

Fundación Universitaria
SAN MATEO

INGENIERÍA EN SEGURIDAD Y
SALUD EN EL TRABAJO



Fundación Universitaria
SAN MATEO

INGENIERÍA Y AFINES
INGENIERÍA EN SEGURIDAD Y SALUD PARA EL TRABAJO

**MODELO BAYESIANO PARA LA ESTIMACIÓN DEL AUSENTISMO LABORAL POR
ACCIDENTES DE TRABAJO EN COLOMBIA**
TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DE OPCIÓN DE GRADO

LAURA GIRALDO LOPEZ
GERALDIN SIERRA RUENES

DIRECTOR (A)
JULIO FERNANDO OCHOA

BOGOTÁ
2023

NOTA DE SALVEDAD DE RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL

“La Fundación Universitaria San Mateo NO se hace responsable de los conceptos emitidos en el presente documento, el departamento de investigaciones velará por el rigor metodológico de la investigación”.

CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
DEDICATORIA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AGRADECIMIENTOS	10
ABREVIATURAS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
1. CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	17
1.1 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.2 JUSTIFICACIÓN	19
1.3 OBJETIVOS	20
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.2 BASES TEÓRICAS O FUNDAMENTOS CONCEPTUALES.....	24
2.2.1 <i>Ausentismo laboral</i>	24
2.2.2 <i>Estrategias de reporte del ausentismo laboral</i>	24
2.2.3 <i>Estrategias estadísticas para reportar el ausentismo laboral</i>	25
2.3 BASES LEGALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3. CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	34

3.2	POBLACIÓN	34
3.3	FASES METODOLÓGICAS.....	34
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	38
4.1	RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 1.....	38
4.2	RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 2.....	42
4.2.1	<i>Distribución a priori</i>	42
4.2.2	<i>Función de verosimilitud</i>	44
4.2.3	<i>Distribución posterior</i>	45
4.3	RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 3.....	47
4.3.1	<i>Caso de Estudio: Sector Industrial (Taller automotriz)</i>	47
4.3.2	<i>Caso de Estudio: Sector terciario (Centro Comercial)</i>	53
4.3.3	<i>Caso de Estudio: Sector Minero</i>	60
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	67
	ANEXOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Casos de ausentismo laboral por trabajador en Colombia (Arrieta-Burgos et al., 2017, 2018, 2021; Arrieta-Burgos, Fernández, Sepúlveda, & Arango, 2019; Arrieta-Burgos, Fernández, Sepúlveda, & Vieco, 2019; C. Fernández et al., 2020).....	18
Figura 2. Distribución de probabilidad binomial para $n = 20$. Elaboración propia	28
Figura 3. Distribución de probabilidad de Poisson. Elaboración propia	29
Figura 4. Tasa de accidentes laborales calificados. Adaptado de (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023)	38
Figura 5. Comparación de accidentes laborales internacionalmente. Adaptado de (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2019; Ministerio de Salud y Protección Social, 2023; Ministerio de Trabajo, 2022; Ministerio de trabajo y economía social - España, 2020).....	39
Figura 6. Clasificación del ausentismo Elaboración propia	40
Figura 7. Días de ausentismo laboral por trabajador. Adaptado de (Arrieta-Burgos et al., 2023)	41
Figura 8. Distribución de probabilidad a priori del número de días de ausencia por trabajador por año	44
Figura 9. Histograma de frecuencia de días de ausentismo en caso de estudio sector industrial. Adaptado de (Gaviria et al., 2021).....	48

Figura 10. Comparación entre valores observados y esperados para la distribución de Poisson para caso del sector industrial. Elaboración propia	49
Figura 11. Distribución de probabilidad posterior del número de días de ausencia por trabajador por año para el caso de estudio del sector industrial. Elaboración propia	51
Figura 12. Comparación de distribuciones de probabilidad para las distribuciones a priori, verosimilitud y posterior para caso de sector industrial. Elaboración propia	53
Figura 13. Distribución por causa de accidente laboral en caso de estudio del sector terciario. Adaptado de (Acuña, 2022).....	54
Figura 14. Histograma de frecuencia de días de ausentismo en caso de estudio sector salud. Adaptado de (Acuña, 2022).....	55
Figura 15. Comparación entre valores observados y esperados para la distribución de Poisson de caso de estudio de sector terciario. Elaboración propia	56
Figura 16. Distribución de probabilidad posterior del número de días de ausencia por trabajador por año para el caso de estudio del sector terciario. Elaboración propia	58
Figura 17. Comparación de distribuciones de probabilidad para las distribuciones a priori, verosimilitud y posterior para caso de sector terciario. Elaboración propia	60

Figura 18. Distribución por causa de accidente laboral en caso de estudio del sector minero. Adaptado de (Ceballos et al., 2021).....	61
Figura 19. Distribución de probabilidad posterior del número de días de ausencia por trabajador por año para el caso de estudio del sector minero	62
Figura 20. Comparación de distribuciones de probabilidad para las distribuciones a priori, verosimilitud y posterior.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz legal ausentismo laboral en seguridad y salud en el trabajo	30
Tabla 2. Descripción de fases metodológicas.....	34
Tabla 3. Días de ausentismo laboral debido a accidentes de trabajo.....	41
Tabla 4. Resultado prueba de bondad de ajuste para caso de estudio del sector industrial.....	49
Tabla 5. Número de días de ausentismo por año por trabajador para los diferentes métodos en el sector industrial.....	52
Tabla 6. Resultado prueba de bondad de ajuste para caso de estudio del sector terciario	55
Tabla 7. Número de días de ausentismo por año por trabajador para los diferentes métodos	59
Tabla 8. Número de días de ausentismo por año por trabajador para los diferentes métodos en el caso de estudio del sector minero.....	63

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le damos las gracias a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra Carrera.

Agradecemos a la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN MATEO por brindarnos conocimiento, por resolver nuestras dudas y ser guía para la elaboración de este proyecto.

A nuestro tutor JULIO FERNANDO OCHOA, por la dedicación, orientación, paciencia, material de apoyo facilitado que nos ha brindado, a ellos gracias por la confianza depositada en nosotras.

Gracias a nuestros padres, porque ellos son la base fundamental para nuestra formación y nuestra felicidad.

Gracias a nuestros amigos y compañeros de nuestra carrera porque en ellos descartamos dudas de nuestro trabajo de grado.

ABREVIATURAS

ANDI: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia

AT: Accidentes de trabajo

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

ISO: Organización Internacional de Normalización

DANE: Departamento Nacional de Estadística

FASECOLDA: Federación de Aseguradores Colombianos

RESUMEN

El ausentismo laboral es una problemática de gran impacto en la economía, competitividad y desarrollo del talento humano de las empresas y se presenta en todas las organizaciones independientemente de su naturaleza, sector y tamaño. Aunque las enfermedades generales representan el mayor porcentaje de ocurrencia de eventos de ausentismo, los accidentes laborales generan mayor impacto, ya que se caracterizan por ausencias prolongadas que derivan en sobrecostos y desgaste del recurso humano. En los estudios que se han realizado al respecto, se ha identificado que las estrategias más efectivas para su reducción provienen de programas de salud y seguridad en el trabajo. Sin embargo, la implementación exitosa de estos programas requiere de modelos que predigan la ocurrencia de estos eventos. Si bien existe una amplia literatura al respecto, actualmente no se dispone de modelos de predicción representativos, especialmente para el contexto colombiano. Dada la naturaleza aleatoria de los factores que intervienen en el ausentismo laboral, la estadística bayesiana es una alternativa interesante para analizar cuantitativamente este fenómeno. El objetivo de este proyecto es desarrollar un modelo estadístico bayesiano que permita evaluar el ausentismo laboral por accidentes de trabajo en Colombia. El proyecto se desarrollará a través de una metodología de estudio de caso con enfoque cuantitativo. Los resultados mostraron que el modelo bayesiano es útil para tomar decisiones sobre ausentismo laboral dependiendo del sector. Este modelo contribuirá al diseño de estrategias y políticas enfocadas en la prevención de riesgos laborales.

PALABRAS CLAVE: Ausentismo laboral, Absentismo, Predicción de ausentismo
Métodos estadísticos, Análisis bayesiano, Accidentes de trabajo.

ABSTRACT

Employee absenteeism is a problem of great impact on the economy, competitiveness, and human talent of companies. It presents itself in all organizations, regardless of their nature, sector, or size. Although general sickness represents the primary reason for absenteeism events, occupational accidents have a more significant impact, given that they imply long absences, leading to cost overruns and employee burnout. Studies on absenteeism have identified that the most effective strategies for its reduction come from occupational health and safety programs. However, the successful implementation of these programs requires models that predict the occurrence of these events. There is a broad literature on employee absenteeism; however, currently, there are no representative prediction models, especially in the Colombian context. Considering the random nature of the factors affecting employee absenteeism, Bayesian statistics offer an interesting alternative to quantitatively analyze this phenomenon. The objective of this project is to develop a Bayesian statistical model that evaluates employee absenteeism due to occupational accidents. The methodology used in the project was a case study with a quantitative approach. The results show that the Bayesian model is useful for making decisions about employee absenteeism depending on the sector. This model will contribute to designing strategies and policies in the prevention of labor risks.

KEYWORDS: Employee absenteeism, Absenteeism, Absenteeism prediction
Statistical methods, Bayesian analysis, Occupational accidents.

INTRODUCCIÓN

El ausentismo laboral en general se refiere a la falta de un empleado en su lugar de trabajo durante un período determinado de tiempo en el que se esperaba que estuviera presente. Este fenómeno se presenta por múltiples factores que van desde lo individual hasta lo sociodemográfico y se relaciona tanto con situaciones laborales como no-laborales (Tatamuez-Tarapues et al., 2019). El ausentismo laboral afecta negativamente la productividad, competitividad y desarrollo del talento humano de las empresas, ya que la diferencia entre el tiempo laborado y el remunerado debe ser cubierto por la organización, con el correspondiente desgaste administrativo asociado a la sustitución temporal del personal ausente y la recarga al personal que debe cubrir la ausencia (Pérez, 2019).

Entre las estrategias más efectivas para controlar el ausentismo laboral se encuentra el diseño de políticas empresariales que fomenten la salud y seguridad en el trabajo a través de la reducción de riesgos laborales, los cuales están relacionados con los accidentes y enfermedades laborales. Estas políticas deben incluir medidas preventivas como la vacunación, los exámenes de tamizaje, capacitaciones en incidentes y accidentes de trabajo, etc. (Peiró et al., 2011). La implementación de estas medidas debe realizarse con la periodicidad apropiada de acuerdo con la naturaleza de la organización.

Tanto como para poder estructurar estas políticas de control de ausentismo de forma clara y equitativa, así como para poder mitigar los efectos económicos negativos directos e indirectos del ausentismo, es importante predecir de forma confiable la ocurrencia de estos eventos. Actualmente los modelos de predicción desarrollados para evaluar el ausentismo laboral requieren una cantidad significativa de datos (Berón et al., 2021; Pulido Guerrero et al., 2021) o

están limitados a factores y contextos particulares (Araujo et al., 2019; Bennedsen et al., 2019; Bosman et al., 2019; Lawrance et al., 2021). Lo anterior limita la aplicación de estos modelos en el caso nacional, donde se encuentra una dinámica laboral ampliamente variable.

Una herramienta poco explorada en el campo del ausentismo es la estadística bayesiana, la cual se basa en modelar los parámetros estadísticos de una distribución como variables aleatorias. La distribución de estas variables se conoce como distribución a priori. Esta distribución junto con una función de verosimilitud, la cual representa el comportamiento particular de un conjunto de datos, permite obtener una distribución posterior de la variable aleatoria la cual combina la información de la distribución a priori y la distribución de verisimilitud.

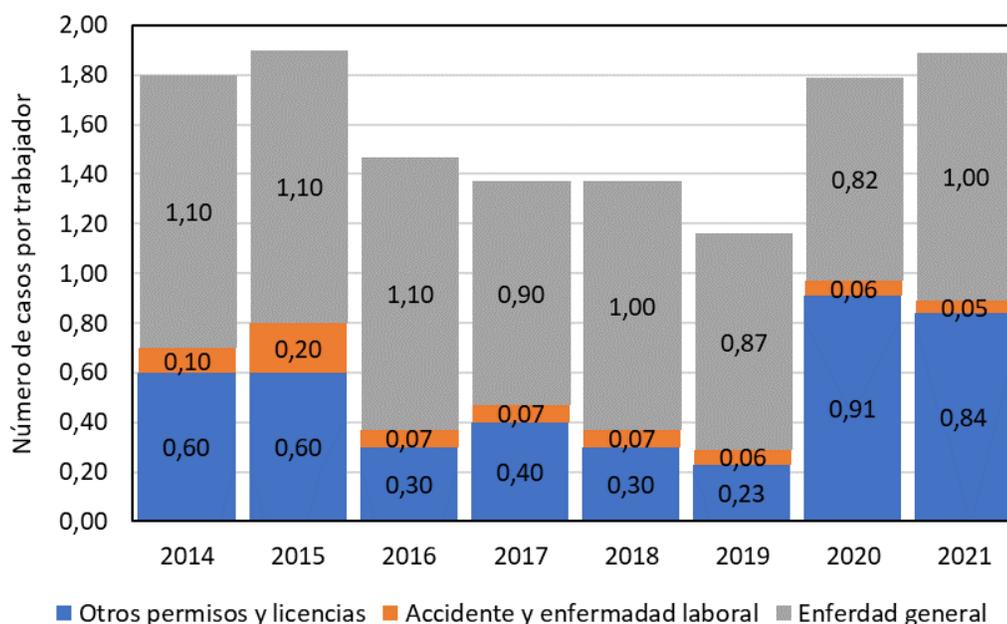
En este trabajo se propone el desarrollo de un modelo estadístico para estimar el ausentismo laboral ocasionado por accidentes laborales usando un modelo bayesiano. Para lo anterior se usó una metodología de estudio de caso en la cual se evaluaron diferentes escenarios considerando tres diferentes sectores económicos.

1. CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial se estima que la tasa de ausentismo es alrededor del 3%. De acuerdo con la oficina de estadísticas laborales de Estados Unidos (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2023) la tasa de ausentismo promedio anual para el 2022 fue de 3.6 % de los cuales el 2.6 % estuvo relacionado con enfermedades o accidentes de trabajo (AT). Esta tasa ha venido aumentando en los últimos años, especialmente después de la pandemia por Covid-19. En la Unión Europea se estima que la tasa de ausentismo está entre el 3% y el 6% con un costo estimado del 2.5% del producto interno bruto (Eurofound, 2010). En Colombia, la medición más reciente sobre ausentismo laboral indica que la tasa de ausentismo es del 1.89% lo que representa un sobre costo en los salarios cercano al 3.4 % (Arrieta-Burgos et al., 2023). En la Figura 1 se puede ver el número de casos de ausentismo por trabajador en Colombia entre los años 2014 y 2021 (Arrieta-Burgos et al., 2017, 2018, 2021; Arrieta-Burgos, Fernández, Sepúlveda, & Arango, 2019; Arrieta-Burgos, Fernández, Sepúlveda, & Vieco, 2019; C. Fernández et al., 2020)

Figura 1. Casos de ausentismo laboral por trabajador en Colombia (Arrieta-Burgos et al., 2017, 2018, 2021; Arrieta-Burgos, Fernández, Sepúlveda, & Arango, 2019; Arrieta-Burgos, Fernández, Sepúlveda, & Vieco, 2019; C. Fernández et al., 2020)



Entre los años 2015 y 2019 se evidenció una reducción sostenida en el ausentismo laboral, sin embargo, desde 2020 se ha observado un crecimiento a una tasa acelerada. Este aumento se vio altamente influenciado por la pandemia por Covid-19. Si bien el porcentaje más alto de ausentismo está relacionado con los casos de enfermedad general y otros permisos y licencias, el ítem relacionado con accidentes y enfermedades laborales es el que genera mayor impacto para las empresas, ya que representa ausencias prolongadas y altos costos asociados con indemnizaciones. Particularmente este último factor no ha experimentado cambios significativos desde el 2016, lo que indica que las medidas usadas para mitigar el ausentismo por accidentes y enfermedades laborales no han sido apropiadas.

Para poder formular estas medidas y reducir los impactos económicos del ausentismo, es importante modelar su ocurrencia. Los modelos de los que se dispone actualmente se basan en una cantidad elevada de datos que requieren un esfuerzo importante de procesamiento ya que se basan en factores y contextos particulares (Araujo et al., 2019; Bennedsen et al., 2019; Berón et al., 2021; Bosman et al., 2019; Lawrance et al., 2021; Pulido Guerrero et al., 2021) por lo que no se pueden aplicar directamente a la situación colombiana.

Pregunta problema: ¿Qué tipo de modelo matemático permite describir de forma precisa el ausentismo laboral por accidentes de trabajo (AT) en Colombia?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El ausentismo laboral es un fenómeno común en el entorno laboral nacional e internacional y obedece a una diversidad de situaciones, en general aleatorias. El ausentismo tiene un impacto significativo en la productividad de las empresas, especialmente cuando está relacionado con accidentes de trabajo (AT), ya que impacta negativamente la dinámica de producción y genera elevados sobrecostos. Dado el carácter aleatorio del ausentismo laboral, su predicción y control representa un reto para las organizaciones. Particularmente en Colombia se ha podido evidenciar que las medidas tomadas para el control del ausentismo relacionado con accidentes de trabajo (AT) han tenido poco impacto en los últimos años.

Un primer paso para poder formular estrategias efectivas que permitan reducir el ausentismo laboral, es poder anticipar cuantitativamente su ocurrencia, de tal forma que se puedan analizar los factores de riesgos asociados. Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se propone el desarrollo de un modelo estadístico para estimar el ausentismo laboral

ocasionado por accidentes laborales que contribuya al diseño de políticas enfocadas en la prevención de riesgos en los lugares de trabajo.

Uno de los métodos estadísticos que permiten realizar una relación, en base al ausentismo por accidentes de trabajo, es la inferencia bayesiana, la cual proporciona probabilidades y predicciones para estimar la ausencia laboral.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo general

- Desarrollar un modelo estadístico que permita evaluar el ausentismo laboral por accidentes de trabajo en Colombia a través de inferencia bayesiana.

Objetivos específicos

- Identificar las estadísticas relevantes en el contexto nacional sobre ausentismo laboral por accidentes de trabajo.
- Proponer un modelo estadístico bayesiano para cuantificar el ausentismo laboral que considere la información particular de una organización, así como los comportamientos históricos nacionales.
- Validar el modelo estadístico propuesto con el estudio de tres casos particulares de ausentismo laboral en Colombia.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El ausentismo laboral ha sido estudiado desde principios del siglo pasado y en los últimos años ha habido un interés creciente, dado su alto grado de prevalencia. Las primeras revisiones al respecto fueron realizadas en los años 50 en trabajos como el presentado por Brayfield y Crockett, donde se estudió la relación entre las actitudes de los empleados y su desempeño en empresas industriales y de negocios de los Estados Unidos (Brayfield & Crockett, 1955). En la misma época, en el contexto europeo se presentaron trabajos como el de Argyle sobre la relación del ausentismo con la productividad en el Reino Unido (Argyle et al., 1958).

Recientemente, Cikes realizó una revisión sistemática de los trabajos realizados sobre ausentismo, donde se examinaron las publicaciones académicas desde 1969. Cikes presenta una lista exhaustiva de determinantes y consecuencia del ausentismo laboral encontrando que los determinantes dependen fuertemente del tipo de actividad y tamaño de la organización y las consecuencias más comunes son la rotación de personal y la baja productividad (Čikeš et al., 2018). Con relación a los costos asociados al ausentismo, Navarro indica que solo el 20% de las compañías grandes considera el ausentismo laboral en su planeación de costos. En este trabajo también se demuestra el ahorro significativo que tendría la reducción del ausentismo laboral, ya que una reducción del ausentismo del 1% con una tasa del 8% puede llegar a representar un ahorro anual de 6.5 millones de dólares, en contextos como el norteamericano (Navarro & Bass, 2006). Con respecto a las estrategias para reducir el ausentismo, Forte en su tesis doctoral menciona que las medidas con mayor impacto son el fomento del compromiso laboral, la comunicación gerencial asertiva, la implementación de programas de bienestar y salud laboral y el logro de un balance entre vida y trabajo de los empleados (Forte, 2017).

En Latinoamérica, Rojas estudió el ausentismo laboral como un problema social, económico y laboral que influye en la reducción del indicador de éxito en la gestión de seguridad y salud. Particularmente en Perú, se encontró que el ausentismo es causado principalmente por los problemas de salud asociados a la sobrecarga laboral y ambientes de trabajo inadecuado (Rojas-Pimentel & Izaguirre-Torres, 2020). Según Hernández las enfermedades cardiovasculares figuran entre las primeras causas del ausentismo laboral en Colombia. Un trabajador con este diagnóstico puede tener incapacidades de más de un mes (Hernández-Martínez et al., 2020).

A nivel regional, se han realizado varios estudios focalizados en sectores particulares. El grupo de investigación del observatorio de salud pública de la Facultad de Medicina de la Universidad CES de Medellín analizó las causas del ausentismo laboral en una institución de salud, encontrando que los factores más influyentes son el bajo nivel educativo, tener cargos de apoyo y realizar funciones asistenciales (Cataño Saldarriaga et al., 2017). El grupo de investigación en epidemiología y bioestadística de la misma universidad realizó un análisis de ausentismo en el sector de extracción de minerales, considerado uno de los más dinámicos en la economía. El análisis evidenció que para la empresa minera la tasa de ausentismo es de 11.2 días anuales por trabajador siendo el género masculino el más afectado (Vásquez Trespalcios, 2013). En el área urbana antioqueña, Carrillo estudió el ausentismo laboral en un centro de teleoperadores entre 2016 y 2017 donde se evidenció que la gran mayoría de las ausencias son debidas a enfermedades generales y solo el 5% de las ausencias eran mayores a 5 días (Carrillo Trujillo et al., 2019). En la ciudad de Cali, Escobar caracterizó el ausentismo por enfermedades de origen infeccioso en personal forense, encontrando que cerca del 50% presentó ausencia laboral por enfermedades de este tipo y que existe una relación entre la edad y la severidad del ausentismo

(Escobar-Aramburo et al., 2013). Con respecto a la costa atlántica, Guerrero identificó que la desmotivación laboral es un aspecto relevante en la simulación de enfermedades laborales a través de un estudio de caso con una empresa de vigilancia privada de la región (Guerrero et al., 2022).

En cuanto al contexto local, Restrepo estableció la relación entre enfermedades musculoesqueléticas y el ausentismo en una IPS en Bogotá relacionada con temas de salud sexual y reproductiva. El estudio mostró que no hay una relación entre el ausentismo y los síntomas de estas enfermedades, contrario a lo que se esperaba de acuerdo con estudios a nivel internacional (Restrepo & Castaño, 2014). Bueno encontró que factores como ansiedad, depresión y tensión muscular influyen en el ausentismo laboral en una empresa de tecnología bogotana y que las mujeres son más propensas a esta problemática (Bueno, 2008). El caso del ausentismo en las instituciones de educación superior fue estudiado por Sánchez Calderón, encontrando que los periodos de mayor ausentismo son marzo-abril y agosto-septiembre, que el sexo femenino presentó mayor grado de ausentismo y que las enfermedades en los sistemas respiratorio, digestivo y osteomuscular fueron las causas más frecuentes de ausentismo (Sánchez-Calderón, 2015).

La revisión de los antecedentes internacionales, nacionales y locales demuestra que los factores que afectan el ausentismo laboral varían significativamente con la actividad económica del país y la región. Los eventos particulares que desencadenan las ausencias, que en su mayoría se deben a enfermedades generales, se presentan de forma aleatoria. Teniendo en cuenta lo anterior, en este proyecto se retomarán investigaciones similares y se propondrá un nuevo modelo para estimar el ausentismo laboral.

2.2 BASES TEÓRICAS O FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

2.2.1 Ausentismo laboral

Como se mencionó en el capítulo 1, el ausentismo laboral puede definirse como cualquier ausencia del trabajo y sus efectos afectan dramáticamente la productividad de las empresas. Entre los tipos de ausentismo se encuentran el inevitable y el voluntario. El primero está asociado a causas legítimas (como enfermedades o crisis familiares) mientras que el segundo obedece a excusas presentadas para faltar al trabajo. Entre las causas del ausentismo se encuentran: responsabilidades familiares excesivas, múltiples actividades laborales, enfermedades crónicas, elevados desplazamientos para llegar al trabajo, falta de autoestima, relaciones laborales conflictivas, actividades laborales monótonas, falta de autonomía laboral, drogadicción y alcoholismo (Booyens, 2008).

2.2.2 Estrategias de reporte del ausentismo laboral

Entre las medidas de ausentismo laboral, las dos más frecuentemente usadas son: porcentaje de días perdidos y la tasa de frecuencia de ausencias, definidas como (Cowling & Mailer, 1998) :

$$\text{porcentaje de días perdidos} = \frac{\# \text{ de días perdidos}}{\# \text{ de días laborables}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{tasa de frecuencia de ausencias} = \frac{\# \text{ ausencias por año}}{\# \text{ promedio de empleados por año}} \times 100 \quad (2)$$

Otra forma de reportar el ausentismo laboral es el número de días perdidos en el año. Esta última ha sido ampliamente usada en el contexto nacional.

2.2.3 Estrategias estadísticas para reportar el ausentismo laboral

Dado los múltiples factores que influyen en el ausentismo laboral, este fenómeno es esencialmente aleatorio, por lo que el uso de la estadística ofrece una alternativa apropiada para afrontar el problema. Dentro de las diferentes ramas de la estadística, la inferencia bayesiana es especialmente útil en este contexto, ya que permite usar información a priori para obtener estimaciones representativas de una situación particular. En esta sección se presentan algunos de los conceptos básicos que serán usados a lo largo del proyecto como son los parámetros estadísticos (estadística descriptiva), las distribuciones de probabilidad y el teorema de Bayes.

2.2.3.1 Estadística descriptiva

La estadística descriptiva es la rama que estudia las técnicas que permiten presentar y reducir los datos observados. En general los datos estadísticos se pueden presentar de forma adecuada usando medidas de posición, dispersión, concentración y forma (S. F. Fernández et al., 2002). A continuación, se detallan las más relevantes para el desarrollo del proyecto.

2.2.3.1.1 Medidas de tendencia central

Las medidas de posición tienen como objetivo describir la ubicación central de los datos en una muestra. Son ampliamente usadas por que permiten identificar los datos más representativos en un conjunto (Walpole et al., 2012). Las principales medidas de tendencia central son la media y la mediana, las cuales están representadas por los símbolos \bar{x} y \tilde{x} respectivamente y son definidas a continuación (Villada-Cantor & Beltrán-Cortes, 2021) :

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} \quad (3)$$

$$\tilde{x} = \begin{cases} x_{\frac{n+1}{2}}, & \text{si } n \text{ es impar} \\ \frac{1}{2}(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}), & \text{si } n \text{ es par} \end{cases} \quad (4)$$

2.2.3.1.2 Medidas de dispersión

Las medidas de dispersión permiten conocer que tan separados están los datos con respecto a una medida de tendencia central. Las medidas de dispersión más comunes son la desviación estándar s y el rango R como se presenta a continuación (Villada-Cantor & Beltrán-Cortes, 2021):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (5)$$

$$R = \text{Max}(x_1, x_2, \dots, x_n) - \text{Min}(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (6)$$

2.2.3.2 Distribuciones de probabilidad discretas

Una distribución de probabilidad es una función matemática que asigna probabilidades a eventos en un espacio muestral y cumple las siguientes condiciones (Walpole et al., 2012):

$$f(x) \geq 0 \quad (7)$$

$$\sum_x f(x) = 1 \quad (8)$$

$$P(X = x) = f(x) \quad (9)$$

Cuando X es una variable aleatoria discreta, como el caso del número de ausencias laborales por año, la distribución de probabilidad es discreta. En el contexto de este proyecto es útil definir dos distribuciones discretas de probabilidad: la distribución de binomial y la distribución de Poisson

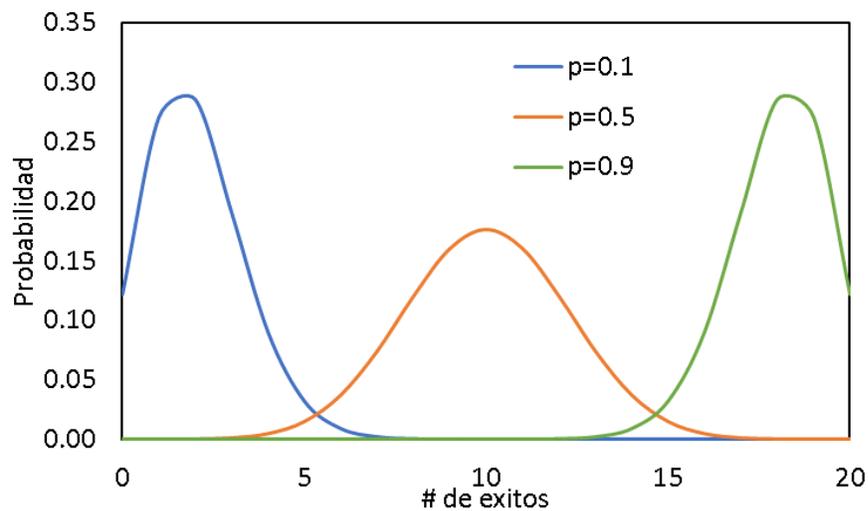
2.2.3.2.1 Distribución binomial

La distribución binomial es un modelo que permite evaluar los datos de una serie de ensayos independientes e idénticos, cada uno con una probabilidad de éxito constante cuyo resultado se cataloga como éxito o falla. La función de probabilidad está dada por (Wackerly et al., 2009):

$$f(x|n, p) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}, \quad x = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (10)$$

Donde n es el número de ensayos, p es la probabilidad de éxito de cada ensayo, $q = 1 - p$ es la probabilidad de falla de cada ensayo y x es el número de éxitos. La distribución binomial da la probabilidad de obtener x éxitos en n ensayos. Un ejemplo de la distribución de probabilidad binomial se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Distribución de probabilidad binomial para $n = 20$. Elaboración propia



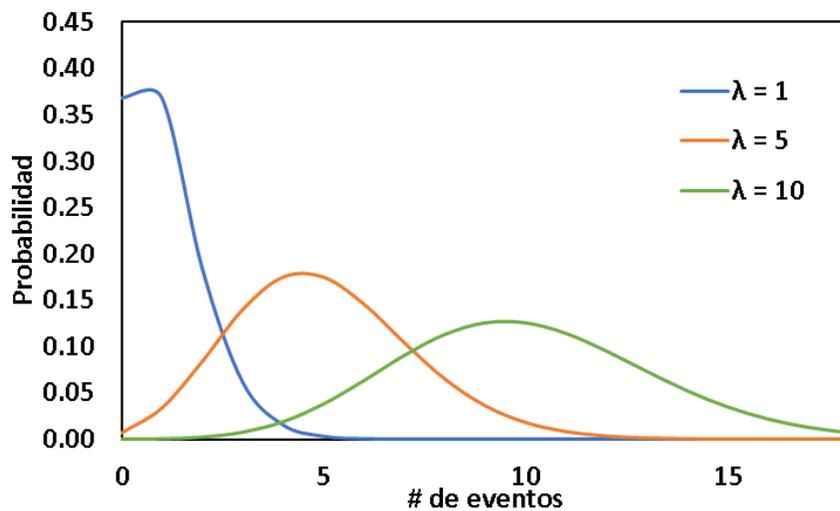
2.2.3.2.2 Distribución de Poisson

La distribución de Poisson, nombrada por el matemático francés Simeón Dennis Poisson, es un modelo que permite calcular la probabilidad de la ocurrencia de cierto número de eventos independientes en un intervalo de tiempo. Se puede derivar de la distribución binomial cuando el número de ensayos tienda a infinito manteniendo la probabilidad de éxito constante. La función de probabilidad está dada por (Wackerly et al., 2009):

$$f(x|\lambda t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (11)$$

Donde λ es la tasa de ocurrencia del evento en el intervalo de tiempo t . Si la tasa de ocurrencia del evento y el intervalo de tiempo son suficientemente bajos, la distribución de Poisson puede aproximarse con la distribución binomial. Un ejemplo de la distribución de Poisson se presenta en la Figura 3.

Figura 3. Distribución de probabilidad de Poisson. Elaboración propia



2.2.3.3 Estadística bayesiana

La estadística bayesiana es una rama de la estadística en la cual los parámetros estadísticos son modelados como variables aleatorias, por lo que es posible asignarles distribuciones de probabilidad conocidas como distribuciones a priori. Esto quiere decir que en el análisis bayesiano la información previa que se conoce de algún parámetro puede usarse para modelar el fenómeno (Morales & Causil, 2019).

En contraste con la estadística descriptiva, en la cual la probabilidad es calculada como la frecuencia de un muestreo repetido, en la estadística bayesiana la probabilidad se toma como una medida de la incertidumbre subjetiva que caracteriza el comportamiento a priori de un parámetro. Esta distribución a priori se usa en conjunto con el teorema de Bayes para calcular la distribución resultante o posterior (Walpole et al., 2012). El teorema de Bayes se puede representar como:

$$\pi(\theta|x) = \frac{f(x|\theta)\pi(\theta)}{g(x)} \quad (12)$$

Donde $\pi(\theta|x)$ es la distribución posterior del parámetro θ dado x , $f(x|\theta)$ es la función de verosimilitud, basada en la distribución de la población dado el parámetro θ , $\pi(\theta)$ es la distribución a priori del parámetro θ y $g(x)$ es la distribución marginal de x , la cual puede calcularse a partir de:

$$g(x) = \sum_{\theta} f(x|\theta)\pi(\theta) \quad (13)$$

Para el presente proyecto la distribución $f(x|\theta)$ puede asociarse a con los casos reportados de ausentismo laboral particular de una organización mientras que $\pi(\theta)$ puede estimarse a partir de estadísticas nacionales de ausentismo.

2.3 BASES LEGALES DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla 1. Matriz legal ausentismo laboral en seguridad y salud en el trabajo

NORMA	EXPEDIDA POR	DESCRIPCIÓN
(Ley 1562 de 2012. "Por La Cual Se Modifica El Sistema de Riesgos Laborales y Se Dictan Otras Disposiciones En Materia de Salud	Ministerio De Salud Y Protección social	Esta ley tiene como objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, establecer disposiciones para la promoción de la salud, prevención de accidentes laborales, enfermedades profesionales y la protección integral de los trabajadores en el país, fomentar la cultura de la prevención, establecer responsabilidades para los trabajadores y garantizar una atención integral en caso de accidentes laborales, por lo tanto, es la base principal para realizar un modelo de ausentismo laboral que permita analizar los principales factores

NORMA	EXPEDIDA POR	DESCRIPCIÓN
Ocupacional". 11 de Julio de 2012. D.O. No 48.488, 2012)		como; predicción, clasificación y análisis de decisiones y actualización de conocimiento, lo que es especialmente valioso en entornos cambiantes de las industrias.
(Resolución 0312 [Ministerio Del Trabajo]. "Por La Cual Se Definen Los Sistemas Mínimos Del Sistema de Gestión de La Seguridad y Salud En El Trabajo". 13 de Febrero de 2019, 2019)	Ministerio del Trabajo	Tiene como finalidad establecer los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud. Establece los indicadores mínimos para el ausentismo laboral, en cuanto a la prevalencia, incidencia, frecuencia y severidad, con el objetivo de obtener resultados precisos al medir la proporción de empleados ausentes en un periodo determinado o la ocurrencia de nuevo casos. Por lo tanto, identificar los estándares de esta resolución son importantes ya que brinda al modelo las fórmulas necesarias para un análisis estadístico, confiable y asertivo en la toma de decisiones para las empresas.
NTC 3701 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1995) "Guía Para La Clasificación Registro	ICONTEC	La norma técnica colombiana 3701 especifica los diferentes tipos de ausencias en relación con el tiempo total trabajado y pautas para mantener los registros básicos de accidentes y enfermedades profesionales. Proporciona fórmulas primordiales como los Indicadores de consecuencia los cuales abarcan; indicador de frecuencia, índice de severidad global, índice de días perdidos por lesiones e índice de lesión incapacitante. Al introducir estos

NORMA	EXPEDIDA POR	DESCRIPCIÓN
Estadísticas De Accidentes De Trabajo Y Enfermedades Profesionales".		indicadores en el modelo, se obtiene una visión general de la evaluación del daño o lesión ocurrido.
(Decreto 1443 Del 2014 [Ministerio Del Trabajo]. "Por El Cual Se Dictan Disposiciones Para La Implementación Del Sistema de Gestión de La Seguridad y Salud En El Trabajo (SG-SST)". 31 de Julio de 2014, 2014)	Ministerio del Trabajo	En este decreto se determinan aspectos específicos como la implementación de políticas para la prevención de accidentes y enfermedades laborales, es de vital importancia ya que la prevención del ausentismo laboral es esencial para mantener la productividad y la eficiencia en una organización. Para abordar la problemática del trabajo de investigación, se identificó la implementación de políticas estratégicas para controlar el ausentismo laboral.
(Código Sustantivo Del Trabajo [Ministerio de Protección Social], 2014)	Ministerio de Protección Social	En base al código sustantivo del trabajo se establecerán consideraciones en cuanto al ausentismo laboral, teniendo en cuenta las causas de despido y las obligaciones del empleador sobre las remuneraciones de los días dominicales y vacaciones.
(Decreto de 1072 de 2015)	Ministerio del Trabajo	Tiene como objeto unificar las normas reglamentarias relacionadas con el sector trabajo. Este decreto

NORMA	EXPEDIDA POR	DESCRIPCIÓN
<p>[Ministerio Del Trabajo]. Decreto Único Reglamentario Del Sector Trabajo. 26 de Mayo de 2015, 2015)</p>		<p>busca garantizar el respeto de los derechos laborales de los trabajadores. Es el eje principal de la seguridad y salud en el trabajo, ya que, busca proteger la salud y bienestar de los trabajadores, prevenir accidentes y enfermedades laborales y mejorar las condiciones del trabajo en el país.</p>
<p>ISO 45001 (Organización Internacional de Normalización, 2018)</p>	<p>ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN</p>	<p>Es una norma internacional, donde establece un sistema de seguridad y salud ocupacional (SG-SST) en las organizaciones con el fin de mejorar de manera proactiva las condiciones de trabajo y proteger la salud y la seguridad de los trabajadores. En base a esta normatividad todas las organizaciones establecen su mejora continua a través del ciclo P-H-V-A, lo que significa su compromiso para: planificar y establecer políticas y objetivos, implementarlos, realizar seguimiento y evaluación con el fin de proteger a sus empleados, contratistas y visitantes.</p>

3. CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En este proyecto se realizará una investigación aplicada con enfoque cuantitativo con un alcance de investigación descriptiva ya que se tomarán los principios de la estadística para un problema de aplicación práctica en el ámbito de la salud y seguridad en el trabajo. El proyecto se desarrollará a través de una metodología de estudio de caso, la cual consiste en el estudio de algunos objetos de investigación a partir de los cuales es posible obtener generalizaciones de los fenómenos. Esta metodología es especialmente útil en casos donde se requiere estudiar características básicas, situaciones coyunturales e interacciones entre individuos o grupos (Monje, 2011).

3.2 POBLACIÓN

Para seleccionar los casos de estudio se tuvo en cuenta que la variable reportada fuera el número de días de ausencia teniendo en cuenta la frecuencia como se explicará en la sección 4.1. También se tuvo en cuenta que fueran casos de sectores diferentes, esto con el fin de ilustrar cómo se comporta el modelo en diferentes escenarios. Teniendo en cuenta lo anterior se seleccionaron los casos de un taller automotriz (sector industrial), un centro comercial (sector terciario) y una empresa de extracción de minerales (sector minero). Además del sector, los casos de estudio fueron seleccionados considerando el número de casos de ausentismo, esto con el fin de destacar la sensibilidad del modelo

3.3 FASES METODOLÓGICAS

Tabla 2. Descripción de fases metodológicas

Fase metodológica	Acciones y actividades	Técnicas y herramientas de recolección de datos	Entregables
1. Identificar las estadísticas	1. Buscar la información relacionada con el	1. Ficha técnica de revisión sistemática en	Análisis estadístico de la

Fase metodológica	Acciones y actividades	Técnicas y herramientas de recolección de datos	Entregables
<p>relevantes en el contexto nacional sobre ausentismo laboral por accidentes de trabajo.</p>	<p>ausentismo laboral en Colombia en las bases de datos de ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia), DANE (Departamento Nacional de estadística) y FASECOLDA (Federación de Aseguradores Colombianos)</p> <p>2. Tabular la información encontrada en las bases de datos</p> <p>3. Analizar los resultados tabulados e identificar sectores y tendencias</p> <p>4. Proponer distribución a priori de los casos de ausentismo laboral que permita representar los datos disponibles</p>	<p>bases de datos de ANDI, DANE y FASECOLDA</p> <p>2. Estadísticas tabuladas</p>	<p>información disponible sobre ausentismo laboral en Colombia</p>

Fase metodológica	Acciones y actividades	Técnicas y herramientas de recolección de datos	Entregables
<p>2. Proponer un modelo estadístico bayesiano para cuantificar el ausentismo laboral que considere la información particular de una organización, así como los comportamientos históricos nacionales</p>	<p>1. Estimar la distribución de probabilidad usando análisis bayesiano considerando la distribución a priori estimada en la fase anterior</p> <p>2. Analizar la sensibilidad del modelo propuesto</p> <p>3. Estimar los parámetros característicos de la distribución resultante</p>	<p>1. Hoja de cálculo en Microsoft Excel® con la distribución de probabilidad bayesiana, al análisis de sensibilidad del modelo y los parámetros estimados de la distribución.</p>	<p>Modelo estadístico bayesiano</p>
<p>3. Validar el modelo estadístico propuesto con el estudio de dos casos particulares de ausentismo laboral en Colombia.</p>	<p>1. Identificar tres casos de estudio que permitan aplicar el modelo estadístico propuesto teniendo en cuenta la confiabilidad, población y representatividad de los datos disponibles</p> <p>2. Aplicar el modelo estadístico propuesto</p>	<p>1. Ficha técnica de revisión sistemática en bases de datos como Scopus, Redalyc, Scielo y los repositorios de tesis de universidades</p> <p>2. Datos tabuladas sobre los casos de estudio seleccionados</p>	<p>Validación del modelo estadístico aplicado a dos casos de estudio</p>

Fase metodológica	Acciones y actividades	Técnicas y herramientas de recolección de datos	Entregables
	3. Identificar la capacidad de predicción del modelo considerando el análisis bayesiano		

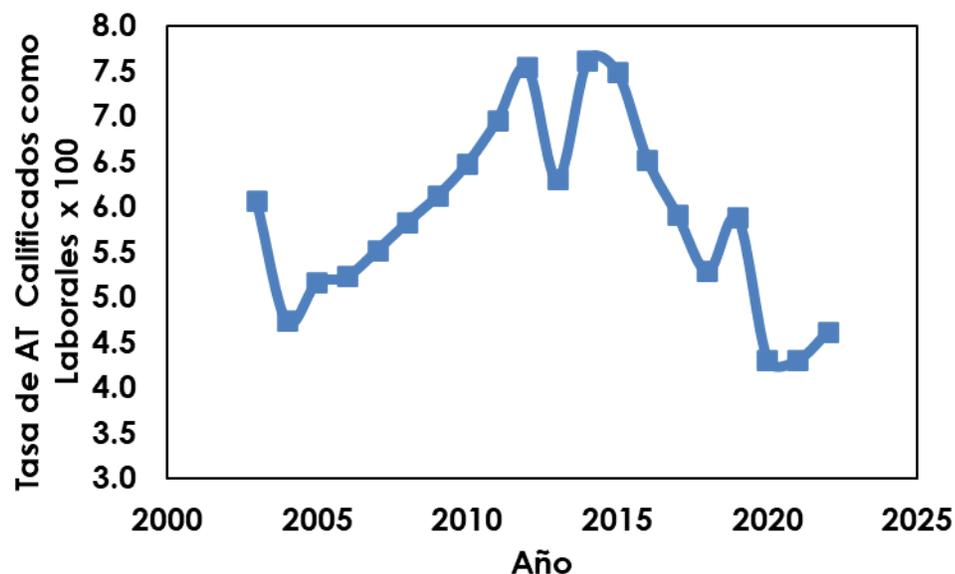
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 1

Como se mencionó en el capítulo 2, las estadísticas de ausentismo son relevantes para las organizaciones dado su impacto en la productividad, especialmente las relacionadas con accidentes de trabajo (AT). Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presentan las estadísticas relevantes relacionadas con los accidentes laborales, su comparación con datos internacionales y finalmente su influencia en el ausentismo laboral.

Los datos de accidentes laborales son periódicamente reportados por el Ministerio de Salud nacional desde el año 1994. El reporte más reciente corresponde al año 2022. La tasa de accidentes laborales calificados de los últimos diez años se presenta en la Figura 4.

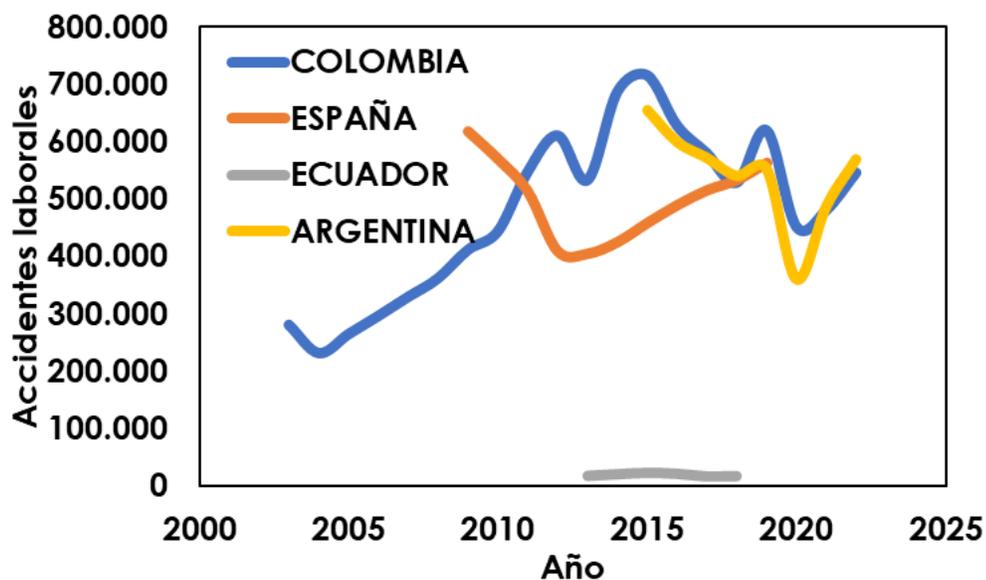
Figura 4. Tasa de accidentes laborales calificados. Adaptado de (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023)



En la figura se puede ver como a partir del 2014 se observa una tendencia decreciente en los accidentes laborales calificados. Esto indica que los planes de prevención implementados en los programas de salud ocupacional han sido efectivos en los últimos diez años considerando que el número de trabajadores afiliados al sistema general de riesgos laborales ha crecido linealmente en el periodo de tiempo mencionado.

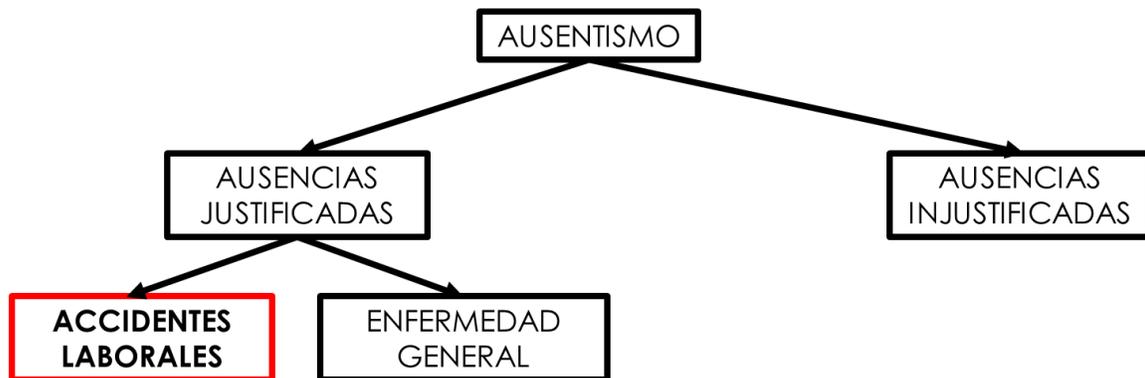
El número de accidentes laborales de varios países se presentan en la Figura 5. Los datos de Argentina y Colombia tienen tendencias similares, lo que se explica por sus dinámicas laborales y tamaño de economías. El caso de España muestra una tendencia opuesta a los casos anteriormente mencionados. Se observa una tendencia creciente desde el año 2012. El caso de Ecuador es difícil de comparar con los demás dado el tamaño de su economía.

Figura 5. Comparación de accidentes laborales internacionalmente. Adaptado de (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2019; Ministerio de Salud y Protección Social, 2023; Ministerio de Trabajo, 2022; Ministerio de trabajo y economía social - España, 2020)



Para el caso del modelamiento predictivo se requiere que los datos tengan el número de días de ausentismo en forma de histograma, es decir que tengan la frecuencia asociada. Además de esto, se requiere que los días de se refieran al ausentismo causado por accidentes laborales, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Clasificación del ausentismo Elaboración propia



Dada la dificultad al obtener estos datos, el análisis bayesiano es una alternativa interesante, ya que pueden usarse datos macro y ajustarse a una distribución de probabilidad apropiada que puede ingresarse al modelo como información a priori (ver sección 4.2.1). Este tipo de datos para el ausentismo derivado de los accidentes laborales se presenta en la Figura 7 de acuerdo con el informe periódico de ausentismo laboral e incapacidades médicas de la ANDI (Arrieta-Burgos et al., 2023). El promedio y la desviación de los datos anteriores se presentan en la

Tabla 3.

Figura 7. Días de ausentismo laboral por trabajador. Adaptado de (Arrieta-Burgos et al., 2023)

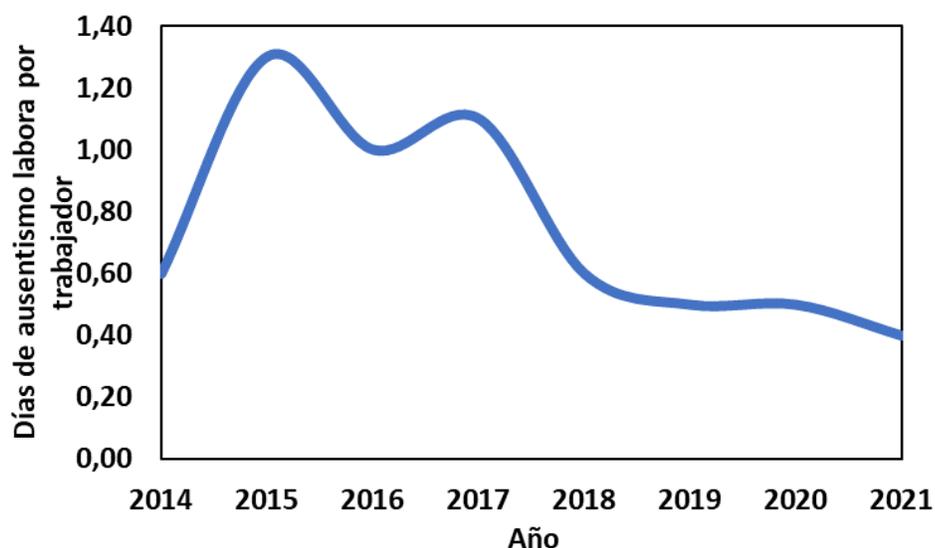


Tabla 3. Días de ausentismo laboral debido a accidentes de trabajo (AT)

Días de Ausentismo	Año
0.6	2014
1.3	2015
1.0	2016
1.1	2017
0.6	2018
0.5	2019
0.5	2020
0.4	2021
Promedio	0.75
Desviación Estándar	0.33

4.2 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 2

Como se mencionó en la sección 2.2.3.3, la estadística bayesiana es una buena aproximación en situaciones donde se tienen pocos datos y se dispone de información previa, por lo que es apropiado para el caso de ausentismo laboral por accidentes de trabajo (AT). Para implementar el modelo se estimarán las distribuciones a priori, la función de verisimilitud y la distribución posterior como se presenta a continuación

4.2.1 Distribución a priori

La distribución a priori contiene la información que se conoce previamente del comportamiento de los datos. Para este caso se escogió la distribución gama, considerando su versatilidad y que es la conjugada de la distribución de Poisson (ver sección 4.2.2). Teniendo en cuenta lo anterior, la distribución a priori se puede expresar como:

$$\pi(\lambda) = \frac{1}{\Gamma(k)\theta^k} \lambda^{k-1} e^{-\frac{\lambda}{\theta}} \quad (14)$$

Donde $\pi(\lambda)$ es la distribución a priori del parámetro λ de la distribución de Poisson, Γ es la función gamma (que se puede evaluar usando Microsoft Excel®) y k y θ son los parámetros de forma y escala de la distribución gamma respectivamente. La media y la desviación estándar de la distribución gamma estan dadas por (Walpole et al., 2012):

$$\mu = k\theta \quad (15)$$

$$\sigma^2 = k\theta^2 \quad (16)$$

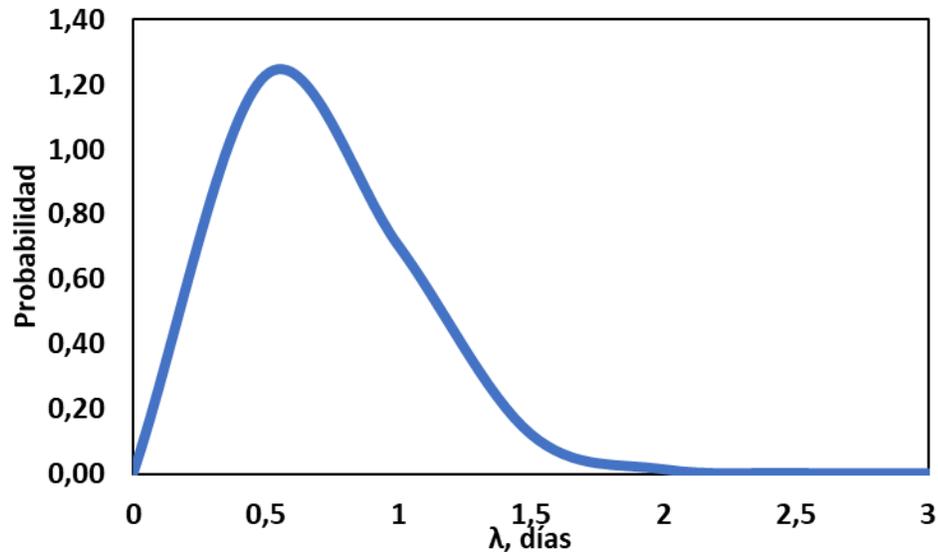
Si se consideran los resultados del objetivo específico 1 (sección 4.1), los parámetros k y θ se pueden obtener a partir del promedio y la desviación estandar del número de días de ausentismo laboral por trabajador debido a accidentes laborales. Despejando las ecuaciones (15) y (16) se obtiene:

$$k = \left(\frac{\mu}{\sigma}\right)^2 \quad (17)$$

$$\theta = \frac{\sigma^2}{\mu} \quad (18)$$

Reemplazando se obtiene $k = 5.1653$ y $\theta = 0.1452$. La distribución a priori se presenta en la Figura 8.

Figura 8. Distribución de probabilidad a priori del número de días de ausencia por trabajador por año



4.2.2 Función de verosimilitud

La función de verosimilitud representa el comportamiento de los datos que se tienen disponibles. Teniendo en cuenta que el ausentismo usualmente se modela como una distribución de Poisson (Hoffmeister et al., 2014) y especialmente cuando se trata de accidentes laborales (Curbelo-Martínez et al., 2015) se escogió esta distribución para evaluar los datos. La función de verosimilitud se puede expresar a partir de la distribución de Poisson presentada en la ecuación (11) como (Morales & Causil, 2019):

$$f(x|\lambda) = \frac{e^{-n\lambda} n\lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}}{\sum_{i=1}^n x_i!} \quad (19)$$

Donde x_i representa los días de ausencia del individuo i y n el número total de casos de ausencia observados. Antes de usar la ecuación (19) debe comprobarse que los datos se ajustan a la distribución de Poisson. Para lo anterior se puede usar una prueba de bondad de ajuste (Walpole et al., 2012). Este procedimiento está implementado en el software comercial Minitab®. Es importante mencionar que la ecuación (19) debe usarse con datos particulares asociados a casos de estudio como se presenta en la sección 4.2.3.

4.2.3 Distribución posterior

Como se presentó en la sección 2.2.3.3 la distribución posterior en el análisis bayesiano se determina usando el teorema de Bayes de acuerdo a la ecuación (12). Si se reemplazan las ecuaciones (14) y (19) la distribución posterior se puede expresar como:

$$\pi(\lambda|x) = \frac{1}{\Gamma(k + \sum_{i=1}^n x_i) \left(\frac{\theta}{n\theta + 1}\right)^{(k + \sum_{i=1}^n x_i)}} \lambda^{(k + \sum_{i=1}^n x_i) - 1} e^{-\frac{\lambda}{\left(\frac{\theta}{n\theta + 1}\right)}} \quad (20)$$

En la ecuación (20) se ha tenido en cuenta que la distribución de Poisson es la conjugada de la distribución gamma. Los detalles de la deducción se pueden encontrar en (Morales & Causil, 2019). Reemplazando los valores de la distribución a priori obtenidos en la sección 4.2.1 se obtiene:

$$\pi(\lambda|x) = \frac{1}{\Gamma(5.1653 + \sum_{i=1}^n x_i) \left(\frac{0.1452}{0.1452n + 1}\right)^{(5.1653 + \sum_{i=1}^n x_i)}} \lambda^{(5.1653 + \sum_{i=1}^n x_i) - 1} e^{-\frac{\lambda}{\left(\frac{0.1452}{0.1452n + 1}\right)}} \quad (21)$$

La ecuación (21) representa el modelo bayesiano que incluye las estadísticas nacionales sobre ausentismo laboral debido a accidentes de trabajo (AT) y puede aplicarse a cualquier caso en particular una vez se tengan datos de los días de ausencia por individuo y el número total de casos de ausencia observados.

Teniendo en cuenta que la ecuación (21) tiene la forma de una distribución gamma, la media y la desviación estándar de la distribución posterior están dadas por:

$$\mu = \left(5.1653 + \sum_{i=1}^n x_i\right) \left(\frac{0.1452}{0.1452n + 1}\right) \quad (22)$$

$$\sigma^2 = \left(5.1653 + \sum_{i=1}^n x_i\right) \left(\frac{0.1452}{0.1452n + 1}\right)^2 \quad (23)$$

Este modelo es especialmente útil para propósitos de predicción ya que se puede implementar como línea base cuando se tienen pocos datos sobre accidentes de trabajo (AT). Los ejemplos de aplicación del modelo se presentan en la siguiente sección

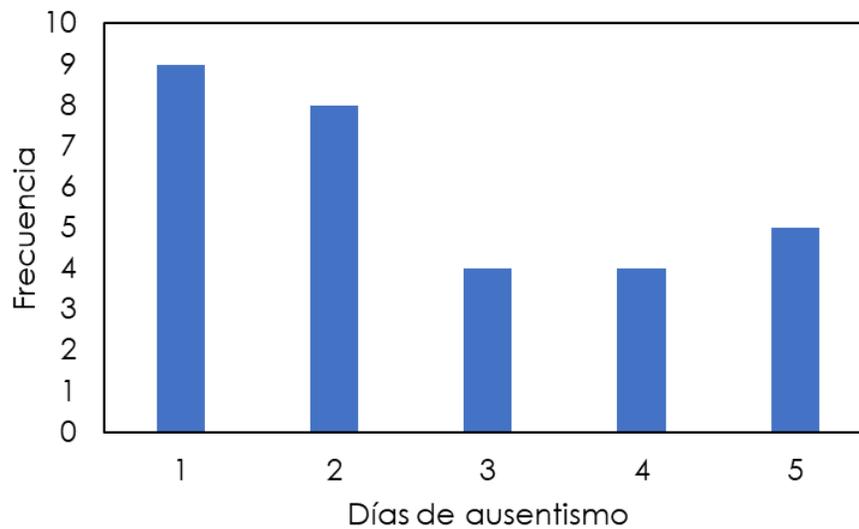
4.3 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 3

Como se mencionó en el resultado del objetivo específico anterior, para validar el modelo bayesiano se debe utilizar casos de estudio particulares. Para lo anterior se seleccionaron 3 casos reales de los sectores industrial, terciario y minero. Como se mencionó en la sección 3.2, además del sector, los casos de estudio fueron seleccionados para evaluar la sensibilidad del modelo.

4.3.1 Caso de Estudio: Sector Industrial (Taller automotriz)

En este caso de estudio se evaluaron los datos de ausentismo por accidentes laborales del año 2019 de una empresa del sector automotriz dedicada principalmente a la realización de servicios de mantenimiento de vehículos particulares ubicada en la ciudad de Medellín, de acuerdo con la siguiente tesis (Gaviria et al., 2021). La población de estudio fue de 147 trabajadores. Entre la muestra seleccionada se registraron 100 incapacidades. En la Figura 9 se presentan los datos de días de ausentismo por accidentes laborales y su correspondiente frecuencia, tomados de (Gaviria et al., 2021).

Figura 9. Histograma de frecuencia de días de ausentismo en caso de estudio sector industrial. Adaptado de (Gaviria et al., 2021).

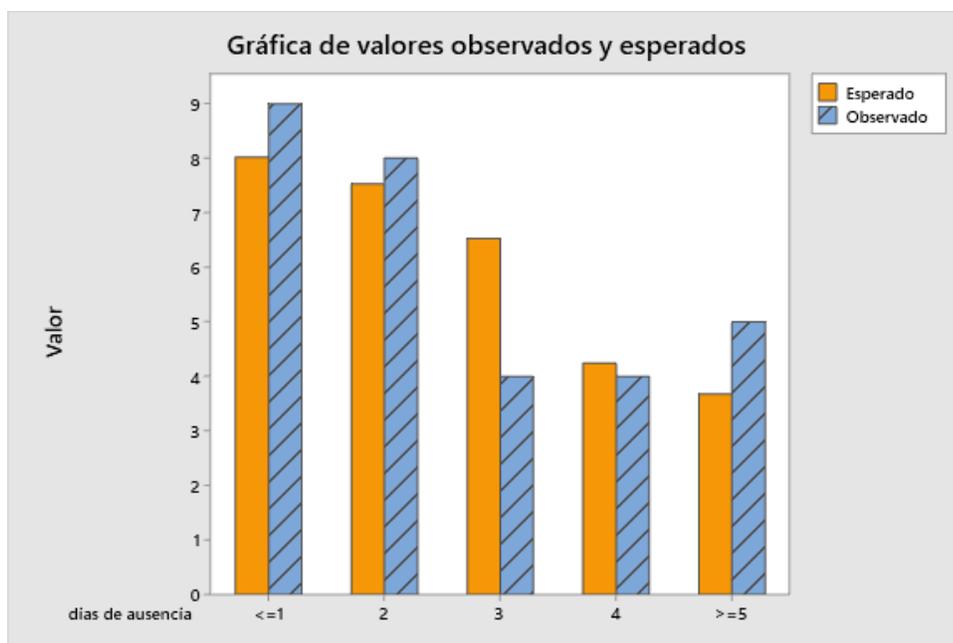


Lo primero que debe hacerse es comprobar si los datos siguen la distribución de Poisson a través de una prueba de bondad de ajuste como se mencionó en la sección 4.2.2. Para esto se usó el software estadístico Minitab®, el cual realiza la prueba basada en la distribución chi-cuadrada. Los resultados de la prueba se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultado prueba de bondad de ajuste para caso de estudio del sector industrial

Días de Ausentismo	Probabilidad de Poisson	Conteo observado	Conteo esperado	Contribución a chi-cuadrada
<=1	0,267385	9	8,02155	0,11935
2	0,251045	8	7,53134	0,02916
3	0,217572	4	6,52716	0,97846
4	0,141422	4	4,24266	0,01388
>=5	0,122577	5	3,67730	0,47577
GL	Chi-cuadrada			Valor p
3	1,61662			0,656

Figura 10. Comparación entre valores observados y esperados para la distribución de Poisson para caso del sector industrial. Elaboración propia



El valor estimado de λ fue de 2.6. Como se puede ver en la Tabla 4, el valor p es mayor a 0.05 por lo que se puede concluir que los datos provienen de una distribución de Poisson. La

Figura **10** también muestra que los datos se ajustan bien a la distribución de Poisson.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a calcular n y $\sum_{i=1}^n x_i$ partir de la función de verosimilitud. El número total de observaciones n , en este caso será la suma de las frecuencias de la Figura 9, es decir:

$$n = 9 + 8 + 4 + 4 + 5 = 30$$

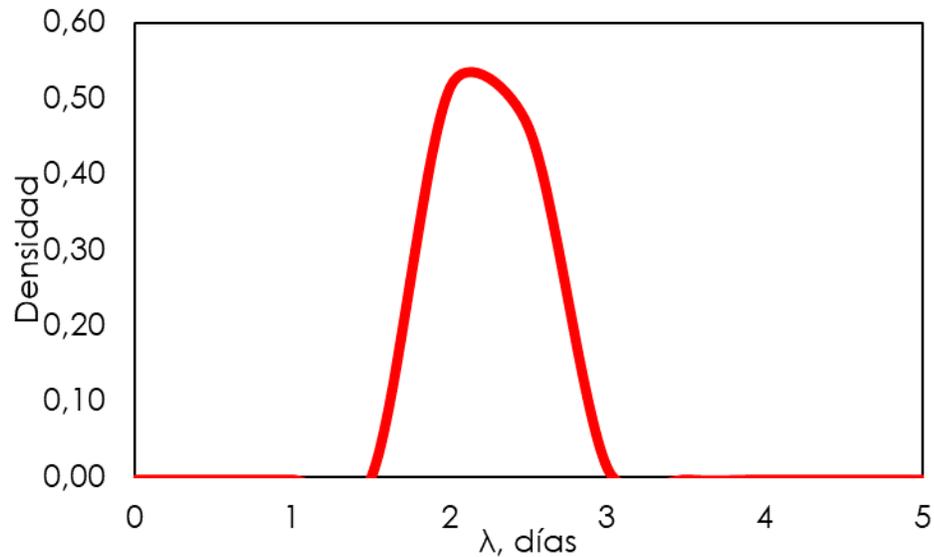
La sumatoria de los días de ausencia de los trabajadores se puede calcular como la suma del producto de los días de ausencia por la frecuencia:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 9 * 1 + 8 * 2 + 4 * 3 + 4 * 4 + 5 * 5 = 78$$

Para obtener la distribución posterior, estos valores se pueden reemplazar en la ecuación (21) para diferentes valores de λ . Los resultados se presentan en la Figura 11.

Figura 11. Distribución de probabilidad posterior del número de días de ausencia por trabajador por año para el caso de estudio del sector industrial.

Elaboración propia



El promedio y la desviación estándar de la distribución posterior se pueden calcular reemplazando los resultados de n y $\sum_{i=1}^n x_i$ en las ecuaciones (22) y (23):

$$\mu = (5.1653 + 78) \left(\frac{0.1452}{0.1452 * 30 + 1} \right) = 2.255$$
$$\sigma = \sqrt{(5.1653 + 78) \left(\frac{0.1452}{0.1452 * 30 + 1} \right)^2} = 0.247$$

Los valores estimados de λ usando la distribución a priori, los datos del caso de estudio y el análisis bayesiano se presentan en la Tabla 5.

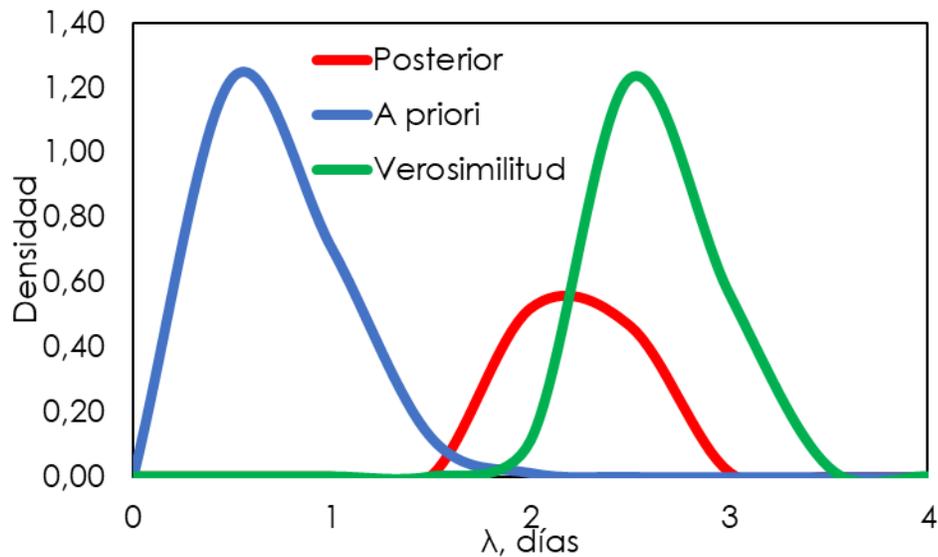
Tabla 5. Número de días de ausentismo por año por trabajador para los diferentes métodos en el sector industrial

Distribución a prior	Datos	Distribución posterior
(ANDI)	(Sector Industrial)	(Análisis bayesiano)
0.750 ± 0.330	2.600 ± 1.612	2.255 ± 0.247

Los resultados indican que hay una diferencia significativa entre los datos reportados en la ANDI y el caso de estudio particular. El uso del teorema de Bayes permite obtener una estimación intermedia entre los datos del sector y los datos reportados en las estadísticas. Teniendo en cuenta que para el caso de estudio se tienen datos de un solo año, lo cual puede no ser representativo estadísticamente, el uso del análisis bayesiano puede ser una alternativa útil para predecir con mayor confiabilidad el ausentismo por ausencias laborales debidas a accidentes de trabajo (AT). Una comparación de las tres distribuciones se presenta en la Figura 12.

Figura 12. Comparación de distribuciones de probabilidad para las distribuciones a priori, verosimilitud y posterior para caso de sector industrial.

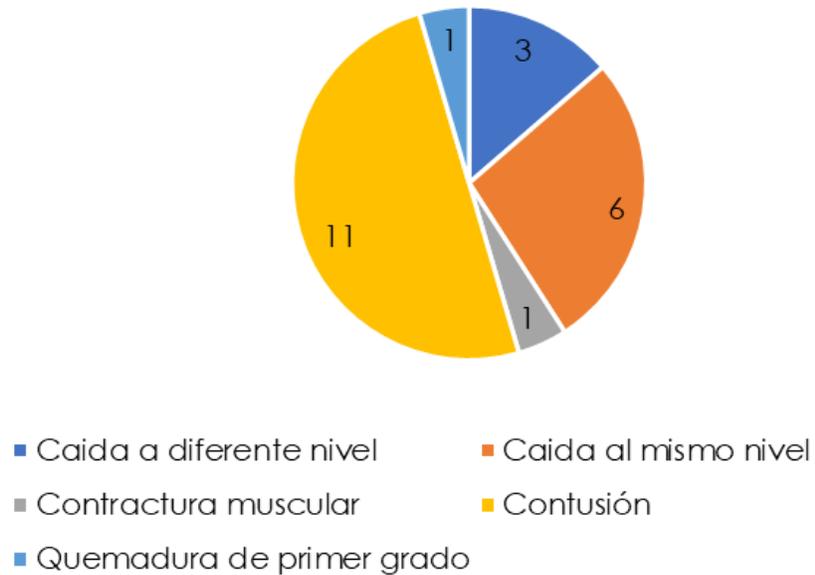
Elaboración propia



4.3.2 Caso de Estudio: Sector terciario (Centro Comercial)

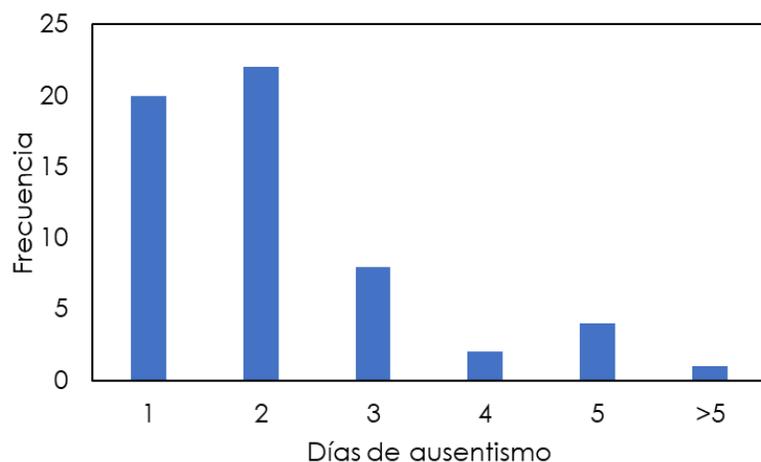
En este caso de estudio se evaluaron los datos de ausentismo por accidentes laborales del año 2022 del área de alimentos y bebidas de un centro comercial ubicado en el municipio de Girardot en el departamento de Cundinamarca de acuerdo con la siguiente tesis (Acuña, 2022). La población objetivo fue de 481 trabajadores de los cuales se tomó una muestra de 90 trabajadores. Entre la muestra seleccionada se registraron 22 accidentes laborales cuya distribución por causa se presenta en la Figura 13.

Figura 13. Distribución por causa de accidente laboral en caso de estudio del sector terciario. Adaptado de (Acuña, 2022).



En la Figura 14 se presentan los datos de días de ausentismo por accidentes laborales y su correspondiente frecuencia tomados del apéndice A de (Acuña, 2022).

Figura 14. Histograma de frecuencia de días de ausentismo en caso de estudio sector salud. Adaptado de (Acuña, 2022).

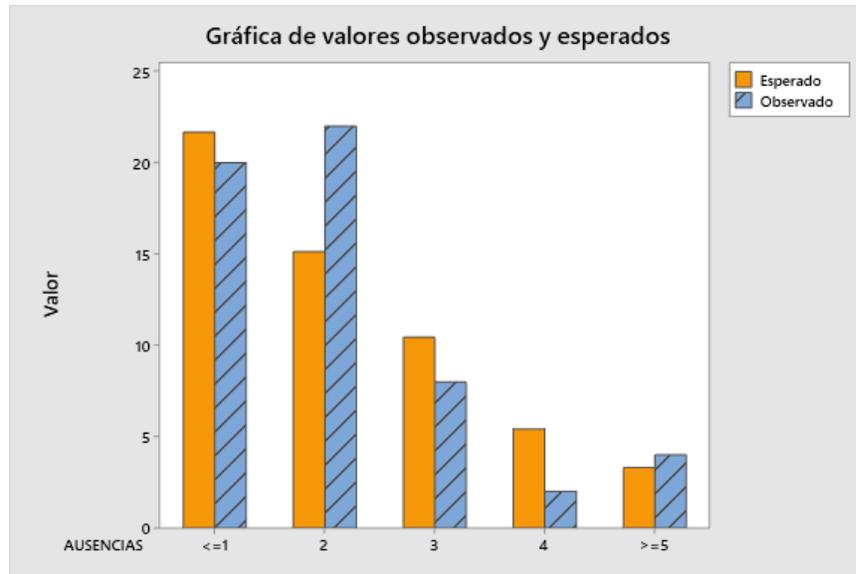


Como en el caso anterior, se debe comprobar si los datos siguen la distribución de Poisson a través de una prueba de bondad de ajuste a través de Minitab®. Los resultados de la prueba se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultado prueba de bondad de ajuste para caso de estudio del sector terciario

Días de Ausentismo	Probabilidad de Poisson	Conteo observado	Conteo esperado	Contribución a chi-cuadrada
<=1	0,387017	20	21,673	0,12914
2	0,270334	22	15,1387	3,10977
3	0,186659	8	10,4529	0,5756
4	0,096663	2	5,4131	2,15205
>=5	0,059328	4	3,3223	0,13822
GL	Chi-cuadrada	Valor p		

Figura 15. Comparación entre valores observados y esperados para la distribución de Poisson de caso de estudio de sector terciario. Elaboración propia



El valor estimado de λ fue de 2.071. Como se puede ver en la Tabla 6, el valor p es mayor a 0.05 por lo que se puede concluir que los datos provienen de una distribución de Poisson. La Figura 15 también muestra que los datos se ajustan bien a la distribución de Poisson.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a calcular n y $\sum_{i=1}^n x_i$ partir de la función de verosimilitud. El número total de observaciones n , en este caso será la suma de las frecuencias de la Figura 14, es decir:

$$n = 20 + 22 + 8 + 2 + 4 = 56.$$

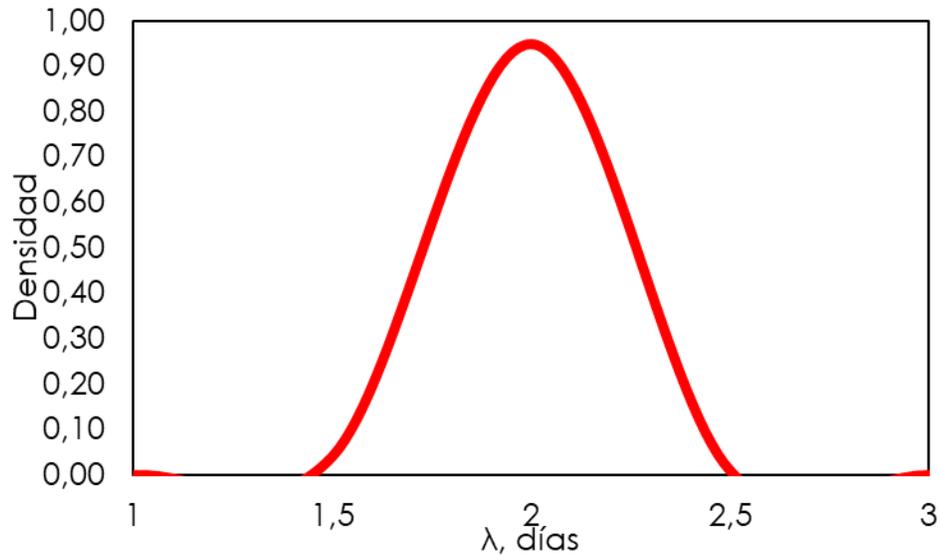
La sumatoria de los días de ausencia de los trabajadores se puede calcular como la suma del producto de los días de ausencia por la frecuencia:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 20 * 1 + 22 * 2 + 8 * 3 + 2 * 4 + 4 * 5 = 116$$

Para obtener la distribución posterior, estos valores se pueden reemplazar en la ecuación (21) para diferentes valores de λ . Los resultados se presentan en la Figura 16.

Figura 16. Distribución de probabilidad posterior del número de días de ausencia por trabajador por año para el caso de estudio del sector terciario.

Elaboración propia



El promedio y la desviación estándar de la distribución posterior se pueden calcular reemplazando los resultados de n y $\sum_{i=1}^n x_i$ en las ecuaciones (22) y (23):

$$\mu = (5.1653 + 116) \left(\frac{0.1452}{0.1452 * 56 + 1} \right) = 1.927$$

$$\sigma = \sqrt{(5.1653 + 116) \left(\frac{0.1452}{0.1452 * 56 + 1} \right)^2} = 0.175$$

Los valores estimados de λ usando la distribución a priori, los datos del caso de estudio y el análisis bayesiano se presentan en la Tabla 7.

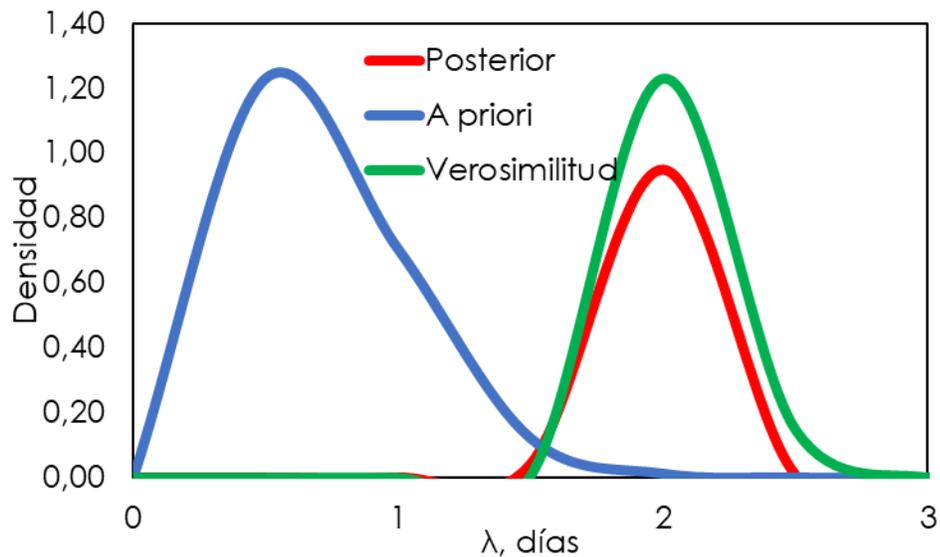
Tabla 7. Número de días de ausentismo por año por trabajador para los diferentes métodos

Distribución a prior	Datos	Distribución posterior
(ANDI)	(Sector Terciario)	(Análisis bayesiano)
0.750 ± 0.330	2.071 ± 1.439	1.927 ± 0.175

Los resultados indican que el promedio de la distribución posterior obtenida a través del análisis bayesiano es cercano al valor estimado con los datos. Esto está relacionado con el gran número de observaciones que se tienen (casi dos veces los del caso anterior). Para este tipo de situaciones el análisis bayesiano da preferencia a la información empírica. Una comparación de las tres distribuciones se presenta en Figura 17.

Figura 17. Comparación de distribuciones de probabilidad para las distribuciones a priori, verosimilitud y posterior para caso de sector terciario.

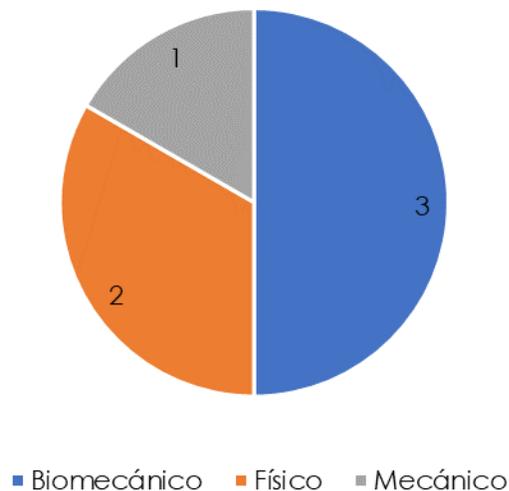
Elaboración propia



4.3.3 Caso de Estudio: Sector Minero

En este caso de estudio se evaluaron los datos de ausentismo por accidentes laborales en el año 2020 y el primer semestre del año 2021 de una empresa del sector minero ubicada en el departamento de Antioquia. Los datos fueron tomados de la siguiente tesis (Ceballos et al., 2021). Este caso fue escogido debido a que se presentaron muy pocos casos de accidentes de trabajo (AT), lo anterior con el fin de demostrar las bondades del modelo cuando se tiene poca información experimental. La población evaluada fue de 45 trabajadores. Entre la muestra seleccionada se registraron 5 accidentes laborales cuya distribución por causa se presenta en la Figura 18.

Figura 18. Distribución por causa de accidente laboral en caso de estudio del sector minero. Adaptado de (Ceballos et al., 2021).



De los casos de accidentes presentados en la figura anterior, el caso con el tipo de accidente laboral mecánico tuvo 31 días de ausentismo, de acuerdo con el anexo 2 de (Ceballos et al., 2021). Los otros tipos de accidente no representaron días de ausencia

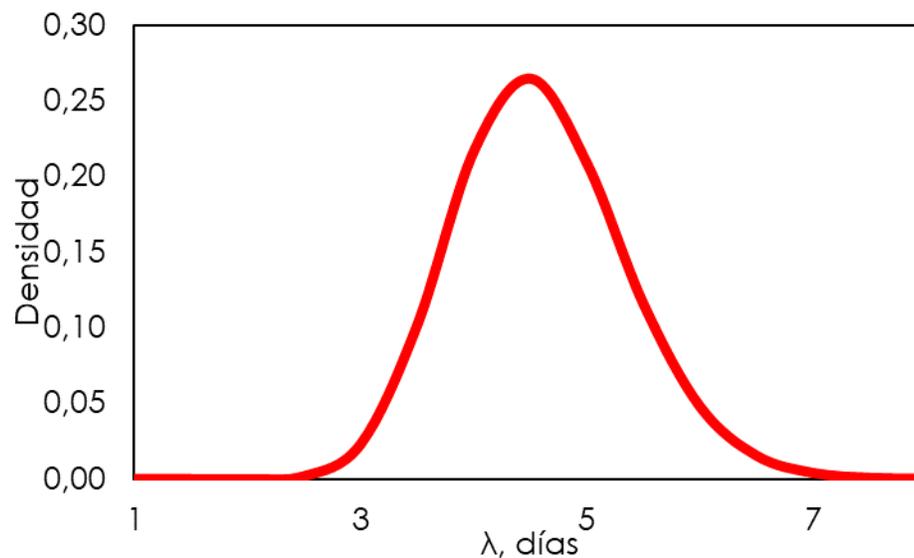
Debido a que no se tienen datos que permitan ajustar los datos a la distribución de Poisson, a diferencia de los casos anteriores, se calcula directamente n y $\sum_{i=1}^n x_i$. El número total de días de ausencia n es igual a uno ya que solo uno de los casos causó días de ausencia.

La sumatoria de los días de ausencia $\sum_{i=1}^n x_i$ en ese caso será 31 días de acuerdo con lo mencionado

Esos valores se pueden reemplazar en la ecuación (21) para diferentes valores de λ . Los resultados se presentan en la Figura 19.

Figura 19. Distribución de probabilidad posterior del número de días de ausencia por trabajador por año para el caso de estudio del sector minero.

Elaboración propia



El promedio y la desviación estándar de la distribución posterior se pueden calcular reemplazando los resultados de n y $\sum_{i=1}^n x_i$ en las ecuaciones (22) y (23):

$$\mu = (5.1653 + 31) \left(\frac{0.1452}{0.1452 * 1 + 1} \right) = 4.585$$

$$\sigma = \sqrt{(5.1653 + 31) \left(\frac{0.1452}{0.1452 * 1 + 1} \right)^2} = 0.762$$

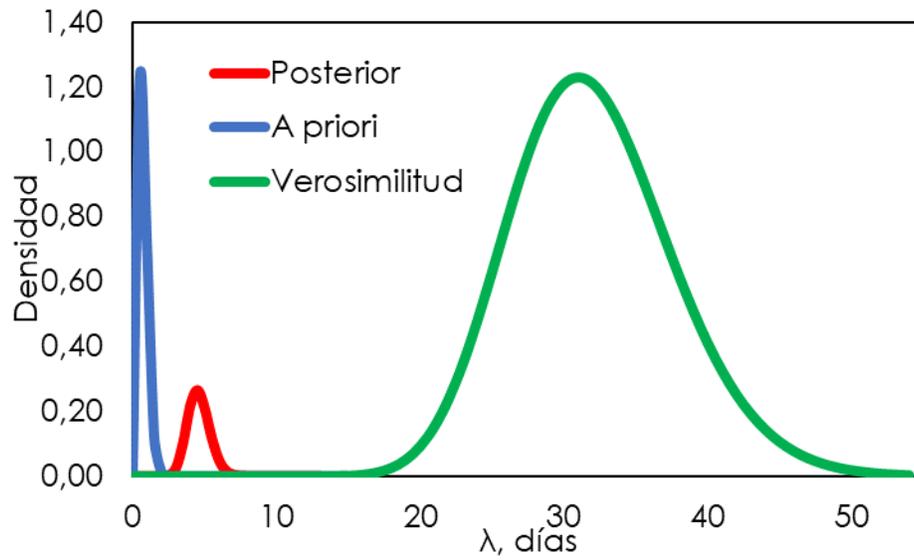
Los valores estimados de λ usando la distribución a priori, los datos del caso de estudio y el análisis bayesiano se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Número de días de ausentismo por año por trabajador para los diferentes métodos en el caso de estudio del sector minero

Distribución a prior	Datos	Distribución posterior
(ANDI)	(Sector Industrial)	(Análisis bayesiano)
0.750 ± 0.330	31.000 ± 5.568	4.585 ± 0.762

Los resultados indican que hay una diferencia muy grande entre los datos reportados en la ANDI y el caso de estudio particular. Para este caso se tiene muy poca información empírica, solo un caso implicó días de ausentismo. Además de esto, el accidente involucró un número muy grande de días de ausencia en comparación con el promedio nacional reportado por la ANDI. En ese escenario el uso del teorema de Bayes es muy útil, ya que usar el estimado del caso de estudio puede inducir a costos de planeación muy altos. En este caso, el estimado del análisis bayesiano se aproxima más a lo información a priori ya que la cantidad de información empírica no es representativa estadísticamente. Una comparación de las tres distribuciones se presenta en Figura 20.

Figura 20. Comparación de distribuciones de probabilidad para las distribuciones a priori, verosimilitud y posterior. Elaboración propia



5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se desarrolló un modelo estadístico que permite evaluar el ausentismo laboral por accidentes de trabajo (AT) en Colombia a través del análisis bayesiano. El modelo se basa en determinar una distribución posterior combinando una distribución a priori (la cual proviene de las estadísticas nacionales de ausentismo laboral) con una función de verosimilitud (la cual proviene de la distribución de los datos) aplicada a casos de estudio en diferentes sectores económicos del país.

Se encontró que las estadísticas nacionales son reportadas periódicamente por el Ministerio de Salud y Protección y Social y por la ANDI. A partir del análisis de esta información se planteó una distribución gamma para representar la distribución a priori considerando su versatilidad.

Considerando lo anterior, se propuso un modelo bayesiano basado en la distribución de Poisson como función de verosimilitud. La ventaja de este modelo es que se puede calcular fácilmente ya que la distribución gamma es la distribución conjugada de la distribución de Poisson por lo que la distribución posterior tiene también la forma de una distribución gama.

El modelo fue validado con tres casos de estudio de los sectores industrial, terciario y minero. Para el caso del sector industrial, el modelo bayesiano permitió obtener una estimación intermedia entre los datos reportados en las estadísticas nacionales y los datos reportados en el caso de estudio particular, ya que ambos difieren significativamente. En el caso de estudio del sector terciario, el modelo bayesiano produjo resultados muy parecidos a los obtenidos del análisis de los datos y se dio poca relevancia a los datos de las estadísticas nacionales. Esto tiene que ver con que se tiene un número importante de datos para este sector. Finalmente, para el caso de estudio del sector minero, en el cual se tienen muy

pocos casos de ausentismo, el modelo bayesiano dio más importancia a la información de las estadísticas nacionales.

Los resultados mostraron que el modelo bayesiano es útil para tomar decisiones basados en casos de estudio y en estadísticas nacionales y que dependiendo de la importancia que tenga cada uno de estos, produce un estimado que genera más confianza que usar solamente uno de los dos.

Debido a que con el análisis bayesiano se puede obtener la distribución de probabilidad de los días de ausentismo, es una herramienta importante en la planificación de los costos asociados, así como en la planeación de la logística necesaria para solventar estos escenarios. Por ejemplo, se puede calcular la probabilidad de que ocurra una ausencia de más de un determinado número de días o la probabilidad de que se ausenten determinado número de personas un número de días dado. Teniendo en cuenta lo anterior, este modelo puede contribuir al diseño de estrategias y políticas enfocadas en la prevención de riesgos laborales

Si bien los casos de estudio evaluados demostraron que la distribución de Poisson generalmente se ajusta a los datos de ausentismo y que la distribución gamma representa adecuadamente la información a priori, es recomendable extender esta investigación a otras distribuciones de probabilidad para los datos y otras distribuciones a priori.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, A. (2022). *Análisis de los factores asociados a enfermedades y accidentes laborales que influyen en el ausentismo laboral en el “Área de alimentos y bebidas” El Parque* [Monografía, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/16779>
- Araujo, V. S., Rezende, T. S., Guimarães, A. J., Araujo, V. J. S., & de Campos Souza, P. V. (2019). A hybrid approach of intelligent systems to help predict absenteeism at work in companies. *SN Applied Sciences*, 1(6), 536.
- Argyle, M., Gardner, G., & Cioffi, F. (1958). Supervisory methods related to productivity, absenteeism, and labour turnover. *Human Relations*, 11(1), 23–40.
- Arrieta-Burgos, E., Fernández, C., Sepúlveda, C., & Arango, D. (2019). *Segundo informe de seguimiento sobre salud y estabilidad en el empleo 2017*. ANDI.
- Arrieta-Burgos, E., Fernández, C., Sepúlveda, C., & Vieco, J. (2019). *Tercer informe de seguimiento sobre ausentismo laboral e incapacidades médicas*. ANDI.
- Arrieta-Burgos, E., Sepúlveda, C., Hurtado, I., Restrepo, J., & Jaramillo, T. (2023). *Ausentismo laboral e incapacidades médicas 2021*. Centro de Estudios Sociales y Laborales de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI.
- Arrieta-Burgos, E., Sepúlveda, C., Restrepo, J., & Pelaez, A. (2021). *Informe de seguimiento sobre ausentismo laboral e incapacidades médicas*. ANDI.

- Arrieta-Burgos, E., Vélez, M., Arango, D., & Sepúlveda, C. (2017). *Salud y estabilidad en el empleo: retos jurídicos y económicos para la sostenibilidad de las empresas*. ANDI.
- Arrieta-Burgos, E., Vélez, M., Sepúlveda, C., & Arango, D. (2018). *Informe de seguimiento sobre salud y estabilidad en el empleo 2016*. ANDI.
- Bennedsen, M., Tsoutsoura, M., & Wolfenzon, D. (2019). Drivers of effort: Evidence from employee absenteeism. *Journal of Financial Economics*, 133(3), 658–684.
- Berón, E. A., Mejía, D., & Castrillón, O. D. (2021). Principales causas de ausentismo laboral: una aplicación desde la minería de datos. *Información Tecnológica*, 32(2), 11–18.
- Booyens, S. W. (2008). *Introduction to Health Services Management* (3rd ed.). Juta.
- Bosman, L. C., Roelen, C. A. M., Twisk, J. W. R., Eekhout, I., & Heymans, M. W. (2019). Development of prediction models for sick leave due to musculoskeletal disorders. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 29, 617–624.
- Brayfield, A. H., & Crockett, W. H. (1955). Employee attitudes and employee performance. *Psychological Bulletin*, 52(5), 396.
- Bueno, A. M. (2008). Factores psicosociales que inciden en el ausentismo laboral del personal administrativo Gamma Ingenieros SA Bogotá, DC. *Tendencias y Retos*, 1(13), 259–260.
- Sánchez-Calderón, D. C. (2015). Características y tendencia de la población ausentista por causa médica en una institución de educación superior,

Bogotá, 2011-2013. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 11(20), 51–60.

Carrillo Trujillo, D. K., Montes Cardona, L. C., Giraldo Hoyos, J., Méndez Carballo, J. M., Cruz Duque, M. A., Vásquez Trespalcios, E. M., & Valencia Ortiz, N. L. (2019). Absentismo laboral por incapacidad médica en un centro de contacto de la ciudad de Medellín en el periodo 2016-2017. *Revista de La Asociación Española de Especialistas En Medicina Del Trabajo*, 28(1), 49–56.

Cataño Saldarriaga, E. A., Correa González, E., & Berbesi Fernández, D. Y. (2017). Factores asociados al absentismo laboral en los empleados de una institución de salud de Medellín. Colombia, 2016. *Medicina y Seguridad Del Trabajo*, 63(249), 311–318.

Ceballos, P., Echavarría, J., & González, P. (2021). *Causas del ausentismo laboral en el período 2020 a julio del 2021 en la sociedad minera San Pedro 2*. [Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Administrador en Salud Ocupacional, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/17061>

Čikeš, V., Maškarin Ribarić, H., & Črnjar, K. (2018). The determinants and outcomes of absence behavior: a systematic literature review. *Social Sciences*, 7(8), 120–146.

Código sustantivo del trabajo [Ministerio de protección social], (2014).

Cowling, A., & Mailer, C. (1998). *Managing Human Resources* (3rd ed.). Routledge.

- Curbelo-Martínez, M., Pérez-Fernández, D., & Gómez-Dorta, R. (2015). Procedimiento para el análisis de la accidentalidad laboral con énfasis en modelos matemáticos. *Ingeniería Industrial*, 36(1), 17–28.
- Decreto 1072 de 2015 [Ministerio del trabajo]. Decreto único reglamentario del sector trabajo. 26 de mayo de 2015, (2015).
- Decreto 1443 del 2014 [Ministerio del Trabajo]. "Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)". 31 de julio de 2014, (2014).
- Escobar-Aramburo, M., Suárez, M. L. D., Campo, L. L. C., García, M. M., & Aguirre, A. V. (2013). Ausentismo laboral por enfermedad de origen infeccioso en una institución forense. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 3(2), 12–17.
- Eurofound. (2010, June 20). *Absence from work*. <https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2010/absence-from-work>
- Fernández, C., Sepúlveda, C., Vieco, J., Restrepo, J., & Arrieta-Burgos, E. (2020). *Ausentismo laboral e incapacidades médicas 2019*. ANDI.
- Fernández, S. F., Sánchez, J. M. C., Córdoba, A., & Largo, A. C. (2002). *Estadística descriptiva* (2nd ed.). ESIC.
- Forte, A. (2017). *Strategies for Reducing Employee Absenteeism for a Sustainable Future: A Bermuda perspective* [Tesis de Doctorado, Walden University]. <https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations/3941/>

Gaviria, M., Mejía, N., Orrego, A., & Vargas, P. (2021). *Prevalencia de la incapacidad y el ausentismo laboral y cómo influye en la productividad en el área de taller de la empresa Casa Británica* [Trabajo para optar al título de especialización en gerencia en la seguridad y salud en el trabajo, Universidad CES]. <http://hdl.handle.net/10946/5380>

Guerrero, L., Noriega, A., & Torne, J. (2022). Ausentismo laboral por incapacidades en la industria de seguridad privada. *Americanista Revista Académica*, 1(1), 15–20.

Hernández-Martínez, J. C., Varona-Uribe, M., & Hernández, G. (2020). Prevalencia de factores asociados a la enfermedad cardiovascular y su relación con el ausentismo laboral de los trabajadores de una entidad oficial. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27(2), 109–116.

Hoffmeister, L., Vidal, C., Vallebuona, C., Ferrer, N., Vásquez, P., & Núñez, G. (2014). Factores asociados a accidentes, enfermedades y ausentismo laboral: análisis de una cohorte de trabajadores formales en Chile. *Ciencia & Trabajo*, 16(49), 21–27.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1995). *Guía para la clasificación registro estadísticas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales*. (NTC 3701).

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2019). *Boletín Estadístico de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Ocupacionales 2018*.

https://www.iesgob.ec/documents/10162/51889/Boletin_estadistico_2018_nov_dic.pdf

Lawrance, N., Petrides, G., & Guerry, M.-A. (2021). Predicting employee absenteeism for cost effective interventions. *Decision Support Systems*, 147, 113539.

Ley 1562 de 2012. "Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional". 11 de julio de 2012. D.O. No 48.488, (2012).

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). *Indicadores de riesgos laborales*. <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/RiesgosLaborales/Paginas/indicadores.aspx>

Ministerio de Trabajo, E. y S. S. A. (2022). *SRT - Estadísticas*. https://www.srt.gob.ar/estadisticas/acc_ultimos_datos.php

Ministerio de trabajo y economía social - España. (2020). *Estadísticas de accidentes de trabajo*. https://www.mites.gob.es/es/estadisticas/monograficas_anuales/EAT-Series-2009-2019/index.htm

Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa - Guía didáctica*. Universidad Surcolombiana.

Morales, J. C. C., & Causil, C. J. B. (2019). *Introducción a la Estadística Bayesiana*. Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM.

Navarro, C., & Bass, C. (2006). The cost of employee absenteeism. *Compensation & Benefits Review*, 38(6), 26–30.

Organización Internacional de Normalización. (2018). *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso. (ISO 45001)*.

Peiró, J., Rodríguez-Molina, I., & González-Morales, M. (2011). *El absentismo laboral: Antecedentes, consecuencias y estrategias de mejora*. Publicacions de la Universitat de València.

Pérez, F. (2019). *El absentismo laboral en España: Datos actuales y legislación* [Trabajo fin de grado, Universidad de Valladolid]. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/42560>

Pulido Guerrero, E. G., Lora Carrillo, L. J., & Jiménez Ruiz, L. K. (2021). Factores psicosociales que influyen en el ausentismo: Evaluación de un modelo explicativo. *Interdisciplinaria*, 38(1), 149–162.

Resolución 0312 [Ministerio del Trabajo]. “Por la cual se definen los sistemas mínimos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo”. 13 de febrero de 2019, (2019).

Restrepo, D. N., & Castaño, I. S. (2014). Relación entre el ausentismo laboral y los síntomas músculo-esqueléticos en trabajadores de la salud de una institución prestadora de servicios de salud sexual y reproductiva. *Medicina*, 36(1), 45–55.

- Rojas-Pimentel, J., & Izaguirre-Torres, D. (2020). Ausentismo laboral: Una realidad preocupante en Perú y Sudamérica. *Sciendo*, 23(1), 71–77.
- Tatamuez-Tarapues, R. A., Domínguez, A. M., & Matabanchoy-Tulcán, S. M. (2019). Revisión sistemática: Factores asociados al ausentismo laboral en países de América Latina. *Universidad y Salud*, 21(1), 100–112.
- U.S. Bureau of Labor Statistics. (2023, January 25). *Labor Force Statistics from the Current Population Survey*. <https://www.bls.gov/cps/cpsaat46.htm>
- Vásquez Trespalcios, E. M. (2013). Absentismo laboral por causa médica en trabajadores del área operativa de una compañía de extracción de minerales en Colombia, 2011. *Medicina y Seguridad Del Trabajo*, 59(230), 93–101.
- Villada-Cantor, A., & Beltrán-Cortes, O. (2021). *Elementos de estadística descriptiva y probabilidad*. Universidad Piloto de Colombia.
- Wackerly, D. D., Mendenhall, W., & Scheaffer, R. L. (2009). *Estadística Matemática Con Aplicaciones* (7ma ed.). CENGAGE Learning.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (Novena). Pearson Educación.

