident occurrence in the workplace are analyzed by studying the behavior of the work-related accident and occupational disease rates of the different activities that constitute the manufacturing economic sector in Colombia. Groups were established by the application of multivariate analysis method, specifically: cluster analysis to identify clusters, and discriminant analysis to determine the cluster with the highest incidence rate, where variables accident rate and occupational disease rate were analyzed. The results obtained will allow us to predict labor incident occurrence in the manufacturing sector, according to its economic activity in relation to the identified clusters.

Keywords occupational incident occurrence; work-related accidents; occupational disease; Rate.

1 Introducción

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en la base de datos y estadísticas laborales ILO Stats, en relación a la actividad económica y a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIU) Versión 4, entre el 2005 y el 2017 se reportaron a nivel mundial 655,043 muertes consecuencia de accidentes laborales y 98,233,789 accidentes con lesiones; mientras que para el continente americano se presentaron 155.326 accidentes fatales y 41,798,284 accidentes con lesiones, consecuencia de actividades laborales (OIT, 2017). La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, OSHA EU, según estadísticas de la EUROSTAT, por tamaño de empresa, clasificación por actividad económica y según la nomenclatura estadística de actividades económicas de la Comunidad Europea, NACE Revisión 2, entre el 2016 y el 2018 se han presentado 23,613,116 accidentes en el trabajo con lesiones. (Eurostat, 2018).

Se estima que el costo diario de estas pérdidas es enorme y la carga económica de las malas prácticas de seguridad y salud ascienden a un 4% del Producto Interno Bruto global de cada año (OIT, 2015). Según la Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA., 2016), Colombia en el año 2012 presentó una tasa de accidentalidad de 7,8% por cada 100 trabajadores; un resultado alto si lo comparamos con el comportamiento de naciones de la Unión Europea, con tasas cercanas al 3,5% en promedio. Esta federación presentó (ver figura 1), el número de enfermedades laborales por cada 100.000 trabajadores y el número de accidentes de trabajo por cada 100 trabajadores (ver figura 2), mostrando que en los dos casos los sectores con mayor tasa de enfermedad laboral y accidentes de trabajo son la agricultura, minería, eléctrico y manufactura, entre otros.

De acuerdo con el Fondo de Riesgo Laborales, durante el 2016 se presentaron 702.579 accidentes de trabajo y 10.573 enfermedades laborales. (Fondo de Riesgos laborales, 2017). Así mismo, el Ministerio del Trabajo a través de la Dirección de Riesgos Laborales, en el marco de la socialización de la Guía Técnica para Implementación del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo del sector minero, efectuado el 28 de septiembre en Sogamoso (Boyacá-Colombia) indicó que en el país por cada 100 trabajadores, 7 sufren un

accidente laboral, siendo los sectores con mayor accidentalidad, en 2016 la agricultura con una tasa de 16,60% por cada 100 trabajadores, la explotación de mina y canteras con 12,57%, la construcción con 10,23% y, en cuarto lugar, la industria manufacturera con 10,09%.

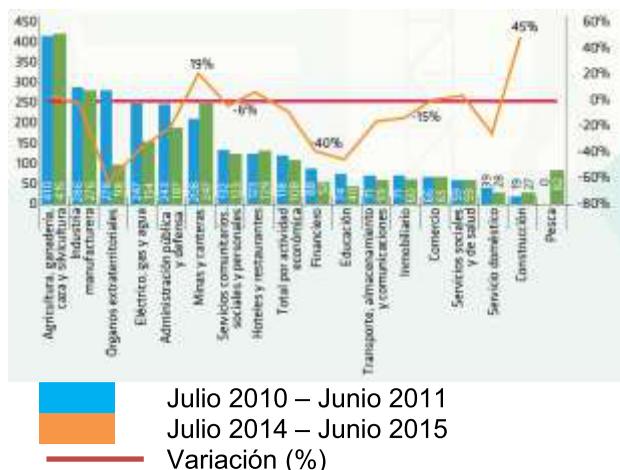


Figura. 1. Número N de enfermedades laborales por cada 100.000 trabajadores. Fuente: estadísticas presidenciales Fasecolda, cifras entregadas por las compañías de seguros. Análisis Fasecolda. Información extraída el 29 de julio del 2015.

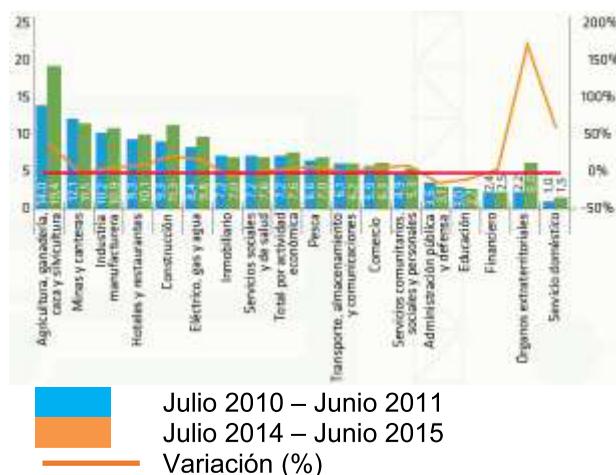


Figura. 2 Número de accidentes de trabajo por cada 100.000 trabajadores. Fuente: estadísticas presidenciales Fasecolda, cifras entregadas por las compañías de seguros. Análisis Fasecolda. Información extraída el 29 de julio del 2015.

2 Antecedentes

En los últimos años, las organizaciones a nivel mundial se han encaminado a reducir los riesgos asociados a las actividades laborales, pues las pérdidas (Bird Frank, 1998) que desencadena la materialización de los incidentes genera un impacto sustancial en los procesos. Desde el 2012 se ha adelantado un largo camino en los temas de seguridad y salud en el trabajo, a partir de ese año, la exigencia legal respecto a este importante aspecto laboral ha generado interés en los industriales, quienes desean cumplir lo requerido por la ley; a pesar de ello en Colombia se sigue contando con la accidentalidad como hecho real, el cual es estimado al inicio de cada proyecto, obra o desarrollo laboral.

El alto grado de accidentalidad representa grandes inconvenientes sociales y económicos, debido a que impacta de forma permanente a compañías, colaboradores y toda la humanidad (Carpio-De-Los-Pinos et al 2017), estos costos no solo se traducen en mayor prestaciones asistenciales y económicas, en costos de improductividad o daños a la empresa, sino que también generan factores de gastos humanos por el daño moral debido a invalidez e incluso fallecimiento, que pueden ser superiores a los demás costos porque se reflejan en indemnizaciones y pensiones pagadas (Acevedo, K., y Yanez, 2016).

En Colombia la Ley 1562 de 2012, define enfermedad laboral como la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar, además establece que un accidente de trabajo es “Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte” (Ministerio del Trabajo, 2012); también la resolución 1401 de 2007 define el incidente como “un evento con relación al trabajo sin pérdidas” (Ministerio de Protección Social, 2007).

A nivel internacional la Norma OHSAS 18001 define el incidente como “un evento(s) relacionado(s) con el trabajo, en el (los) que ocurrió o pudo haber ocurrido lesión o enfermedad (independiente de su severidad) o víctima mortal” (ICONTEC, 2007). Este último concepto amplía el espectro de los incidentes dando alcance a accidentes, enfermedades laborales o cualquier acto o condición insegura que afecte al trabajador y difiere de lo nombrado legalmente por la resolución 1401 de 2007, que clasifica a los incidentes

como cuasi accidentes. Teniendo en cuenta que el objetivo de la seguridad y salud en el trabajo es la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y la protección y promoción de la salud de los trabajadores (Ministerio del Trabajo, 2015), es importante conocer el comportamiento en relación a la incidentalidad laboral de las actividades económicas que conforman el sector de la manufactura en Colombia.

3 Metodología

A partir de los datos de accidentes y enfermedades laborales de las diferentes actividades económicas que conforman el Sector manufactura de Colombia durante el 2017, se efectuó un análisis multivariado de los índices de incidentalidad laboral en términos de tasas de accidentes y enfermedades laborales (Borda, Tuesca, & Navarro, 2007), con el objeto de determinar perfiles de actividades económicas según los distintos rangos de comportamiento de incidentalidad.

3.1 Análisis de Clúster de actividades económicas del sector manufacturero

El análisis de los clúster se hace con el propósito de agrupar objetos con respecto a sus características o variables, clasificándolos de acuerdo a la similitud existe entre ellos en el conglomerado de acuerdo a algún criterio determinante y a su vez estos conglomerados resultantes deberían mostrar cierto grado de homogeneidad interna o heterogeneidad externa; por consiguiente si esta agrupación acierta, los objetos incluidos en el conglomerado aparecen más cercanos en una representación gráfica y los distintos grupos más alejados (Hair, Anderson, Tatham, Black, & Cano, 1999).

3.2 Análisis discriminante de actividades económicas del sector manufacturero

Efectuar un análisis discriminante para validar los resultados de los conglomerados del análisis inicial es necesario para determinar el grado de incidentalidad de cada clúster; lo anterior teniendo en cuenta que el análisis discriminante es una técnica que nos permite establecer las características de cada grupo que las hacen distintas entre sí. De igual forma, también propone la cantidad de variables para tener un análisis óptimo de cada grupo (Fontalvo Herrera, 2014).

3.3 Herramientas

La investigación sobre la identificación de perfiles de incidentalidad en empresas del sector manufacturero se realizó de forma descriptiva. La fuente de los datos fue el sistema de Consulta de Información en Riesgos Laborales (RL Datos) de La Cámara Técnica de Riesgos Laborales de FASECOLDA. Usando el paquete estadístico IBM SPSS Versión 23, se analizaron 241 datos de las tasas de accidentalidad y enfermedad laboral provenientes de actividades económicas del sector manufacturero, cuyo objeto final es el análisis de clasificación jerárquica y un análisis discriminante.

4 Resultados y discusión

Con la toma de datos de las tasas de incidentalidad de las diferentes actividades económicas del sector manufacturero, se efectuó un análisis de clúster definiendo los perfiles homogéneos, intragrupo y heterogéneos extra grupos, en el cual se identificó el mejor criterio de agrupamiento y medida de distancia. La aplicación del análisis mediante el método conglomerado arrojó como resultado 4 clúster, de esto se puede inferir que la confiabilidad global del análisis conglomerado es del 98.7 %. Lo cual equivale a que, de cada 100 actividades económicas, 99 actividades tienen comportamientos iguales a los clústeres establecidos.

De los cuatro grupos analizados tres tienen distancias mínimas, esto representa una afinidad del 100% en su comportamiento; por lo tanto, son sectores industriales homogéneos; a excepción del clúster 2 donde la afinidad del 96.7, su comportamiento es homogéneo en 87 de las 90 actividades del grupo, lo cual permite inferir que tres actividades de este clúster tienen un comportamiento cercano al clúster 3.

Se realizó un análisis de medias por grupo de clasificación, como se observa en la tabla 1.

Se infiere de este análisis que las actividades económicas más accidentadas corresponden al clúster 4,3 y 2 así:

- Dedicadas a la elaboración de alimentos preparados para animales, incluye la fabricación de alimentos concentrados para animales.
- Empresas dedicadas a la fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal, incluye solamente la

fabricación, reparación de maquinaria e implementos agrícolas.

- Empresas dedicadas a la fabricación de panela y sus subproductos, incluye trapiches, industria de la panela.
- Empresas dedicadas a la fabricación de recipientes de madera, incluye solamente la fabricación de envases de madera para empaque, toneles, barriles.
- Empresas dedicadas a producción, transformación y conservación de carne y de derivados cárnicos, incluye solamente los mataderos.
- Empresas dedicadas al aserrado, acepillado e impregnación de la madera, incluye solamente empresas dedicadas a las madererías, preparación de madera, impermeabilización y/o inmunizado.
- Empresas dedicadas a la fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas.
- Empresas dedicadas a la fabricación de hojas de madera para enchapado; la fabricación de tableros contrachapados, tableros laminados, tableros de articulas y otros tableros y paneles.
- Producción, transformación y conservación de carne y de derivados cárnicos, incluye solamente empresas dedicadas a la elaboración de aceites y grasas de origen animal.
- Aserrado, acepillado e impregnación de la madera incluye solamente empresas dedicadas a los aserraderos.
- Fabricación de caucho sintético y gomas en formas primarias a partir de aceites por mezcla caucho natural y sintético.
- Fabricación de maquinaria para la explotación de minas y canteras y para la construcción.

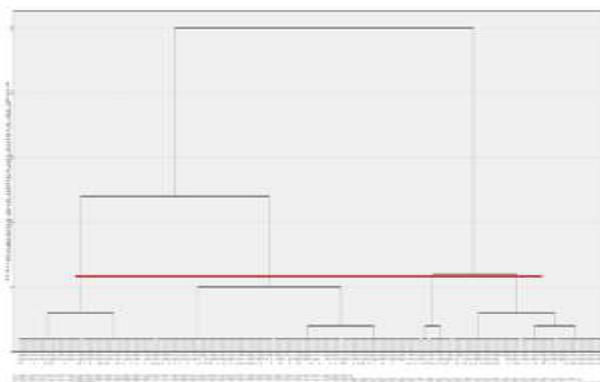


Figura. 3. Dendrograma de los 4 clúster de los sectores económicos.

Tabla 1. Estadísticas de grupo

Estadísticas de Grupo						
Ward Method	Media	Desviación estándar	N válido (por lista)		Prom	
			No ponderados	Ponderados		
1	TA	1,2156	0,61084	68	68,000	0.6251
	TE	0,0345	0,07872	68	68,000	
2	TA	3,0153	0,53475	90	90,000	1.5311
	TE	0,0468	0,08264	90	90,000	
3	TA	4,7943	0,54335	60	60,000	2.4163
	TE	0,0384	0,04487	60	60,000	
4	TA	7,6352	1,10478	12	12,000	3.8328
	TE	0,0304	0,03542	12	12,000	
Total	TA	3,1884	1,79842	230	230,000	1.6142
	TE	0,0401	0,07127	230	230,000	

Posteriormente se hizo un análisis discriminante para validar los grupos identificados, determinando la probabilidad de clasificación correcta del modelo, como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de clasificación

Resultados de Clasificación							
Ward Method		Pertenencia a grupos pronosticada				Total	
		1	2	3	4		
original	Recuento	1	68	0	0	0	68
		2	0	87	3	0	90
		3	0	0	60	0	60
		4	0	0	0	12	12
	%	1	100	0,0	0,0	0,0	100
		2	0,0	96,7	3,3	0,0	100
		3	0,0	0,0	100	0,0	100
		4	0,0	0,0	0,0	100	100
a. 98,7% de casos agrupados originales clasificados correctamente.							

Se procedió, también, a efectuar el cálculo de las funciones discriminantes del modelo, relacionado en la Tabla 3.

Se procedió a ingresar a la muestra inicial analizada 230 sectores, 11 actividades económicas adicionales del sector manufacturero, con el objeto de validar el grado de confiabilidad de predicción del modelo clúster generado. Las actividades corresponden a:

- Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal incluye solamente a empresas dedicadas a la construcción de torres de petróleo, tanques elevados, funiculares y/o cables aéreos.
- Fabricación de vidrio y de productos de vidrio.
- Fabricación y montaje de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones.

- Forja, prensado, estampado y laminado de metal; pulvimetalurgia incluye solamente a empresas dedicadas a las plantas de laminación.
- Fundición de hierro y de acero.
- Fundición de metales no ferrosos.
- Industrias básicas de hierro y de acero. Hornos de coque para obtención de acero.
- Industrias básicas de otros metales no ferrosos.
- Reciclaje de desperdicios y de desechos metálicos.
- Tejeduría de productos textiles incluye la fabricación de tejidos de fibra de vidrio.
- Tratamiento y revestimiento de metales; trabajos de ingeniería mecánica en general realizados a cambio de una retribución o por contrata incluye solamente a empresas dedicadas a la limpieza con chorro de arena.

Los resultados de la clasificación se relacionan en la tabla 4, donde se determinó si la probabilidad de clasificación correcta del modelo es de alta confiabilidad.

Con la Inclusión de 11 datos adicionales, se mantiene la afinidad del 98.7% de las actividades económicas en los clústeres. La muestra inicial es representativa del comportamiento de las tasas de incidentalidad del sector manufacturero, para un clúster 1 de 100%, clúster 2 de 96.7%, clúster 3 de 100% y clúster 4 de 100%,

Tabla 3. Matriz de estructuras

Matriz de estructuras		
	Función	
	1	2
TA	,999*	,048
TE	-,001	1,000*
Correlaciones dentro de grupos combinados entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas estandarizadas. Variables ordenadas por el tamaño absoluto de la correlación dentro de la función. *. La mayor correlación absoluta entre cada variable y cualquier función discriminante.		

Función de Fisher:
D1=0.99TA-0.001TE
D2= -0.01TA+1TE

Tabla 4. Resultados de clasificación

Resultados de clasificación							
Ward Método		Pertenencia a grupos pronosticada				Total	
		1	2	3	4		
Original	Recuento	1	68	0	0	0	68
		2	0	87	3	0	90
		3	0	0	60	0	60
		4	0	0	0	12	12
		Casos sin agrupar	1	5	4	1	11
	%	1	100	0,0	0,0	0,0	100
		2	0,0	96,7	3,3	0,0	100
		3	0,0	0,0	100	0,0	100
		4	0,0	0,0	0,0	100	100
		Casos sin agrupar	9,1	45,5	36,4	9,1	100

La probabilidad de clasificación correcta del modelo es 98,7%

5 Conclusión

El análisis de los Clúster generados mediante el análisis conglomerado indica que en el clúster 4 se presenta mayor tasa de incidentalidad laboral, mientras que en el clúster 1 se presenta la menor incidentalidad de todos los grupos de actividades económicas con un valor de 0.416, por lo tanto para las actividades económicas que conforman el clúster 4 se presentan estadísticamente 6 eventos de accidentabilidad comparados con el clúster 1, lo cual nos permite establecer mayores mecanismos de control de riesgo para el grupo de empresas que conforman el clúster 4, y así evitar fatalidades o accidentes graves en los procesos relacionados con estas actividades económicas.

Agradecimientos Ingenieros Leonardo Rodríguez y Ronnie Angulo Gastelbondo por los recursos e infraestructura suministrada para el desarrollo de esta investigación,

Referencias

- Eurostat. (2018). Retrieved from <http://ec.europa.eu/eurostat/web/health/health-safety-work/data/database>.
- OIT. (2017). Ilostat. Retrieved from https://www.ilo.org/ilostat/faces/ilostat/home?locale=en&_adf.ctrlstate=1uzw6fld_45&_afLoop=47061323

4805199&_afWindowMode=0&_afWindowId=1uzw6fld_42.

- Acevedo, K., y Yanez, M. (2016). "Costos de los accidentes laborales: Cartagena-Colombia, 2009-2012", 10(1), 31–41. Recuperado a partir de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-42212016000100004.
- Bird Frank. (1998). Liderazgo Práctico en el control de pérdidas. Colombia: Instituto de Seguridad del Trabajo, 180.
- Borda, M., Tuesca, R., & Navarro, E. (2007). Métodos Cuantitativos (uninorte). Barranquilla.
- Carpio-De-Los-Pinos, A. J., González-García, M. N., Moreu-De-La-Vega, C., & Hosokawa-Menéndez, K. (2017). "Idoneidad y discrepancia de métodos de evaluación de riesgos en seguridad y salud aplicados en obras de construcción". *Dyna (Spain)*, 92(2), 214–219. <https://doi.org/10.6036/8201>.
- FASECOLDA. (2016). "Evolución de indicadores de riesgos laborales, segmentados por sectores económicos", en *Revista de la Federación de Aseguradores Colombianos*, 162, 48–59. Recuperado a partir de *Evolución de indicadores de riesgos laborales, segmentados por sectores económicos*.
- Fondo de Riesgos laborales. (2017). Consolidado de Estadísticas de Trabajo y Accidentes de Trabajo y Enfermedad, año 2016. Recuperado a partir de <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/seccion/informacion-estadistica/2016.html>.
- Fontalvo Herrera, T. J. (2014). "Aplicación de análisis discriminante para evaluar la productividad como resultado de la certificación BASC en las empresas de la ciudad de Cartagena. Contaduría y Administración", 59(1), 43–62. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)71243-4](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(14)71243-4)
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C., & Cano, D. (1999). "Análisis de Clúster", en *Análisis Multivariante*, 832. ICONTEC. (2007). NTC- OHSAS 18001. Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional. Requisitos, (571), 40.
- Ministerio de Protección Social. Resolución 1401 (2007). Colombia.
- Ministerio del Trabajo. Ley1562 (2012). Colombia.
- Ministerio del Trabajo. DECRETO 1072 (2015). Colombia.
- OIT. (2013). OIT urge a una acción mundial para combatir las enfermedades profesionales. Organización Internacional del Trabajo, 1–4. Recuperado a partir de https://www.ilo.org/global/about-the-%20ilo/newsroom/news/WCMS_211645/lang-es/index.htm.
- OIT. (2015). Seguridad y salud en el trabajo. Recuperado a partir de <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-es/index.htm>