

LA GERENCIA DE PROYECTOS DESDE EL ÁREA DE GESTIÓN HUMANA PARA LA DISMINUCIÓN DEL RIESGO BIOMECÁNICO EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR AVÍCOLA EN SANTANDER, COLOMBIA

Cesar Augusto Silva Giraldo¹⁰, Juan Sebastián Dugarte Mendoza¹¹, Yohanna Milena Rueda Mahecha¹²

Corporación Universitaria Minuto de Dios - Uniminuto, Regional Santander,
Bucaramanga, Colombia.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo plantear una solución desde el área de gestión humana para generar un proceso de reingeniería que busca disminuir los riesgos biomecánicos presentes en el área de empaque fresco de una empresa avícola del departamento de Santander. El estudio parte de la necesidad de disminuir las lesiones lumbares que se vienen presentando en esta área. Por lo anterior, se inicia con un análisis de puesto de trabajo y con la recolección de antecedentes de incapacidad y a partir de estos datos se propone una medida

¹⁰ Administrador de Empresas, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Especialista en Gestión de Proyectos, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. MBA - Master especializado en Comercio Internacional, Cerem Business School. Magíster en Paz, Desarrollo y Ciudadanía, UNIMINUTO. Doctorando en Ciencias Económicas y Administrativas, UCIMEXICO. Docente Posgrados, investigador del grupo: Grupo de Investigación en Desarrollo Humano, Tejido Social e Innovaciones Tecnológicas (GIDTI) y QUANTUM. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, Bucaramanga, Colombia: Dirección calle 28 No. 23-75 Barrio Alarcón, PBX: 6719918. Correo electrónico institucional: csilvagiral@uniminuto.edu.co.

¹¹ Ingeniero Mecánico, Universidad Pontificia Bolivariana. MBA – Magister en Administración de Empresas con Especialidad en Dirección de Proyectos, Universidad de Viña del Mar - Chile. Doctorando en Dirección de Proyectos, Universidad Benito Juárez, México. Docente Posgrados, investigador del grupo QUANTUM. Corporación Universitaria Minuto de Dios – Uniminuto, Bucaramanga, Colombia: Dirección calle 28 No. 23-75 Barrio Alarcón, PBX: 6719918. Correo electrónico institucional: mdugarte@uniminuto.edu.co.

¹² Fonoaudióloga, Corporación Universitaria Iberoamericana. Especialista en Administración en Salud Ocupacional, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Magíster en Educación con énfasis en Lectura, Escritura y Matemáticas, Universidad Externado de Colombia. Investigador del grupo: Grupo de Investigación en Desarrollo Humano, Tejido Social e Innovaciones Tecnológicas (GIDTI) y QUANTUM. Docente de Metodología de la Investigación de Posgrados de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, Bucaramanga, Colombia: Dirección calle 28 No. 23-75 Barrio Alarcón, PBX: 6719918. Correo electrónico institucional: yruedamahec@uniminuto.edu.co.



que ayude a los trabajadores en esta labor. Y a su vez ayuda a la empresa en temas de producción y a la reducción de incapacidad por enfermedad laboral.

Abstract

The objective of this study was to propose a solution from the human management area to generate a reengineering process that seeks to reduce the biomechanical risks present in the fresh packaging area of a poultry company in the department of Santander. The study starts with the need to reduce lumbar lesions that have been present in this area. Therefore, it begins with a job analysis and the collection of disability records and from these data a measure is proposed that helps workers in this work. And at the same time it helps the company in production issues and the reduction of disability due to occupational disease.

Palabras Claves: Colaborador, Desempeño, clima laboral, Gestión, Talento Humano, Productividad.

Keywords: Collaborator, Performance, work environment, Management, Human Talent, Productivity.

INTRODUCCIÓN

Las malas posturas que se presentan en la ejecución de las diferentes actividades y que generan enfermedades laborales, han convertido al riesgo biomecánico en un factor neurálgico para las empresas; debido a que. “el dolor de espalda es una de las lesiones que mayor incapacidad laboral genera, según el Ministerio de la Protección Social” (Esteban, 2012)

De acuerdo a la Segunda Encuesta de Condiciones de Seguridad y Salud en Colombia los factores de riesgo biomecánico que generan lesiones músculo esqueléticas en especial lesiones lumbares son las de más alto índice, haciendo ver que la falta de planes de prevención que brinden a los trabajadores ambientes saludables que ayuden a la calidad de vida de los trabajadores. En Colombia, la tasa de incidencia de enfermedades musculo esqueléticas es del 88 % de las enfermedades laborales; una cifra bastante alta que pone en aumento los porcentajes de absentismo laboral e incapacidad prolongada, representando un alto impacto en la productividad de las empresas (Ministerio de Trabajo 2013)

Por otra parte, cabe resaltar que según investigaciones la Organización Internacional del Trabajo (OIT) cada año se reportan alrededor de 160 millones de casos nuevos de enfermedades laborales no mortales, que causan enormes costos para los trabajadores y sus familias, así como para el desarrollo económico y social de los países, esta organización estima que los accidentes y las enfermedades profesionales originan la pérdida del 4 % del Producto Interno Bruto (PIB), es decir cerca de 2.8 billones de dólares, en costos directos e indirectos. (Ordóñez, Gómez, & Calvo, 2016)

Cabe resaltar que los trastornos musculoesqueléticos pueden tener un origen multicausal, sin embargo existe un consenso acerca de que los factores relacionados con riesgo biomecánico sigue siendo la principal causa de la aparición de este tipo de enfermedad, los factores más comunes que la pueden generar son las posturas prolongadas, movimientos repetitivos, manipulación de cargas y la realización de fuerzas excesivas. (Garasa, de Ulzurrun, Macaya, & Eransus, 2007)

Por lo anterior, esta problemática no es ajena, ya que no solo afecta la estabilidad económica del empleador sino también del trabajador e inclusive de la sociedad; puesto que, al aumentar este tipo de enfermedades, deberán ser mayores los aportes a la salud para cubrir los gastos que se generan a causa de esto. Es así, que este proyecto quiso analizar los riesgos biomecánicos que presentan los trabajadores del área de empaque fresco de una avícola de Santander lo que genero entre los años 2016 y 2018, 307 eventos de los cuales 160 eventos

de problema lumbar, reportados en una muestra de 53 operarios del área de carga y empaque, las incapacidades dadas son en promedio fueron de ocho (8) días, en los cuales se perdió productividad y la empresa debió asumir los costos ocultos como lo fueron traslados, tiempo de reinicio de actividades, tiempo en conseguir y capacitar el reemplazo del trabajador, tiempo en diligenciamiento de reportes por el evento ocurrido entre otros.

Según la Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia (2018), toda actividad humana se compone de carga física. Se acostumbra a tipificar la actividad en función del predominio de una u otra, ya que, usualmente, existe una diferencia importante entre las cargas requeridas por los diferentes tipos de actividades que realizan las personas.

Una de ellas es cuando se realiza la actividad de forma laboral, ya que los operarios van a estar expuestos a diferentes signos que pueden ser perjudiciales para su bienestar; este tipo de signos son de tipo físico y mental, aunque la mayoría de veces se cree que los inconvenientes que aquejan al ser humano son de tipo físico, es decir que afectan el sistema musculo esqueléticos por causa de una posición forzada o por un movimiento repetitivo, pero, muchas veces son más de tipo psíquico, el cual se ve influenciada en el desarrollo de una actividad ya sea por el número de procesos que deben realizar para una labor o por el grado de dificultad de la tarea, la cual ocasiona síntomas de carga mental, estrés y fatiga mental.

Vásquez (2014) evidencia que la postura es un efecto limitador de la carga de trabajo en el tiempo, o de la efectividad de un trabajador, debido a que no existen parámetros que se puedan cuantificar para evidenciar una postura inadecuada, o cuánto tiempo puede adoptarse; por lo tanto, es importante establecer criterios de diseño y prevenir los trastornos que se produzcan.

Los trastornos musculo esqueléticos son, alteraciones que se presentan en las estructuras corporales y en el sistema circulatorio, que se deben a causas relacionadas con el trabajo. La mayoría tienen nacen del ejercicio repetido de una fuerza, la cual puede ser moderada, que se extiende durante un periodo largo de tiempo.

Es importante tener en cuenta, el sistema músculo esquelético cuando se realizan diseños de puestos de trabajo, o cuando se proyectan e implementan métodos de trabajo, ya que se puede obligar al hombre a realizar esfuerzos, movimientos o posturas inadecuados y, por lo tanto, perjudiciales a su salud. (Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia, s.f.)

Esta situación puede desembocar en fatiga muscular y lesiones microscópicas en los tejidos blandos del cuello y las extremidades superiores.

Los factores que contribuyen a la aparición de los trastornos musculoesqueléticos tienen su origen no tan solo en los aspectos físicos del trabajo, sino también en los aspectos psicosociales y organizativos de la empresa, al igual que en las características individuales de cada persona. (Bernate et al., 2019)

Según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (2007), los factores que contribuyen a la aparición de trastornos musculoesqueléticos son los siguientes:

Factores físicos.

- Cargas/aplicación de fuerzas
- Posturas: forzadas, estáticas
- Movimientos repetidos
- Vibraciones
- Entornos de trabajo fríos

Factores psicosociales

- Demandas altas, bajo control
- Falta de autonomía
- Falta de apoyo social
- Repetitividad y monotonía
- Insatisfacción laboral

Individuales

- Historia médica
- Capacidad física
- Edad
- Obesidad
- Tabaquismo

La exposición conjunta a más de un factor de riesgo incrementa la posibilidad de padecer un trastorno musculoesquelético.

Es por esto que desde la prevención es muy importante reconocer que son varios los factores de riesgo que pueden contribuir por sí mismos, o en combinación con otros, en la generación de estas dolencias y que para dar una solución efectiva a estos problemas se debe estudiar con atención, y desde la globalidad, la situación real de cada uno de los puestos de trabajo. (Rueda, et al., 2019)

Por lo anterior, con el estudio ergonómico de las condiciones de trabajo se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general del trabajo a la capacidad y necesidades de los trabajadores. Este planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera que se adapten éstos a las personas y no al contrario. Los principios ergonómicos se fundamentan en que el diseño del puesto de trabajo debe enfocarse a partir del conocimiento de cuáles son las capacidades y habilidades, así como las limitaciones de las personas que van a desarrollarlo, diseñando los elementos que éstas utilizan teniendo en cuenta sus características.

La Ergonomía es una ciencia multidisciplinar que tiene en cuenta las habilidades y limitaciones del ser humano, las cuales son importantes para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas y entornos. Su objetivo es hacer más seguro y eficaz el desarrollo de la actividad humana, en su sentido más amplio. El término “Ergonomía procede de las palabras griegas *ergon*, que significa “trabajo”, y *nomos*, que significa “ciencia o estudio de”. Se puede transcribir, entonces, como la “ciencia del trabajo””. (Martínez, 1991).

Cabe resaltar que la reingeniería sirve como método de apoyo para la disminución de exposición al riesgo, en este caso puntual el riesgo biomecánico. La reingeniería en Seguridad y Salud en el Trabajo busca generar la modificación de un proceso que ayude a disminuir la exposición del riesgo y así mejorar la calidad de vida de los trabajadores, además de disminuir los costos ocultos que se pueden dar por un evento en las empresas, por lo tanto reingeniería es su método mediante el cual las empresas u organizaciones logran un cambio, innovación, creación y la exploración de nuevos productos y servicios con el propósito mejorar el rendimiento, los costos y calidad del trabajador y cliente para alcanzar las metas propuestas dentro de la organización, rediseñando los procesos y así con estos cambios llevar a cabo la mejora continua, la aplicación de nuevos procesos es una herramienta que se aplica en las grandes organizaciones ya que con la innovación y creatividad se alcanza una ventaja competitiva, dándole un valor agregado de crecimiento a la organización. (Riquelme, 2013).

Los tipos de reingeniería que existen son la de mejorar los costos una organización que ofrece un producto siempre va a desear mejorar sus procesos y a su vez reducir los gastos

y costos, además lograr “ser el mejor de su clase” la competencia diaria en el mercado global busca que las organizaciones innoven sus productos, creen nuevos para tener al cliente satisfecho y sea fiel con la marca que usa y finalmente la innovación donde innovar significa cambiar o modificar algún producto produciendo cambios ya sean radicales o mínimos. (Riquelme, 2013)

Las etapas de la reingeniería se presentan cinco iniciando con la etapa de preparación donde se tiene un idea de proyecto con metas establecidas que según el proceso al cual se vaya a aplicar la idea de proyecto se establecerán si ira dirigido hacia el servicio al cliente, mejorar la calidad del asociado que en este caso del proyecto de investigación va dirigido a minimizar la accidentalidad a causa de un movimiento inadecuado en determinada tarea, posteriormente tenemos la etapa de identificación donde la idea es desarrollar la idea con el propósito de llevarlo hacia nuestros asociados con actividades ya definidas y los recursos que se tomaran para el proyecto, la etapa de visión ya se muestra los avances de la idea del proyecto, donde ya debe estar organizado un sistema y proveer futuros problemas para dar solución a estos procesos, la etapa de diseño como la palabra lo indica es dar a conocer el proceso de diseño y mostrar los componentes de eficacia del producto establecido inicialmente , se culmina con la etapa de transformación del producto donde el propósito es ya implementar el diseño establecido y poner a prueba el producto con los debido procesos de seguimiento del caso. (López, 2013)

Por otra parte, cabe resaltar que los procesos de la reingeniería existen diversos elementos donde: El Líder: Es un alto ejecutivo que respalda, autoriza y motiva el esfuerzo total de Reingeniería, debe tener la autoridad suficiente para que persuada a la gente de aceptar los cambios radicales que implica la Reingeniería. El líder designa a quienes serán los dueños de los procesos y a la vez asigna la responsabilidad de sus avances en rendimiento. (Leal, 2010)

Dueño del Proceso: Gerente de área responsable de un proceso específico y del esfuerzo de Reingeniería correspondiente. Tendencia de la demanda. La tendencia de la demanda para un producto o servicio desempeñará una parte significativa para determinar el diseño o la provisión de recursos del sistema de entrega. No será solamente el requisito de flexibilidad del proceso lo que determinará el patrón de la demanda; la misma naturaleza del proceso dependerá de él. La demanda para un producto o servicio, con un volumen muy grande, requiere de un tipo distinto de procesos en comparación con aquellos productos o servicios que se ofrecen con base en volúmenes bajos. Limitantes. Cualquier limitante en la operación debe quedar incluida en el rediseño de los procesos, siendo las principales: leyes y reglamentaciones estatales, las políticas de la empresa y las limitaciones de carácter financiero. Metas financieras. Todas las empresas tienen metas de eficiencia. (Leal, 2010)

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación realizada se soporta en el procesamiento y análisis de datos obtenidos en una empresa avícola, en lo que refiere al proceso de producción. Con esto se busca comprender el impacto en términos cantidad de incapacidades presentadas en la organización y establecer posibles propuestas para su reducción. A continuación, se presenta la metodología utilizada para su análisis.

La metodología utilizada comprende un primer análisis a la problemática desde la estadística descriptiva; acto seguido se realizará la validación de pruebas de hipótesis involucrando las variables de estudio; finalmente se procederá a realizar una proyección de las incapacidades que presentará la organización durante el segundo semestre de 2018 y para todo el año 2019, dicho análisis final se soportará en la aplicación de la herramienta de Regresión Lineal Múltiple y la Simulación de Montecarlo.

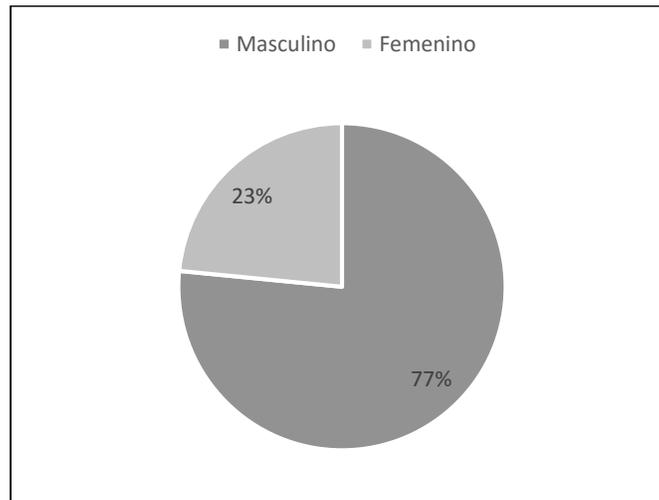
Para el análisis preliminar mencionado se manejó una base de datos con 307 eventos, los cuales ocurrieron desde enero de 2016 hasta agosto de 2018; en ella es posible encontrar la siguiente información:

- **Nombre del Colaborador:** Nombre del colaborador que se encuentra asignado al puesto de trabajo “empaque fresco” y fue dictaminado bajo incapacidad, dado un diagnóstico emitido por el profesional médico correspondiente.
- **Sexo del Colaborador:** Definido como masculino y femenino.
- **Fechas de Incapacidad:** Se presentaron fecha de inicio y finalización de la incapacidad.
- **Días de Incapacidad:** Refiere al número de días que el operario fue apartado de su cargo debido a un diagnóstico generado por riesgo biomecánico, en el puesto de trabajo de “empaque fresco”, de la planta de producción.
- **Diagnóstico:** Refiere al dictamen médico, sobre el cuál fue generado un evento de incapacidad; dicho dictamen se enmarca desde el concepto de riesgo biomecánico.
- **Acumulado de Días de Incapacidad:** Variable calculada a partir de la sumatoria de los días de incapacidad por mes de análisis.
- **Número de Colaboradores Reincidentes:** Variable calculada a partir de la sumatoria de colaboradores reincidentes en asignación de incapacidades.

RESULTADOS

Para empezar, el análisis de estadística descriptiva fue desarrollado con apoyo del software Microsoft Excel. Como primer análisis se consideró el sexo de los colaboradores involucrados bajo eventos de incapacidad por diagnósticos relacionados con riesgo biomecánico; de esto se destaca el que el 77% del personal analizado es masculino, contra un 23% femenino.

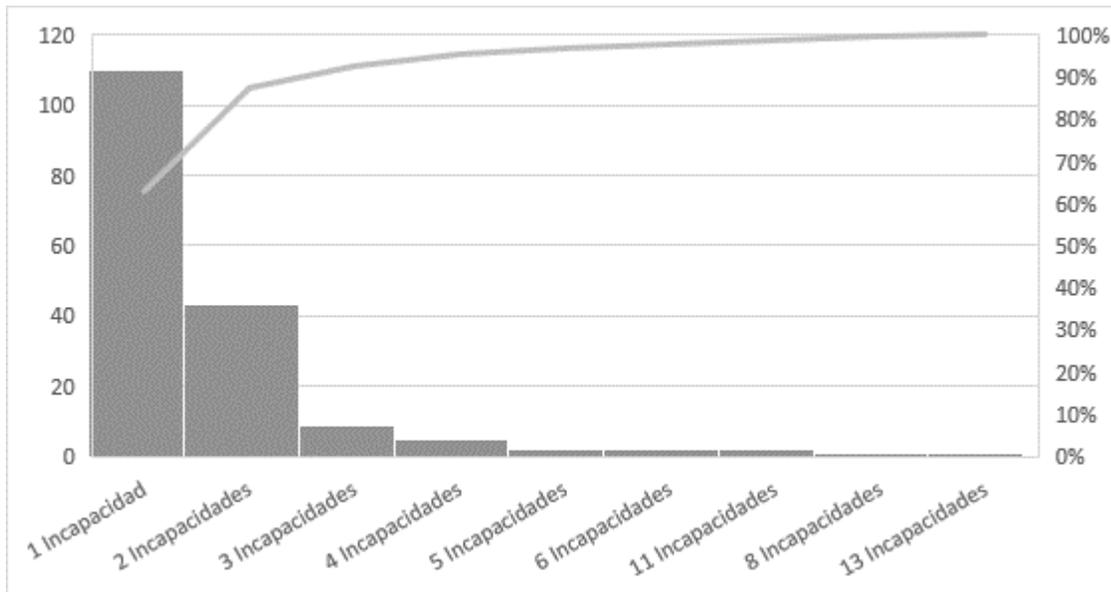
Figura 1. Descripción de operarios según sexo



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Adicionalmente, se observan operarios reincidentes en las incapacidades; esto se identifica a partir de los nombres entregados por la base de datos; dicha reincidencia se observa en el 37,1% de los operarios, alcanzando valores críticos de hasta 13, 11 u 8 incapacidades. Lo que acarrea que, de los 307 casos de estudio, sólo se observen 175 operarios, de los cuales 110 presentan un único evento de incapacidad y 65 operarios presentan recurrencia del evento.

Figura 2. Reincidencia de Incapacidades



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Por otra parte, se observa la evolución de los eventos para cada uno de los años, para dicho análisis se presentarán los gráficos de dispersión de los eventos de incapacidad, contra los meses de trabajo; así como la recta de tendencia, con su respectivo estadístico de correlación y la ecuación lineal de la misma, dada por la fórmula:

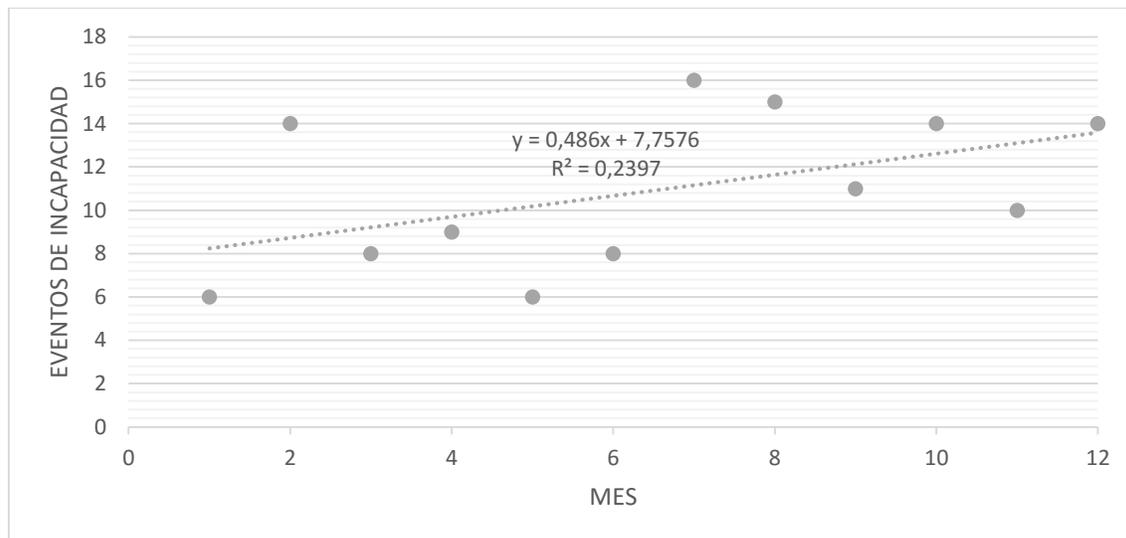
Fórmula 1. Ecuación General de una Recta

$$y = mx + b$$

Situación que permite identificar la pendiente de la recta dada por el coeficiente m; y el punto de intersección con el eje Y, dado por el coeficiente b. Estos principios permitirán profundizar en el análisis desarrollado.

En un primer acercamiento de dicho histórico, se observa que para 2016 existió un leve aumento como se observa en la línea de tendencia correspondiente; sin embargo, no es identificable una condición de fuerte correlacionalidad entre variables, toda vez que el R de correlación presenta un valor de 0,2.

Figura 3. Eventos de Incapacidad por Mes – Año 2016



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

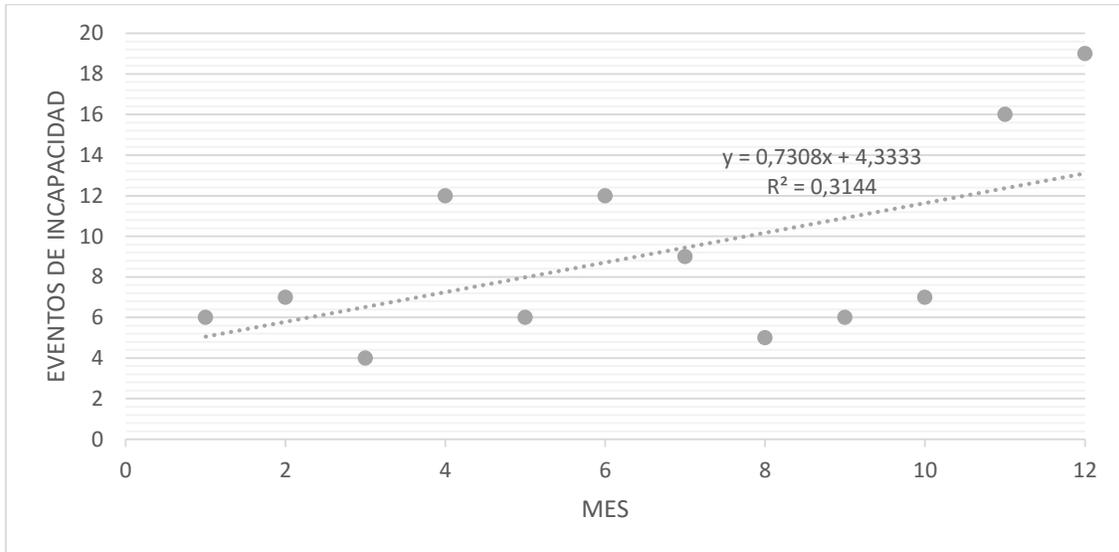
En continuación con el análisis histórico, se presenta el estudio de los eventos de incapacidad presentados en 2017; en ellos se destaca nuevamente un aumento a lo largo de los 12 meses del año, así como un baja correlacionalidad de variables, lo que evidencia un valor de 0,3 como R cuadrado.

Sin embargo, observando el componente b dado por la ecuación lineal de correlación, es factible identificar una disminución en el desplazamiento de la recta respecto al año inmediatamente anterior, por lo que es posible deducir una reducción de las incapacidades de un año respecto al otro.

Por otra parte, la pendiente de las rectas analizadas, presentan un aumento en 2017 respecto a 2016; lo cual, sumado al análisis de b, puede significar la implementación de estrategias de control en el inicio de 2017, pero con falencias en su seguimiento, cumplimiento y apropiación por parte del personal a lo largo de este último año.



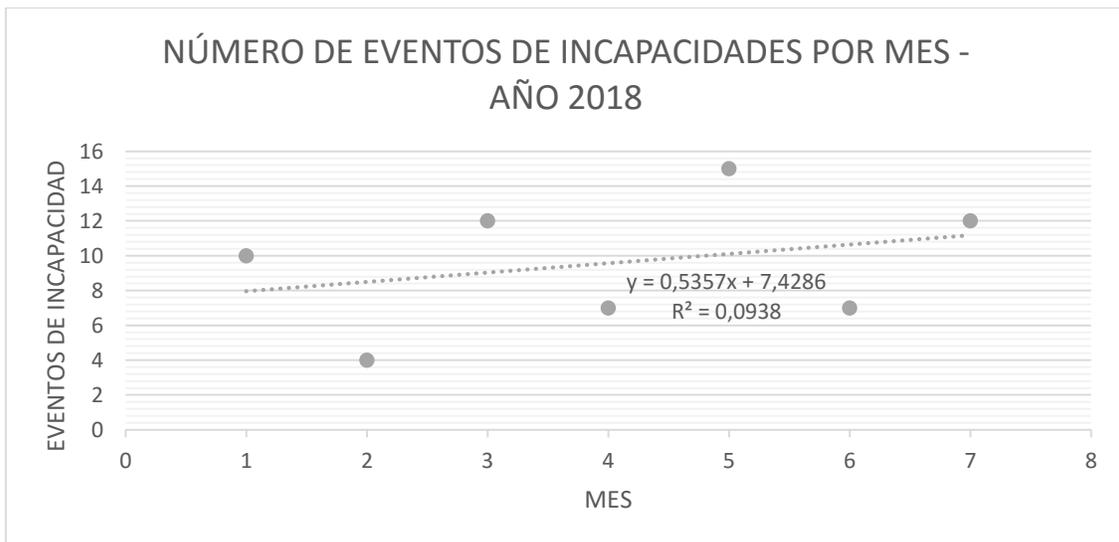
Figura 4. Número de Eventos de Incapacidad por Mes – Año 2017



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Por su parte, en el año 2018 se observa una pendiente de 0,5357; condición ligeramente menor al año 2017, pero mayor a 2016. Mientras que el coeficiente b alcanza un valor de 7,4286, lo que indica un aumento respecto a 2017; esto refuerza las consideraciones mencionadas en el párrafo anterior, en términos de fallas en las estrategias implementadas.

Figura 5. Número de Eventos de Incapacidades por Mes – Año 2018



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Por otra parte, y continuando con el análisis de la base de datos; se realiza una revisión de los diferentes diagnósticos determinados por el personal médico, identificando los siguientes diagnósticos:

Tabla 1. Listado de Diagnósticos y Frecuencias

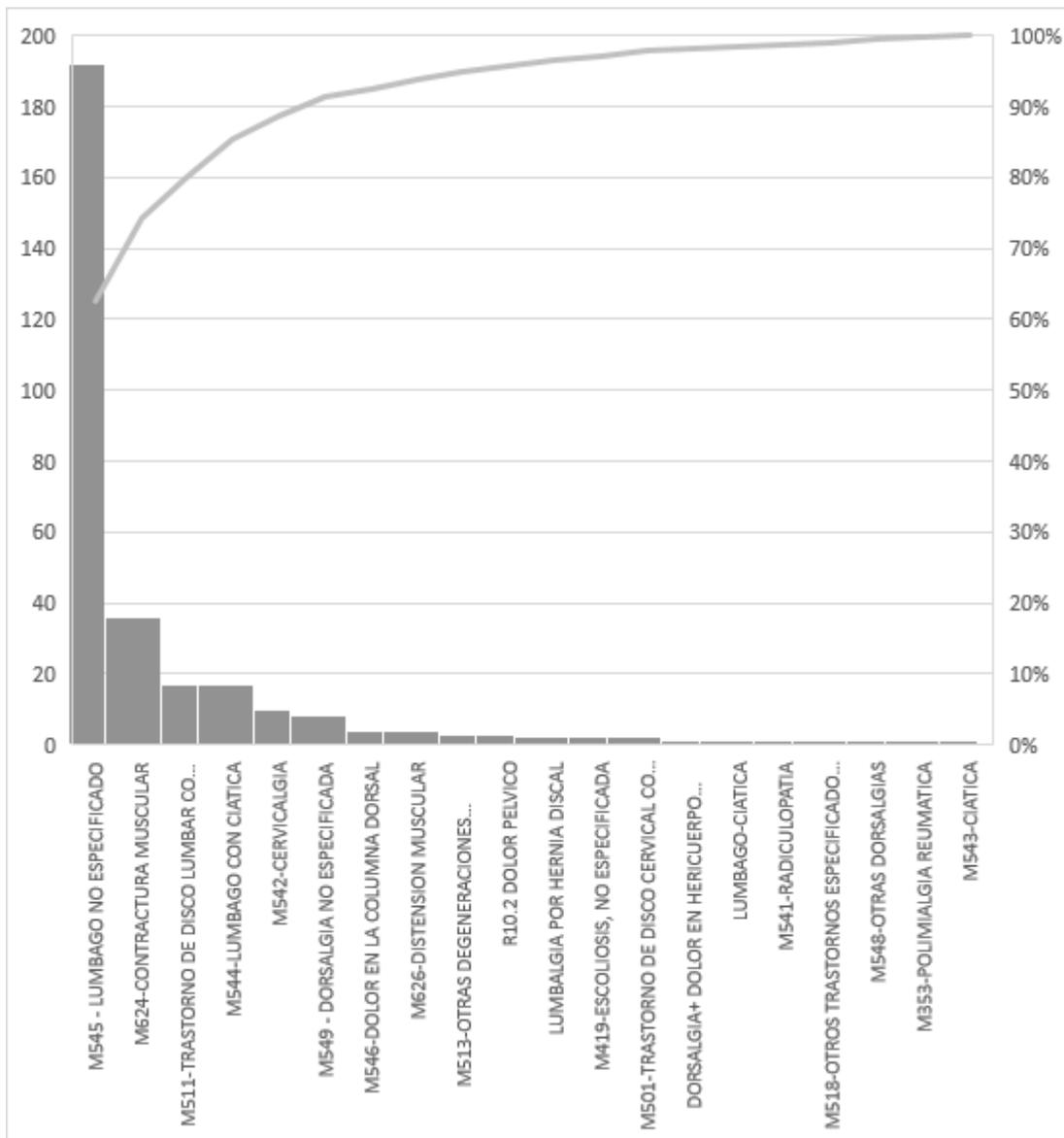
DIAGNÓSTICO EMITIDO POR PERSONAL MÉDICO	NÚMERO DE DIAGNÓSTICOS EN EL PERIODO DE ANÁLISIS
DORSALGIA+ DOLOR EN HERICUERPO IZQUIERDO	1
LUMBAGO-CIATICA	1
LUMBALGIA POR HERNIA DISCAL	2
M419-ESCOLIOSIS, NO ESPECIFICADA	2
M511-TRASTORNO DE DISCO LUMBAR CON RADICULOPATIA	17
M541-RADICULOPATIA	1
M549 - DORSALGIA NO ESPECIFICADA	8
M513-OTRAS DEGENERACIONES ESPECIFICADAS DE DISCO INTERVERTEBRAL	3
M518-OTROS TRASTORNOS ESPECIFICADOS DE LOS DISCOS INTERVERTEBRALES	1
M542-CERVICALGIA	10
M544-LUMBAGO CON CIATICA	17
M545 - LUMBAGO NO ESPECIFICADO	192
M546-DOLOR EN LA COLUMNA DORSAL	4
M548-OTRAS DORSALGIAS	1
M624-CONTRACTURA MUSCULAR	36
M626-DISTENSION MUSCULAR	4
M353-POLIMIALGIA REUMATICA	1
M501-TRASTORNO DE DISCO CERVICAL CON RADICULOPATIA	2
M543-CIATICA	1
R10.2 DOLOR PELVICO	3

Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

De acuerdo a la tabla anterior, es posible identificar que el mayor número de casos se presentan bajo el diagnóstico “M545-LUMBAGO NO ESPECIFICADO”; seguido del

“M624-CONTRACTURA MUSCULAR”; diagnósticos que evidencian las condiciones de riesgo biomecánico a las cuales se encuentran expuestos los operarios.

Figura 6. Diagrama de Pareto Según Diagnósticos



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Adicionalmente, se procede a realizar la aplicación de una prueba de Chi – Cuadrada por asociación con el fin de observar la relación entre variables, lo que permitirá validar las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 1: Relación del sexo del colaborador con el diagnóstico generado por el profesional de medicina.
- Hipótesis 2: Relación de los días de incapacidad con el diagnóstico generado por el profesional de medicina.

Estas pruebas fueron aplicadas con apoyo del software Minitab18; para el caso de la primera Hipótesis se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2. Cuadro de Frecuencias Hipótesis 1.

	DORSAL GIA+ DOLOR EN HERICUE RPO	LUMBAGO -CIATICA	LUMBALGI A POR HERNIA DISCAL	M353- POLIMIAL GIA REUMATIC A	M419- ESOLIOSIS, NO ESPECIFIC AD	M501- TRASTORN O DE DISCO CERVICA	M511- TRASTORN O DE DISCO LUMBAR	M513- OTRAS DEGENERA CIONES ESPEC
F	0	0	0	1	0	2	1	0
	0,237	0,237	0,474	0,237	0,474	0,474	4,029	0,711
M	1	1	2	0	2	0	16	3
	0,763	0,763	1,526	0,763	1,526	1,526	12,971	2,289
Todo	1	1	2	1	2	2	17	3
	M518- OTROS TRASTO RNOS ESPECIFI C	M541- RADICULO PATIA	M542- CERVICAL GIA	M543- CIATICA	M544- LUMBAGO CON CIATICA	M545 - LUMBAGO NO ESPECIFIC AD	M546-DOLOR EN LA COLUMNA DORSAL	M548- OTRAS DORSAL GIAS
F	0	0	7	1	6	35	1	0
	0,237	0,237	2,370	0,237	4,029	45,269	1,185	0,237
M	1	1	3	0	11	156	4	1
	0,763	0,763	7,630	0,763	12,971	145,731	3,815	0,763
Todo	1	1	10	1	17	191	5	1
	M549 - DORSALGIA NO ESPECIFICAD	M624- CONTRACTURA MUSCULAR	M626-DISTENSION MUSCULAR	R10.2 DOLOR PELVICO	R520-M545	Todo		
F	1	12	3	3	0	73		
	1,896	8,532	0,948	0,711	0,237			
M	7	24	1	0	1	235		



	6,104	27,468	3,052	2,289	0,763	
Todo	8	36	4	3	1	308

Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Tabla 3. Resultados Prueba Chi – Cuadrado de Hipótesis 1.

	Chi-cuadrada	GL
Pearson	53,988	20
Relación de Verosimilitud	52,132	20

Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Dados los resultados anteriores, se destacan 56 conteos esperados menores a 1, junto con una aproximación de la Chi-cuadrada probablemente no válida, toda vez que, debido a las falencias en los datos, no fue posible el cálculo de estadístico P-Value. Situación similar se presenta con la Hipótesis 2, en la cual se encuentran 197 conteos esperados menores a 1, e igual resultado para el cálculo del estadístico P-Value.

Tabla 4. Tabla de Frecuencias Hipótesis 2.

	DORSAL GIA+ DOLOR EN HERICUE RPO	LUMBAGO- CIATICA	LUMBALGI A POR HERNIA DISCAL	M353- POLIMIAL GIA REUMATIC A	M419- ESOLIOSIS, NO ESPECIFIC AD	M501- TRASTORN O DE DISCO CERVICA	M511- TRASTORN O DE DISCO LUMBAR	M513- OTRAS DEGENERA CIONES ESPEC
1	0	1	0	0	0	0	1	0
	0,26299	0,26299	0,52597	0,26299	0,52597	0,52597	4,47078	0,78896
2	1	0	0	0	2	0	3	0
	0,41883	0,41883	0,83766	0,41883	0,83766	0,83766	7,12013	1,25649
3	0	0	2	0	0	1	2	0
	0,20455	0,20455	0,40909	0,20455	0,40909	0,40909	3,47727	0,61364
4	0	0	0	1	0	1	3	0
	0,03571	0,03571	0,07143	0,03571	0,07143	0,07143	0,60714	0,10714
5	0	0	0	0	0	0	3	0
	0,03247	0,03247	0,06494	0,03247	0,06494	0,06494	0,55195	0,09740
7	0	0	0	0	0	0	1	0
	0,01299	0,01299	0,02597	0,01299	0,02597	0,02597	0,22078	0,03896
10	0	0	0	0	0	0	3	0

**Revista de Investigación en Gestión Industrial, Ambiental,
Seguridad Y Salud En El Trabajo – GISST**



	0,00974	0,00974	0,01948	0,00974	0,01948	0,01948	0,16558	0,02922
14	0	0	0	0	0	0	0	1
	0,00649	0,00649	0,01299	0,00649	0,01299	0,01299	0,11039	0,01948
15	0	0	0	0	0	0	0	1
	0,00325	0,00325	0,00649	0,00325	0,00649	0,00649	0,05519	0,00974
20	0	0	0	0	0	0	0	1
	0,00649	0,00649	0,01299	0,00649	0,01299	0,01299	0,11039	0,01948
30	0	0	0	0	0	0	1	0
	0,00649	0,00649	0,01299	0,00649	0,01299	0,01299	0,11039	0,01948
Todo	1	1	2	1	2	2	17	3
	M518- OTROS TRAST ORNOS ESPECI FIC	M541- RADICUL OPATIA	M542- CERVICA LGIA	M543- CIATICA	M544- LUMBAG O CON CIATICA	M545 - LUMBAG O NO ESPECIFI CAD	M546- DOLOR EN LA COLUMN A DORSAL	M548- OTRAS DORSALG IAS
1	0	0	4	0	3	55	2	0
	0,26299	0,26299	2,62987	0,26299	4,47078	50,23052	1,31494	0,26299
2	1	0	3	0	9	87	0	1
	0,41883	0,41883	4,18831	0,41883	7,12013	79,99675	2,09416	0,41883
3	0	0	1	1	2	40	1	0
	0,20455	0,20455	2,04545	0,20455	3,47727	39,06818	1,02273	0,20455
4	0	0	0	0	1	3	0	0
	0,03571	0,03571	0,35714	0,03571	0,60714	6,82143	0,17857	0,03571
5	0	0	1	0	2	3	1	0
	0,03247	0,03247	0,32468	0,03247	0,55195	6,20130	0,16234	0,03247
7	0	1	0	0	0	1	1	0
	0,01299	0,01299	0,12987	0,01299	0,22078	2,48052	0,06494	0,01299
10	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,00974	0,00974	0,09740	0,00974	0,16558	1,86039	0,04870	0,00974
14	0	0	0	0	0	1	0	0
	0,00649	0,00649	0,06494	0,00649	0,11039	1,24026	0,03247	0,00649
15	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,00325	0,00325	0,03247	0,00325	0,05519	0,62013	0,01623	0,00325
20	0	0	0	0	0	1	0	0



	0,00649	0,00649	0,06494	0,00649	0,11039	1,24026	0,03247	0,00649
30	0	0	1	0	0	0	0	0
	0,00649	0,00649	0,06494	0,00649	0,11039	1,24026	0,03247	0,00649
Todo	1	1	10	1	17	191	5	1
	M549 - DORSALGIA NO ESPECIFICAD	M624- CONTRACTURA MUSCULAR	M626- DISTENSION MUSCULAR	R10.2 DOLOR PELVICO	R520-M545	Todo		
1	6	8	0	1	0	81		
	2,10390	9,46753	1,05195	0,78896	0,26299			
2	1	18	1	2	0	129		
	3,35065	15,07792	1,67532	1,25649	0,41883			
3	1	9	2	0	1	63		
	1,63636	7,36364	0,81818	0,61364	0,20455			
4	0	1	1	0	0	11		
	0,28571	1,28571	0,14286	0,10714	0,03571			
5	0	0	0	0	0	10		
	0,25974	1,16883	0,12987	0,09740	0,03247			
7	0	0	0	0	0	4		
	0,10390	0,46753	0,05195	0,03896	0,01299			
10	0	0	0	0	0	3		
	0,07792	0,35065	0,03896	0,02922	0,00974			
14	0	0	0	0	0	2		
	0,05195	0,23377	0,02597	0,01948	0,00649			
15	0	0	0	0	0	1		
	0,02597	0,11688	0,01299	0,00974	0,00325			
20	0	0	0	0	0	2		
	0,05195	0,23377	0,02597	0,01948	0,00649			
30	0	0	0	0	0	2		
	0,05195	0,23377	0,02597	0,01948	0,00649			
Todo	8	36	4	3	1	308		

Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Tabla 5. Resultados Prueba Chi – Cuadrado de Hipótesis 2.

	Chi-cuadrada	GL
Pearson	507,560	200
Relación de Verosimilitud	169,035	200

Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Dados los resultados anteriores, se concluye que no es posible identificar una relación en el sexo del colaborador y el diagnóstico generado; así como entre esta última variable y los días de incapacidad asignados.

Una vez se obtienen estos resultados, y teniendo en cuenta las variables trabajadas y con el fin de generar una proyección adecuada de los eventos de incapacidad, se procede a aplicar una regresión lineal múltiple; esto a través de la aplicación de las teorías econométricas relacionadas.

Para dicho análisis se proceden a utilizar las variables “Acumulado de Días de Incapacidad”, “Fechas de Incapacidad” y “Número de Colaboradores Reincidentes”. Cabe resaltar que este análisis se realizó con apoyo del software Risk Simulator.

Resultado del análisis de regresión lineal múltiple, se obtienen los siguientes resultados; de ellos se obtienen los coeficientes de la curva de regresión, así como los respectivos errores estándar de cada uno de ellos, y los estadísticos t y P-Value.

Tabla 6. Resultados Regresión Lineal Múltiple

	Intercepto (b0)	Variable “Fechas de Incapacidad”	Variable “Número de Colaboradores Reincidentes”
Coefficientes	-10,0593	0,6245	4,1629
Error Estándar	5,9782	0,2418	0,6445
Estadístico t	-1,6827	2,5826	6,4590
P-Value	0,1036	0,0153	0,0000
R – Cuadrado Ajustado			0,6110

Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Adicionalmente, se realiza valoración de prueba de Hipótesis con el estadístico t a 90%, 95% y 99%, para un df de 28, el cual se define como los Grados de Libertad Individual; obteniendo valores de: 1,7011 para 90%, 2,0484 para 95% y 2,7633 para 99%. Esto indica que los coeficientes son estadísticamente significativos frente a los regresores trabajados.

Por otra parte, los valores de P-Value, se encuentran por encima del nivel de confianza del 90%, por lo que se concluye que existe una alta probabilidad de ocurrencia del estadístico t. Por lo que se da un soporte estadístico válido para la explicación del fenómeno a partir de una condición de regresión lineal múltiple. Dicho lo anterior la fórmula de regresión se expresa como:

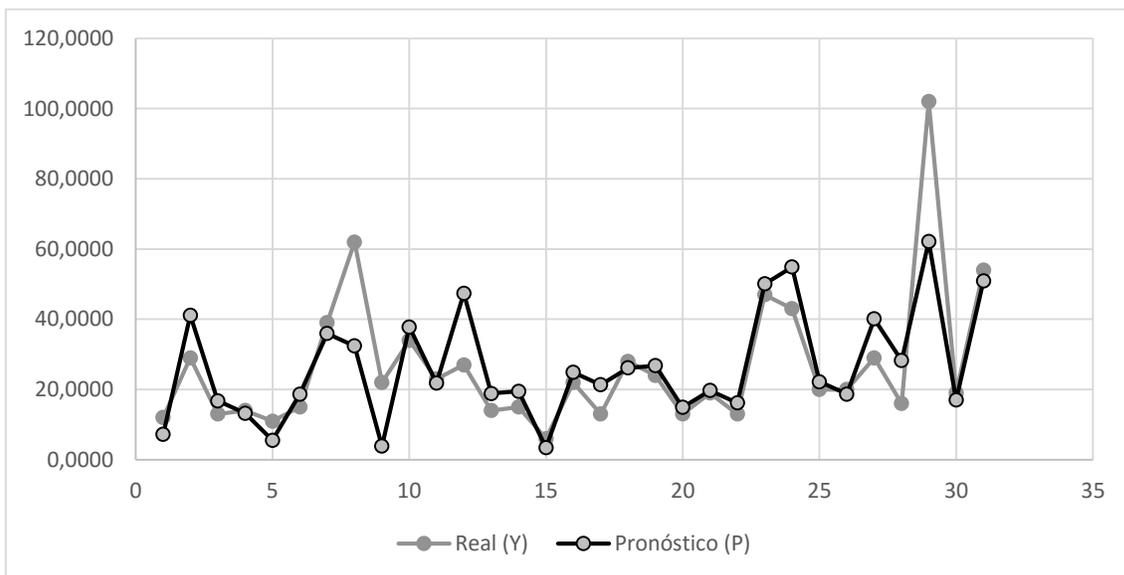
Fórmula 2. Modelo de Regresión Obtenido

Días de Incapacidad

$$= -10,0593 + (0,6245 \times \text{Fechas de Incapacidad}) + (4,1629 \times \text{Número de Colaboradores Reincidentes}) + E$$

De la fórmula anterior, se debe destacar que, el componente E refiere a los aspectos no explicados por la curva de regresión, los cuales a nivele econométrico reciben la calificación de “estocásticos”; en una mejor explicación, éstos identifican principalmente el error al cual se encuentra sujeto el uso de la fórmula encontrada.

Figura 7. Gráfico del Modelo de Regresión Lineal Múltiple Generado



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

A continuación, se realiza aplicación de un análisis de varianza (ANOVA), con ello se busca realizar una prueba con el estadístico F, con este se busca establecer la significancia del modelo propuesto en conjunto y no por coeficientes individuales, como lo desarrolla el estadístico t, evaluado anteriormente.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta la forma de cálculo del estadístico F, se espera que mientras mayor sea su valor, más significativa será la fórmula de regresión lineal calculada; cabe resaltar que para este caso nuevamente se valora el P-Value correspondiente, el cual comprueba la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a); tomando la primera como coeficientes simultáneamente igualados a 0, mientras la segunda los toma con valores diferentes a 0. Los valores de validación del P-Value se mantienen según se mencionó en párrafos anteriores.

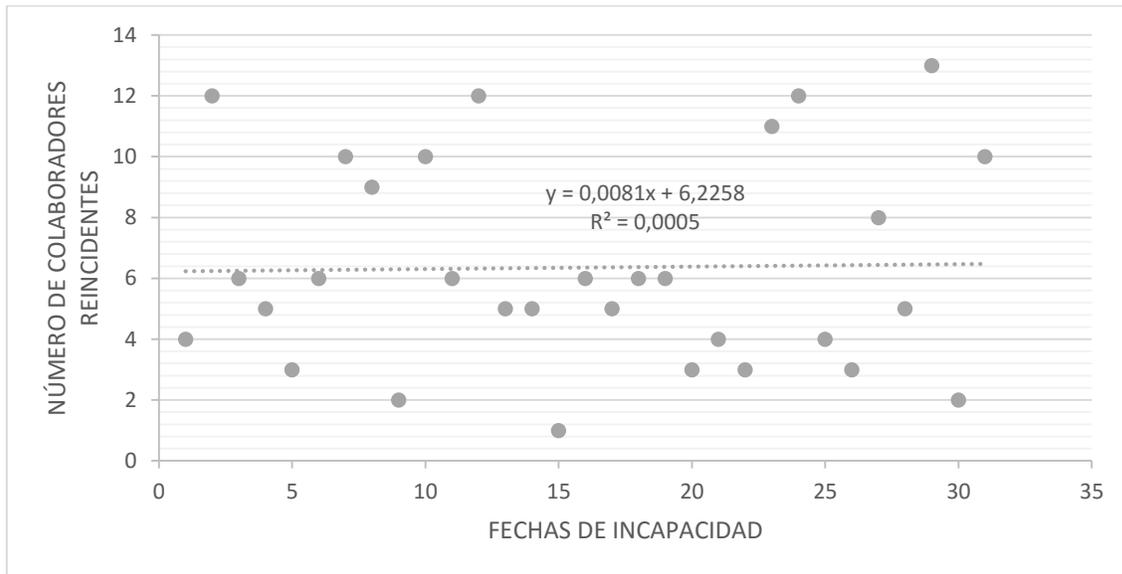
Tabla 7. Validación de Modelo Generado – Estadístico F.

	Suma de Cuadrados	Suma del Promedio de Cuadrados	Estadístico F	P-Value	Pruebas de Hipótesis	
Regresión	7120,90	3560,45	24,56	0,0000	Estadístico F Crítico (99% de confianza con df de 2 y 28)	5,429
Residual	4058,46	144,94			Estadístico F Crítico (95% de confianza con df de 2 y 28)	3,3404
Total	11179,35				Estadístico F Crítico (90% de confianza con df de 2 y 28)	2,5028

Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Por otra parte, se procede a evaluar la correlacionalidad existente entre las variables independientes utilizadas por el modelo; esto con el fin a fin de evitar errores en las aproximaciones encontradas por el mismo, y permitir su validación; para ello se genera un gráfico de dispersión y se procede a calcular la curva de tendencia, así como el R-cuadrado de correlación.

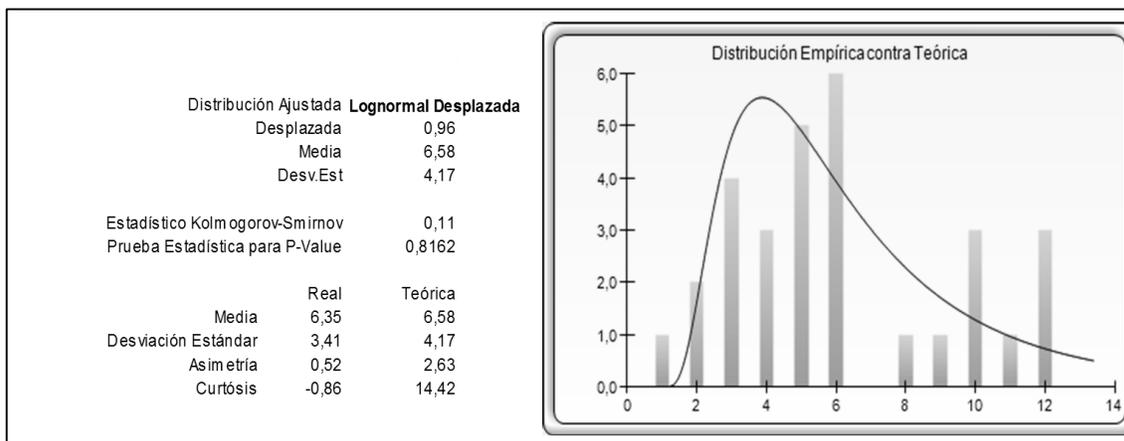
Figura 8. Gráfico de Correlación de Variables Independientes Utilizadas por el Modelo Propuesto



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Microsoft Excel.

Como puede observarse, no se evidencia correlación entre las variables independientes; por tanto, se procede a identificar el comportamiento de la variable “Número de Colaboradores Reincidentes” a partir de un análisis de ajuste de distribución individual, el cual fue utilizado con apoyo del software Risk Simulator.

Figura 9. Ajuste de Distribución Individual para la Variable Número de Colaboradores Reincidentes.



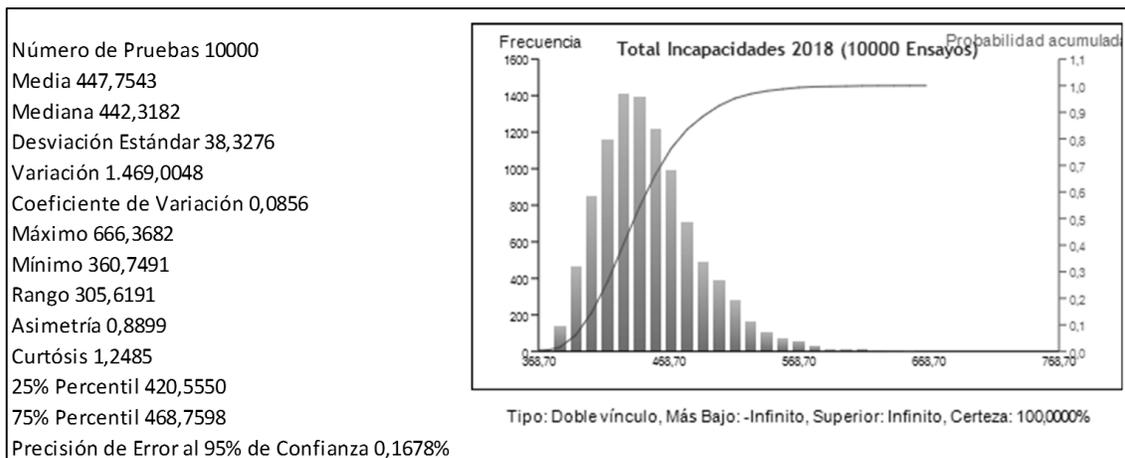
Fuente: Elaboración propia de los autores, software Risk Simulator.

Dado los resultados presentados en la gráfica anterior, es posible identificar el valor de media, el cual corresponde a 6,35; con esto se procede a desarrollar la proyección del modelo, identificando días totales de incapacidad por periodo; y de esta manera se procederá a identificar un valor proyectado mensual.

Finalizando el análisis estadístico y econométrico del fenómeno estudiado, es posible identificar que el modelo en conjunto presenta un ajuste superior al 99% de confianza y con una probabilidad de ocurrencia superior al 99% de nivel de confianza. Dicho lo anterior, se procede a realizar el análisis de proyección de los eventos de incapacidad, con el fin generar un pronóstico que sirva de herramienta de toma de decisiones para la gerencia.

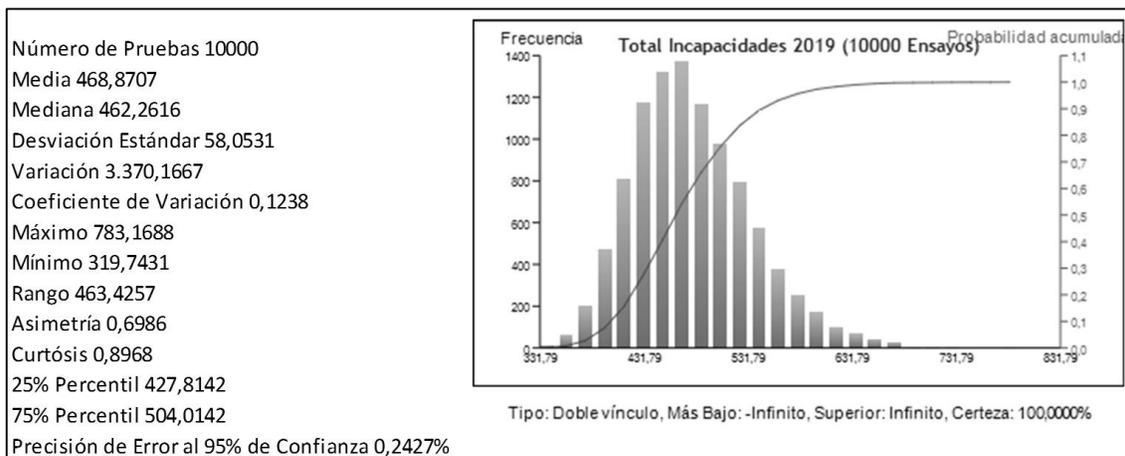
Por lo anterior, se procede a aplicar la Simulación de Montecarlo, tomando como variable de entrada el “número de colaboradores reincidentes”, junto con los valores de media, desviación estándar y desplazamiento, obtenidos por el análisis de distribución individual. Obteniendo los siguientes resultados:

Figura 10. Resultados de Simulación de Montecarlo – Proyección de Incapacidades para 2018.



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Risk Simulator.

Figura 11. Resultados de Simulación de Montecarlo – Proyección de Incapacidades para 2019.



Fuente: Elaboración propia de los autores, software Risk Simulator.

CONCLUSIONES

El estudio destaca como principal factor de eventos de incapacidad, y que genera un mayor aporte en términos de días de incapacidad a aquellos operarios reincidentes; los cuales alcanzan el 37% de los casos; sin embargo, soportan más del 50% de los días de incapacidad reportados.

Adicionalmente, no se evidencia relación entre el sexo del colaborador y el diagnóstico; por lo que se intuye que la tarea genera un efecto negativo indiferente del género del colaborador. Situación similar se presenta en la relación de diagnóstico contra días de incapacidad, esto se da principalmente a personal reincidente que continúan con un mismo diagnóstico, pero con un sensible aumento en el número de días de cada una de las incapacidades.

Por otra parte, la proyección de días de incapacidad para el año 2018 alcanza una media de 447 días, con un percentil al 25% de 420 días y el percentil 75% alcanza 468 días de incapacidad. Adicionalmente, la proyección para 2019 presenta una media de 469 días de incapacidad, con un percentil 25% de 427 días y el percentil 75% presenta un total de 504 de días de incapacidad, evidenciando un claro aumento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Esteban, B. P. (2012). Las malas posturas en el trabajo. Ministerio de Trabajo.
- Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia (01 de junio del 2018) NEWSLETTER N° 18. Región de Murcia.
- Bernate et al. (2019). Perspectiva de Transformación Social en la Educación y la Empresa. Colección de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad. Recuperado <https://www.editorialeidec.com/product/libro-perspectiva-de-transformacion-social-en-la-educacion-y-la-empresa/>
- Garasa, A., de Ulzurrun, M., Macaya, M., & Eransus, J. (2007). Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral. Instituto Navarro de Salud Laboral.
- Martínez, M., Catalana de /Esport, E., & Aguado, X. (1991). La ergonomía, otro campo de aplicación de la biomecánica
- Ministerio de la Protección Social. (2006). Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros Factores de Riesgo en el lugar de trabajo (GATI- DLI- ED)
- Ministerio del Trabajo de Colombia (2013). Informe Ejecutivo de la II Encuesta de Seguridad y Salud en el trabajo en el sistema general de riesgos. Colombia.
- Ordóñez, C., Gómez, E., & Calvo, A. (2016). Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. Revista Colombiana de Salud Ocupacional, 6(1), 24-30.
- Riquelme, M. (2013). reingenieria. Obtenido de <https://www.webyempresas.com/reingenieria/>
- Rueda Mahecha Yohanna Milena, Villarreal Alexander, Alvarado Edison Herley, Ariza Lady Johana, Tarazona Omar Guillermo. (2019) Análisis de las edificaciones posiblemente enfermas en el departamento de Santander, que conducen a catalogarse como Síndrome del Edificio Enfermo. Boletín Digital UNIMINUTO. Recuperado de <https://es.calameo.com/read/0057922826cdd5ce1add>
- Vásquez, L. A. (2014). Riesgo biomecánico. Colombia