PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MARCACIÓN BIOMÉTRICA PARA EL CONTROL DE TURNOS EN LA EMPRESA ESTIBADORES NACIONALES LTDA

ANDRÉS FELIPE GONZALEZ MORENO 2061166

SEBASTIAN POSSO MAZUERA 1867848

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN

PROGRAMA ACADEMICO ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

VALLE DEL CAUCA

ZARZAL

2025

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MARCACIÓN BIOMÉTRICA PARA EL CONTROL DE TURNOS EN LA EMPRESA ESTIBADORES NACIONALES LTDA

ANDRÉS FELIPE GONZALEZ MORENO 2061166

SEBASTIAN POSSO MAZUERA 1867848

Trabajo de grado en modalidad de monografía para optar por el título de:

Administradores de Empresas

Director:

HUBERNEY LONDOÑO HERNANDEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN

PROGRAMA ACADEMICO ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

VALLE DEL CAUCA

ZARZAL

2025

Resumen

Se propone la implementación de un sistema de marcación biométrica en la empresa Estibadores Nacionales LTDA para mejorar el control del cambio de turno del personal, optimizando tiempos y reduciendo errores del actual sistema manual. A través de una metodología descriptiva con enfoque cualitativo, se identificaron las deficiencias del sistema actual como aglomeraciones, retrasos, falta de control horario y desigualdad en la asignación de tareas. La propuesta, basada en análisis de costos y retorno de inversión, demuestra que el sistema biométrico es viable, eficiente y permite recuperar la inversión en el primer mes, mejorando la productividad y la equidad organizacional.

Palabras Claves: Biometría, Control de asistencia, Turnos laborales, Estibadores Nacionales LTDA, Eficiencia operativa, Productividad, Sistema automatizado, Análisis de colas, Tiempos y movimientos, Retorno de inversión.

Abstract

The implementation of a biometric timekeeping system is proposed at Estibadores Nacionales LTDA to improve staff shift change control, optimizing time and reducing errors in the current manual system. Using a descriptive methodology with a qualitative approach, the deficiencies of the current system are identified, such as overcrowding, delays, lack of time control, and unequal task assignment. The proposal, based on cost and return on investment analysis, demonstrates that the biometric system is viable, efficient, and allows for a return on investment in the first month, improving productivity and organizational equity.

Keywords: Biometrics, Attendance control, Work shifts, Estibadores Nacionales LTDA, Operational efficiency, Productivity, Automated system, Queue analysis, Time and movement, Return on investment.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a mi madre, mis hermanos y mi tía marina, quienes siempre han sido mi mayor apoyo y fuente de inspiración. Su amor incondicional y su dedicación me han motivado a perseguir mis sueños y a esforzarme por alcanzar mis metas. También quiero dedicar este esfuerzo a mis amigos, que han estado a mi lado en cada paso de este camino, brindándome su apoyo y ánimo en los momentos más desafiantes.

Andrés Felipe González.

Le dedico este trabajo a mi mamá, mi padrastro, mi hermana y mi padre, por todo el apoyo que me han brindado y por confiar en mi hasta el final.

Sebastián Posso.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo de grado. En primer lugar, agradezco a mi director de tesis, Huberney Londoño y Fernando Betancourt, por su orientación, paciencia y valiosos consejos a lo largo de este proceso. Su conocimiento y experiencia han sido fundamentales para el desarrollo de este proyecto.

Agradezco también a mis compañeros de clase, quienes compartieron conmigo momentos de estudio y aprendizaje, y a todos los profesores que me han guiado durante mi formación académica. Su dedicación y compromiso con la enseñanza han dejado una huella imborrable en mi vida.

Finalmente, agradezco a todas las personas que participaron en la investigación y contribuyeron con su tiempo y conocimientos. Sin su colaboración, este trabajo no habría sido posible.

A todos ustedes, ¡gracias!

Andrés Felipe González.

Le agradezco profundamente a mi mamá, mi padrastro, mi hermana y mi padre, por su cariño, comprensión, apoyo y por siempre estar ahí para mí, gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 15

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 17

1.1. Formulación del Problema 19

2. JUSTIFICACIÓN 20

3. OBJETIVOS 22

3.1. Objetivo General 23

3.2. Objetivos Específicos 23

4. MARCO DE REFERENCIA 24

4.1. Estado del arte 24

4.2. Marco teórico 36

4.2.1. Teoría de tiempos y movimientos 36

4.2.2. Estudio de colas 41

4.2.3. Teoría financiera 45

4.2.4. Teoría de costos 47

4.3. Marco contextual 52

4.3.1. Colombia 52

4.3.2. Valle del Cauca 56

4.3.3. Zarzal 61

4.3.4. Historia de la Organización 64

4.4. Marco legal 65

5. METODOLOGÍA 67

5.1. Método 67

5.2. Tipo 67

5.3. Enfoque 67

5.3. Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información 68

5.3.1. Fuentes de recolección de datos 68

5.3.2. Técnicas 68

6. RESULTADOS 70

6.1. Análisis del costo actual de la demora del cambio de turno del personal ... 70

6.2. Requerimientos tecnológicos y operativos para el desarrollo de un sistema de marcación biométrica 71

6.2.1. Requerimientos tecnológicos 71

6.2.2. Requerimientos operativos 72

6.3. Costo del sistema de marcación biométrica 74

6.4. Retorno de la inversión de la propuesta de mejora 76

CONCLUSIONES 77

RECOMENDACIONES 81

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 83

ANEXOS 92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Requisitos para el estudio de tiempos 38

Figura 2. Proceso básico de colas 45

Figura 3. Evolución de la Teoría Financiera 46

Figura 4. Mapa Colombia 53

Figura 5. Mapa del Valle del Cauca 58

Figura 6. Mapa de Zarzal 62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Componentes que afectan el funcionamiento de un Sistema de Colas..... 43

Tabla 2. Costo actual demora de cambio de turno 70

Tabla 3. Costo de dispositivos..... 74

Tabla 4. Costo por usuario en pesos COP 74

Tabla 5. Costo total primer mes 75

Tabla 6. Costo demora de cambio de turno con sistema biométrico. 76

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Ficha de ingreso y salida de personal 92

Anexo B. Formato entrevista..... 93

Anexo C. Observación no participante..... 94

RESUMEN

La empresa Estibadores Nacionales LTDA enfrenta problemas operativos debido al uso de un sistema manual de registro de asistencia para más de 300 empleados, lo que genera aglomeraciones, retrasos en la asignación de tareas y errores en los registros; además, este método propicia inequidad entre los colaboradores y dificulta el control preciso de las horas trabajadas, afectando la productividad y aumentando la carga administrativa. Para solucionar estos inconvenientes, este estudio tuvo como objetivo diseñar una propuesta de mejora del proceso de chequeo de cambio de turno de personal en la empresa Estibadores Nacionales LTDA.

La metodología empleada fue de tipo descriptiva, con enfoque cualitativo y método inductivo, se empleó una entrevista y observación para recolectar información, al finalizar, se pudo realizar una propuesta de uso de un sistema biométrico que reduce en un 66% el tiempo en el proceso de ingreso y salida del personal, siendo viable para la organización, recuperando su inversión en el primer mes.

Palabras clave: biométrico, personal, análisis de colas y tiempo.

ABSTRACT

The company Estibadores Nacionales LTDA faces operational problems due to the use of a manual attendance registration system for more than 300 employees, which generates agglomerations, delays in the assignment of tasks and errors in the records; in addition, this method leads to inequity among employees and makes it difficult to accurately control the hours worked, affecting productivity and increasing the administrative burden. In order to solve these problems, the objective of this study was to design a proposal to improve the process of checking personnel shift changes in the company Estibadores Nacionales LTDA.

The methodology used was descriptive, with a qualitative approach and inductive method, an interview and observation were used to collect information, at the end, it was possible to make a proposal for the use of a biometric system that reduces by 66% the time in the process of entry and exit of personnel, being viable for the organization, recovering its investment in the first month.

Key words: biometric, personnel, queue analysis and time.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la eficiencia operativa es un factor clave para el éxito de las empresas dedicadas a la logística y distribución, en Estibadores Nacionales LTDA, el sistema manual de registro de entrada y salida de los colaboradores ha generado diversos problemas que afectan tanto la productividad como la organización del trabajo. Con más de 300 empleados registrando su asistencia mediante fichas físicas, se presentan inconvenientes como aglomeraciones al inicio de la jornada, retrasos en la asignación de tareas y errores en los registros, estos factores impactan directamente en la eficiencia de la operación, dificultando la planificación y distribución equitativa de las labores.

Además, este método manual propicia situaciones de inequidad entre los colaboradores, ya que algunos pueden seleccionar tareas más sencillas mientras que otros, especialmente los nuevos, se ven obligados a realizar actividades para las que no están completamente preparados. A esto se suma la dificultad de controlar con precisión las horas trabajadas, lo que puede dar lugar a fraudes y errores en el cálculo de la nómina. La revisión manual de los registros representa una carga administrativa adicional, restando tiempo a otras funciones estratégicas dentro de la empresa.

Frente a estos desafíos, la implementación de un sistema de marcación biométrica surge como una solución efectiva para optimizar la gestión del tiempo laboral y mejorar la asignación de tareas, por lo anterior este estudio tuvo como objetivo diseñar una propuesta de mejora del proceso de chequeo de cambio de turno de personal en la empresa Estibadores Nacionales LTDA, proponiendo un sistema de marcación biométrico.

En los siguientes capítulos se presenta el planteamiento del problema, justificación, objetivos, marco de referencia, metodología y resultados para generar conclusiones y recomendaciones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de chequeo manual para el inicio y fin de la jornada laboral en Estibadores Nacionales LTDA presenta una serie de problemáticas que impactan negativamente la eficiencia operativa de la empresa. Con más de 300 colaboradores que deben registrar su hora de ingreso y salida mediante fichas físicas (Anexo A), el procedimiento no solo es lento, sino que también ocasiona aglomeraciones al inicio de la jornada, creando desorden y errores en los registros. Según Rey (2023), “la ausencia de un sistema automatizado puede generar caos organizacional en tareas críticas como el control de asistencia” (p. 42).

Esta situación también genera inequidad entre los trabajadores, ya que quienes llegan temprano seleccionan las tareas más sencillas, mientras que los nuevos empleados, sin la experiencia necesaria, asumen tareas inadecuadas. Esto afecta el ritmo operativo y pone en riesgo la calidad del cargue y descargue. "El control manual abre espacio a prácticas desiguales, afectando la motivación y desempeño" (Villón, 2023, p. 59). Además, el uso de fichas físicas contradice las buenas prácticas organizacionales modernas (Celis y Castellanos, 2020, p. 38).

Otro problema clave es la falta de precisión en el control del tiempo real. “La manipulación del registro de entrada y salida mediante métodos manuales puede facilitar el fraude y errores en la nómina” (Sánchez, 2020, p. 21). Esto repercute en la productividad al no contar con datos confiables sobre las horas efectivamente trabajadas. Como lo demuestra Díaz y Muñoz (2023), “la implementación del sistema biométrico mejoró la validación de accesos y redujo los errores en un 57.1%” (p. 35).

De acuerdo con lo anterior, la empresa enfrenta dificultades para optimizar sus recursos humanos de manera efectiva, lo que repercute directamente en su capacidad de cumplir con las demandas de su cliente principal, Colombina S.A.

Además, la necesidad de revisar manualmente las fichas de ingreso y salida para asegurar que todo esté en orden representa una carga adicional para el personal administrativo: este proceso, al ser tedioso y propenso a errores humanos, incrementa el tiempo destinado a tareas administrativas en lugar de centrarse en actividades más estratégicas o en la mejora continua de los procesos operativos. De acuerdo con Gavilánez, 2022 “La revisión de fichas físicas es propensa a errores y representa una pérdida de tiempo que podría invertirse en tareas estratégicas” (p. 49) Por tanto, la implementación de un sistema manual no solo afecta a los trabajadores en el área operativa, sino también a la estructura administrativa, que se ve obligada a destinar más recursos al control de horarios.

A su vez, la falta de un sistema automatizado de control de asistencia también dificulta la creación de un entorno de trabajo más eficiente y colaborativo, el trabajo en equipo, como competencia esencial en la organización, se ve afectado por la desorganización en el inicio de la jornada. Sin una estructura clara y equitativa desde el momento del chequeo, la asignación de tareas se vuelve caótica, generando un ambiente de trabajo poco propicio para la colaboración, esto perjudica no solo el rendimiento individual, sino también la productividad general de la empresa, lo que es problemático en una operación tan crítica como la logística de cargue y descargue.

En términos teóricos, estas deficiencias están sustentadas en la teoría de tiempos y movimientos, que busca optimizar procesos mediante la eliminación de actividades

innecesarias. De acuerdo con Forero (2021) "Los estudios de tiempos y movimientos permiten eliminar ineficiencias y mejorar la distribución de tareas" (p. 34). Así mismo, desde la perspectiva del estudio de colas, la aglomeración de empleados genera cuellos de botella que podrían solucionarse con una mejor gestión del flujo de personas (Contreras, 2021, p. 39).

A nivel descriptivo, la importancia de la biometría radica en su capacidad para ofrecer trazabilidad y precisión en el control de asistencia. Según Barrios y Villadiego “La biometría se ha consolidado como un método confiable, rápido y seguro para verificar la identidad en entornos laborales” (p. 44). Su implementación mejora la eficiencia del sistema operativo al reducir el tiempo de espera, evitar fraudes y facilitar la generación automática de reportes. Además, “la biometría permite una gestión más equitativa de las tareas, fomentando el trabajo colaborativo desde el inicio de la jornada”

Finalmente, sin una estructura clara y justa desde el momento del chequeo, la asignación de tareas se vuelve caótica, afectando el rendimiento individual y grupal. “El trabajo colaborativo se ve limitado por la falta de automatización en procesos clave como el registro de asistencia” (Cáceres, 2021, p. 40), lo que es especialmente crítico en contextos de logística intensiva.

1.1. Formulación del Problema

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la pregunta problema:

¿Cómo mejorar el proceso de chequeo de cambio de turno de personal mediante un sistema de marcación biométrico en la empresa Estibadores Nacionales LTDA?

2. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema digitalizado de control de asistencia en Estibadores Nacionales LTDA puede ser una solución clave para mejorar la eficiencia operativa y organizativa de la empresa. De acuerdo con Gavilánez (2022), “la automatización de los registros de ingreso y salida permite reducir hasta en un 60% los errores operativos, a la vez que incrementa la trazabilidad de los datos laborales” (p. 49). Actualmente, el proceso manual de registro de entrada y salida, junto con la asignación desorganizada de tareas, genera problemas que afectan tanto la productividad como el ambiente laboral. Según Díaz y Muñoz (2023), “los sistemas manuales incrementan el riesgo de fraude, aglomeraciones y errores en la planificación de actividades” (p. 37). En este contexto, un sistema automatizado agilizaría significativamente el inicio de la jornada laboral al eliminar la necesidad de fichas físicas, permitiendo un control más preciso y en tiempo real de la asistencia de los colaboradores.

Esto no solo reduciría errores y posibles fraudes, sino que también liberaría al personal administrativo de este tipo de tareas, optimizando el uso de recursos. De acuerdo con Escandón y Coronel (2020), “al implementar controles biométricos en entornos laborales, se reduce la carga operativa de los departamentos administrativos, permitiendo dedicar mayor tiempo a tareas estratégicas” (p. 32).

Además, la automatización permitiría una mejor gestión de los grupos de trabajo, al organizar y asignar tareas de manera equitativa, basada en las habilidades y capacidades de cada colaborador. Según Villón (2023), “la digitalización permite identificar perfiles de desempeño, distribuir las funciones de forma justa y mejorar la cohesión del equipo” (p. 58). Esto es especialmente relevante en el contexto de la

programación semanal de tareas, donde la planificación en áreas clave como el almacén, el estibado y la distribución es esencial para el cumplimiento de las metas operativas.

Un sistema digitalizado permitiría asignar de forma precisa los equipos y las áreas de trabajo, evitando que las tareas recaigan desproporcionadamente sobre los colaboradores más experimentados o los que tienen poco conocimiento, fomentando que aquellos con menos tiempo en la empresa puedan aprender y contribuir sin sentirse relegados. Escandón y Coronel (2020) afirman que “el uso de herramientas automatizadas de asistencia posibilita un entorno más inclusivo, integrando a los nuevos empleados desde el inicio de la jornada” (p. 34).

Lo anterior no solo optimizaría el flujo de trabajo, sino que también garantizaría que los equipos cumplan con los requisitos semanales, como el despacho eficiente de vehículos tipo tractomula (un aspecto crítico en la cadena logística). Según Gavilánez (2022), “la automatización en los procesos de cargue y distribución mejora el rendimiento logístico y permite detectar desviaciones operativas en tiempo real” (p. 51). Un mejor control de la programación y el cumplimiento de metas permitiría a la empresa aumentar su efectividad y compromiso, impulsando la productividad y reduciendo tiempos de operación. De hecho, la implementación de un sistema digital brindaría la posibilidad de ofrecer bonificaciones más justas y basadas en resultados medibles, lo que motivaría a los colaboradores a alcanzar los objetivos de manera más organizada y eficiente.

Por otro lado, la digitalización contribuiría a mejorar la equidad en el entorno de trabajo. Al eliminar la posibilidad de que los trabajadores elijan tareas de forma desordenada al inicio de la jornada, se aseguraría que todos los colaboradores tengan

las mismas oportunidades de participar en las diferentes actividades según su capacidad y experiencia. Díaz y Muñoz (2023) sostienen que “la automatización reduce prácticas informales de asignación de tareas, fortaleciendo un ambiente justo y profesional” (p. 36). Esto no solo promovería un ambiente más justo, sino que también ayudaría a formar equipos más equilibrados, donde el conocimiento y las habilidades se distribuyen de manera más equitativa.

En consecuencia, los nuevos empleados se integrarían mejor al equipo y aprenderían de manera práctica, sin generar fricciones con los trabajadores más experimentados. Finalmente, la empresa lograría cumplir con los requerimientos de su cliente principal, Colombina S.A., de manera eficiente y con menores riesgos de errores en el proceso de cargue y distribución. “Un sistema de control automatizado asegura el cumplimiento oportuno de metas logísticas, reforzando la relación con los clientes estratégicos” (Villón, 2023, p. 60). El seguimiento y control digitalizado del cumplimiento de las metas semanales de cargue, como el despacho de 12 tractomulas, garantizaría un mejor rendimiento y permitiría ajustar de manera oportuna cualquier desviación en los procesos. Con la mejora en la organización y cumplimiento, se fortalecería la relación con el cliente y se consolidaría la reputación de la empresa en la cadena logística, tanto a nivel nacional como internacional.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta de un Sistema de marcación biométrica para el chequeo de cambio de turnos en la empresa Estibadores Nacionales LTDA.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis del costo actual de la demora del cambio de turno del personal.
- Determinar los requerimientos tecnológicos y operativos para el desarrollo de un sistema de marcación biométrica.
- Identificar el retorno de la inversión de la propuesta de mejora.

.

4. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se expone el estado del arte de investigaciones a nivel internacional, nacional y regional sobre la implementación de sistemas de control de asistencia, en el marco teórico se presenta la teoría de tiempos y movimientos de Taylor, el estudio de colas, la teoría financiera y la de costos; en el marco conceptual los conceptos fundamentales para el entendimiento de la investigación, en el contextual se presenta el sector de servicios de estibadores a nivel nacional, Valle del Cauca y Zarzal y la empresa donde se desarrolló la investigación, finalmente, se expone el marco normativo que rigió este proceso.

4.1. Estado del arte

La primera investigación internacional, desarrollada en el año 2020, buscaba mejorar el proceso de control de asistencias en una empresa de supermercados de carnes, el objetivo principal fue implementar un sistema que optimizara la gestión y aprobación de las remuneraciones por horas suplementarias y extraordinarias de los empleados; para lograrlo, se empleó la metodología BPM (Business Process Management) con el fin de automatizar tareas clave y reducir los tiempos en los subprocesos. El sistema fue desarrollado bajo una arquitectura monolítica de múltiples capas, utilizando el patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC) en un entorno de desarrollo con C# ASP.NET y SQL Server para la base de datos (Cañar, 2020).

Los resultados obtenidos a través de esta investigación revelaron que la automatización del control de marcaciones permitió cumplir con los objetivos planteados, mejorando significativamente la eficiencia del proceso de negocio, esta no solo facilitó

un cálculo más preciso de las horas trabajadas y sus correspondientes remuneraciones, sino que también redujo errores y aceleró la generación de reportes. Además, se recomendó integrar un flujo de aprobación para supervisores y jefes, así como optimizar la velocidad de descarga de datos en los dispositivos biométricos y establecer políticas para la gestión de registros históricos (Cañar, 2020). Con estas mejoras, la empresa no solo optimizó sus procesos, sino que también cumplió con las normativas del código de trabajo.

En 2020, en Ecuador, Escandón y Coronel desarrollaron un proyecto enfocado en el diseño e implementación de un prototipo de marcación con control dactilar, utilizando hardware de bajo costo y una plataforma web para su visualización, el estudio empleó dos enfoques metodológicos: el deductivo, aplicado en el diseño e implementación del sistema de control de acceso, aprovechando conocimientos de programación de microcontroladores, electrónica digital y redes; y el método científico, orientado al desarrollo de la interfaz web, donde se incorporaron nuevos conocimientos sobre aplicaciones web, bases de datos y servidores.

Entre los principales hallazgos del proyecto, se destacó el uso de la Asus Tinker Board como una solución eficiente y económica para gestionar bases de datos y conexiones estables con múltiples usuarios, además, el servidor Vultr proporcionó una interfaz segura y fácil de manejar para los administradores; la integración de una API basada en JSON mejoró la eficiencia del sistema, permitiendo una rápida escalabilidad y funcionalidad adicional, el sistema implementado no solo permitió la marcación dactilar, sino que también ofreció un entorno seguro para la comunicación, envío de reportes y la

gestión de registros, lo que fue clave para el éxito del proyecto (Escandón y Coronel, 2020).

En 2021, en Guatemala, Cáceres desarrolló un sistema de control de marcajes para los empleados del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF), específicamente en el Departamento de Recursos Humanos, el objetivo principal de este proyecto fue implementar una aplicación web que facilitara la gestión del registro de horarios laborales; la investigación, de tipo aplicada, se centró en resolver un problema puntual de control y seguimiento de asistencia, con el fin de optimizar los procesos administrativos y generar indicadores que permitieran evaluar el desempeño del personal (Cáceres, 2021).

El sistema desarrollado incluye una interfaz que conecta los lectores biométricos de huellas dactilares disponibles en la institución con la aplicación web, permitiendo el registro automatizado de las entradas y salidas de los empleados, a través de esta herramienta, se centralizó y organizó la información de marcajes, lo que facilitó su acceso mediante una vista integrada; esta solución tecnológica no solo mejora la eficiencia del control de horarios, sino que también ofrece un enfoque más transparente y preciso para la gestión de recursos humanos en el INACIF (Cáceres, 2021).

Por otro lado, en 2022, en Ecuador, Gavilánez desarrolló un sistema automatizado para la gestión de asistencia y control de temperatura mediante el reconocimiento facial, destinado a los empleados de la Empresa Eléctrica Ambato EEASA, este sistema tiene como objetivo mejorar el control de asistencia y garantizar la salud de los empleados mediante el monitoreo de la temperatura corporal; la investigación que sustenta el proyecto utilizó una metodología cuantitativa, basada en encuestas aplicadas al personal

administrativo del DRI, lo que permitió obtener datos objetivos sobre las necesidades y expectativas del personal respecto al nuevo sistema (Gavilánez, 2022).

Los resultados de la investigación señalaron que el reconocimiento de los procesos previos dentro de la EEASA fue clave para definir las mejoras implementadas con el nuevo sistema, la inclusión del reconocimiento facial y el control de temperatura permitió una mejor gestión de los datos biométricos en tiempo real, además de generar notificaciones instantáneas cuando la temperatura de un empleado excedía los límites establecidos; el uso de tecnologías como las librerías de Hikvision y el Framework Angular facilitó tanto la configuración de los dispositivos como el desarrollo de la aplicación web, como recomendación, se sugirió analizar el software para posibles mejoras futuras, además de ampliar el uso de dispositivos biométricos en otras sucursales de la empresa (Gavilánez, 2022).

Por otro lado, en el año 2023, en el Hospital MINSA de Moyobamba, se llevó a cabo un estudio sobre el impacto del sistema de control biométrico en la gestión de accesos de los empleados, realizado por Diaz y Muñoz, la investigación, de naturaleza aplicada y con enfoque cuantitativo, utilizó un diseño pre-experimental en el que se manipuló la variable de gestión de accesos, se trató de un estudio longitudinal, con datos recolectados en dos momentos (pre-test y post-test), lo que permitió medir los efectos del sistema antes y después de su implementación (Diaz y Muñoz, 2023).

Los resultados mostraron un impacto positivo y significativo del sistema biométrico en varios aspectos de la gestión de accesos, en cuanto a seguridad, se redujo el bajo nivel de protección de datos del 71.4% al 42.9%, y en la dimensión de privacidad, se mejoraron los niveles bajos en la gestión de datos del 85.7% al 64.3%. Asimismo, la efectividad en

la validación de accesos aumentó del 50% al 64.3%, mientras que la eficiencia del sistema subió en un 57.1%; estos hallazgos subrayan el valor de la tecnología biométrica para mejorar la seguridad, privacidad, precisión y eficiencia en entornos hospitalarios (Diaz y Muñoz, 2023).

Como último antecedente internacional, en 2023, en Ecuador, Villón llevó a cabo la implementación de un sistema multiplataforma biométrico destinado al registro de asistencias con geolocalización en tiempo real, el objetivo principal de este proyecto fue desarrollar una herramienta informática que permitiera no solo registrar la asistencia del personal, sino también verificar su ubicación en tiempo real, la investigación adoptó una metodología exploratoria y un estudio de diagnóstico, lo cual permitió al investigador comprender a fondo los procesos actuales de gestión de empleados en la organización, basándose en entrevistas con personal clave; la solución tecnológica propuesta consistía en una aplicación web para la administración y una aplicación móvil para el uso diario, permitiendo gestionar de manera eficiente el registro de asistencias en la entidad pública M.I.E.S (Villón, 2023).

Durante la fase de desarrollo, se utilizó una metodología incremental que facilitó la validación y adaptación del sistema según los requerimientos de los usuarios, utilizando software libre en cada capa del sistema, las pruebas demostraron que la solución cumplía con las expectativas, proporcionando estadísticas y gráficos en tiempo real para mejorar la toma de decisiones en la gestión del personal; entre las recomendaciones, se destacó la importancia de implementar la solución en toda la organización, capacitar a los empleados para maximizar su uso y continuar con mejoras incrementales, además, se sugirió la ampliación de funcionalidades hacia otras áreas de la gestión de recursos

humanos y la integración del sistema con otras plataformas internas, como el sistema de nómina, para optimizar la eficiencia y garantizar la seguridad de los datos (Villón, 2023).

Como primer antecedente nacional, En el año 2019, en la ciudad de Neiva, Huila, Ibarra desarrolló un diseño destinado a optimizar el control de ingreso del personal en la Clínica Medilaser S.A, su propuesta buscaba implementar una aplicación que automatizara el registro de asistencias, facilitando así la gestión del personal; para llevar a cabo esta investigación, se empleó la metodología SCRUM, una técnica ágil que permite manejar el desarrollo de software de manera flexible y eficiente. Esta metodología se basa en la división del proyecto en fases denominadas Sprints, lo que facilita la integración de cambios sin complicaciones. El enfoque cualitativo de la investigación se fundamentó en la recolección de datos a través de encuestas dirigidas a 50 empleados de la clínica, con el objetivo de evaluar la aceptación del proyecto y analizar las deficiencias del actual sistema manual de control de ingreso (Ibarra, 2019).

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad imperante de un sistema de control automatizado para el personal de la clínica, ya que este mejoraría la eficiencia del registro y fortalecería los aspectos tecnológicos del establecimiento; la investigación subrayó la ineficacia del método manual existente, lo que justifica la implementación del nuevo diseño, considerado como una herramienta tecnológica esencial para el área de talento humano (Ibarra, 2019). Además, este sistema no solo agilizaba los procesos de obtención de información del personal, sino que también se convirtió en un elemento crucial para garantizar la seguridad del centro de salud, el desarrollo del sistema de control se facilitó a través de la elaboración de diagramas UML, la identificación de casos

de uso y un modelo de identidad, lo que contribuyó a crear una base de datos robusta y eficiente.

En 2019, se llevó a cabo en Santa Marta, Magdalena, un proyecto liderado por Gómez Barón, cuyo objetivo fue la implementación de un terminal multi-biométrico para el control de asistencia y el registro de las horas de llegada y salida de los funcionarios en las distintas dependencias de la Alcaldía Distrital, la investigación adoptó una metodología de proyecto factible, centrada en desarrollar un sistema de registro biométrico que abordara las problemáticas sociales y administrativas presentes en la gestión pública; a través de la integración de dispositivos biométricos y el software ZKTIME NET 3.0, se facilitó la recolección de datos y la generación de reportes, promoviendo así la transparencia y el compromiso de los funcionarios con sus horarios laborales (Gómez, 2019).

La implementación de este sistema multi-biométrico permitió a la oficina de asuntos disciplinarios de la Alcaldía obtener reportes detallados sobre las horas de entrada, llegadas tarde, salidas anticipadas y ausencias de los funcionarios, gracias a la centralización del control mediante el software ZKTIME-NET 3.0, se establecieron directrices claras para la gestión de los reportes; esto incluyó el envío de información a los jefes de dependencia para verificar incumplimientos y la obligación de devolver información sobre aquellos funcionarios que no cumplieron con sus horarios (Gómez, 2019). Además, se definió un procedimiento disciplinario que iniciaba tras tres llamados de atención, este sistema facilitó la creación de reportes mensuales preconfigurados y permitió la implementación de un plan de acción que centralizaba la información de todas las dependencias, mejorando así la gestión de la Alcaldía.

En 2020, Sánchez realizó una investigación en Colombia sobre el papel de la biometría en la seguridad informática, centrada en los sistemas de autenticación. Su estudio se enfocó en describir cómo funcionan diferentes mecanismos biométricos, abarcando sus procesos de autenticación, verificación y almacenamiento de datos, para asegurar que la información sea confiable y rápida. La metodología aplicada fue de carácter descriptivo y analítico, lo que permitió llevar a cabo una búsqueda exhaustiva de información sobre los diversos sistemas biométricos y su relación con la seguridad informática, a través de una revisión de la literatura y ejemplos prácticos, la investigación expone y compara las características y aplicaciones de los distintos tipos de sistemas biométricos disponibles para la identificación de individuos (Sánchez, 2020).

La conclusión de la investigación resalta que la biometría, al ser única para cada persona, se posiciona como una opción segura y confiable para la autenticación, los métodos de reconocimiento, que incluyen características fisiológicas como las huellas dactilares y el reconocimiento facial, así como rasgos de comportamiento, ofrecen una verificación efectiva de la identidad mediante dispositivos automatizados; aunque existen limitaciones, como la inalterabilidad de la información biométrica y la influencia del estado emocional en el reconocimiento conductual, estas desventajas son menores frente a las ventajas que proporciona la biometría, como la rapidez en el proceso de identificación (Sánchez, 2020). La evolución de esta tecnología ha permitido desarrollar sistemas de autenticación más seguros, reduciendo la dependencia de contraseñas y objetos físicos. Con su creciente popularidad, cada vez más organizaciones implementan sistemas biométricos, y muchas personas optan por estos métodos en lugar de las soluciones

tradicionales, destacando así la importancia de la biometría en los procesos de identificación y verificación personal.

En 2020, un estudio realizado en Bogotá por Celis y Castellanos abordó la implementación de la identificación biométrica en empresas locales, analizando sus diversos métodos, beneficios y riesgos, la investigación adoptó una metodología descriptiva que se centró en recopilar y analizar información sobre las herramientas biométricas en el ámbito empresarial, buscando proporcionar una comprensión clara de su impacto en la seguridad de la información; a través de un análisis exhaustivo, los autores identificaron que, si bien la tecnología biométrica ofrece ventajas significativas, su uso en Colombia se enfrenta a una falta de regulación específica, limitándose principalmente a las disposiciones de la ley de protección de datos personales (Celis y Castellanos, 2020).

A pesar de la implementación aún limitada de sistemas de reconocimiento biométrico en el país, los resultados del estudio destacan un gran potencial para su desarrollo futuro, no obstante, se evidenció que estos sistemas son vulnerables a ataques, lo que subraya la necesidad de realizar un análisis de riesgos exhaustivo para mitigar tales amenazas; aunque la tecnología biométrica cuenta con una aceptación favorable por parte de la población y se reconocen sus beneficios, persiste una preocupación notable por los riesgos asociados a la privacidad de los datos, lo que sugiere la importancia de establecer regulaciones adecuadas para su uso seguro (Celis y Castellanos, 2020).

Por otro lado, Rojas (2020), presentó una propuesta en Bogotá, Colombia, para la actualización del sistema de acceso biométrico en la empresa Orange Business Services, la investigación, que empleó una metodología analítica y comparativa, se

enfocó en analizar diferentes opciones de control de acceso, sopesando tanto aspectos técnicos como económicos, se concluyó que la biometría representa una de las formas más efectivas de autenticar a los usuarios, ya que utiliza características únicas de cada persona para verificar su identidad; además, se exploró la evolución de los sistemas biométricos hacia soluciones híbridas que integran las mejores cualidades de tecnologías anteriores, lo que abre la puerta a investigaciones futuras orientadas a optimizar la seguridad de la información.

En 2020, en Bogotá, Colombia, Aza y Rodríguez desarrollaron un sistema de control biométrico de asistencia docente con el objetivo de gestionar de manera eficiente la asistencia de los profesores en la universidad, este sistema no solo proporcionaba un respaldo importante para el proceso de evaluación, sino que también ofrecía estadísticas y datos precisos sobre la asistencia de cada docente durante el semestre. La investigación adoptó una metodología aplicada, centrada en la creación de un sistema práctico que utiliza tecnología biométrica para mejorar la gestión de la asistencia, al digitalizar este proceso, se facilita la generación de reportes y estadísticas, lo que permite un análisis más eficiente de la información relacionada con la asistencia docente (Aza y Rodríguez, 2020).

La implementación de un dispositivo de captura de huellas dactilares garantizó un registro seguro y exacto, lo que mejoró la integridad de los datos y optimizó el acceso para los coordinadores del proyecto, se concluyó que tanto el sistema de información web como la aplicación de escritorio cumplieron con los objetivos planteados en la fase de planificación, proporcionando una manera más ordenada de registrar y gestionar la asistencia en la Universidad Distrital (Aza y Rodríguez, 2020).

En el año 2020, en Sahagún, Córdoba, se llevó a cabo un proyecto orientado al diseño y desarrollo de un sistema de registro y control de personal mediante tecnología biométrica para el Almacén Mini Precios, la investigación se realizó bajo un enfoque de proyecto factible, considerado como una metodología aplicada que se centra en identificar y resolver problemas específicos dentro de una organización, este sistema tenía como finalidad optimizar el proceso de registro de empleados, mejorando la eficiencia y simplificando las tareas de la administración del almacén (Barrios y Villadiego, 2020).

Durante la implementación del sistema, se realizaron diversas pruebas para asegurar su eficacia, en una de ellas, se simuló un día laboral normal en el que se registraron 70 empleados, obteniendo resultados positivos que mostraron un funcionamiento fluido del sistema, comparado con el método anterior, que utilizaba planillas, el nuevo sistema biométrico demostró una mejora significativa en los tiempos de entrada, permitiendo un acceso ágil y sin complicaciones, además, se desarrolló una aplicación móvil que facilitó la supervisión en tiempo real de los registros, así como la gestión de entradas y notificaciones sobre retrasos; la investigación concluyó que el uso de tecnologías biométricas es altamente beneficioso, ya que ofrece rapidez, precisión en el registro de datos y un alto nivel de seguridad a través del reconocimiento de huellas dactilares y otras características corporales (Barrios y Villadiego, 2020).

En el año 2020, en Lórica, Córdoba, se llevó a cabo un proyecto liderado por Conde y Ramos, cuyo propósito fue desarrollar e implementar un sistema de información y control de seguimiento académico para los docentes de la Universidad de Córdoba, sede Lórica, este sistema se basó en la tecnología de reconocimiento dactilar, lo que buscaba

optimizar el proceso de control de asistencia y seguimiento académico, asegurando una gestión más eficiente; la investigación adoptó un enfoque aplicado y tecnológico, con el objetivo de ofrecer soluciones prácticas a problemas específicos mediante la creación o adaptación de sistemas modernos.

El desarrollo del sistema involucró una extensa investigación sobre los procedimientos actuales de control y seguimiento de la asistencia docente, lo que permitió identificar áreas de mejora, se aplicaron conocimientos adquiridos en el ámbito académico, tales como la elaboración de diagramas de clases y bases de datos, lo que facilitó un proceso de desarrollo exitoso; la incorporación de un lector de huellas digitales no solo mejoró la personalización del sistema, sino que también aumentó la seguridad en la gestión de datos; a pesar de que la implementación del sistema no pudo ser probada en el contexto universitario debido a la pandemia del Covid-19, se lograron cumplir los objetivos propuestos y se evidenció su correcto funcionamiento (Conde y Ramos, 2020).

En 2023, Rey desarrolló un innovador sistema de control de asistencia empresarial que utiliza inteligencia artificial a través del reconocimiento facial y el análisis de sentimientos, orientado especialmente para una empresa de tecnología y robótica; esta investigación, de naturaleza aplicada, se enfocó en la creación de un sistema que sustituya el uso de huellas dactilares por reconocimiento facial, se examina la situación actual de los dispositivos de control de asistencia y se propone un nuevo modelo que organice la información en un data warehouse, permitiendo así un análisis más profundo de los sentimientos de los empleados; la metodología del proyecto incluye investigación de mercado, diseño, desarrollo de software y diversas pruebas para asegurar su eficacia.

4.2. Marco teórico

4.2.1. Teoría de tiempos y movimientos

Según Betancourt (2019), citado por Cuevas, et al. (2020), un estudio de tiempos es una técnica utilizada para medir el trabajo, que se centra en registrar los tiempos y ritmos de cada etapa de una actividad específica realizada en condiciones concretas; esta medición ayuda a determinar cuánto tiempo se necesita para completar una tarea; por otro lado, el estudio de movimientos se enfoca en analizar en detalle los movimientos de una persona mientras realiza una actividad, con el fin de eliminar aquellos que son innecesarios, optimizar el proceso y garantizar que se realice de manera segura y con higiene; luego, se establece una secuencia más eficiente de movimientos para maximizar el uso del tiempo, recursos y energía. Betancourt (2019), explica que en la práctica, el estudio de tiempos incluye el análisis de los métodos de registro y evaluaciones sistemáticas de las actividades y sus formas de ejecución, buscando mejorar la eficiencia laboral y concienciar a quienes trabajan en diversos entornos, desde laboratorios hasta el hogar. Autores como Niebel abordan el análisis de operaciones y la simplificación del trabajo en sus estudios sobre métodos de registro y evaluaciones críticas (Cuevas, 2020).

Según Salvendy (2001), citado por Andrade, et al. (2019), el propósito principal de un estudio de movimientos es identificar y eliminar o mejorar aquellos elementos superfluos que pueden impactar negativamente en la productividad, la seguridad y la calidad del producto final; al realizar un análisis detallado de los movimientos involucrados en una tarea, se busca optimizar el proceso y asegurar un rendimiento más eficiente; por otro lado, un estudio de tiempos se centra en calcular la duración necesaria para completar un proceso, actividad, tarea o fase específica de un trabajo;

esta medición es esencial para establecer estándares de eficiencia y para identificar áreas donde se pueden implementar mejoras; de esta manera, ambos estudios se complementan, ya que mientras uno se ocupa de la eficiencia en los movimientos, el otro se enfoca en la gestión del tiempo, contribuyendo en conjunto a un mejor desempeño en cualquier entorno laboral.

A finales del siglo XIX, Frederick Taylor (1911) inició un análisis de los tiempos relacionados con las actividades laborales, introduciendo el concepto de tarea. Según Krenn (2011), motivados por los estudios de tiempos de Taylor, durante el mismo período, el matrimonio formado por Frank y Lillian Gilbreth realizó investigaciones sobre los movimientos, las cuales complementaron el trabajo de Taylor en el ámbito de los estudios de tiempos (Andrade, 2019).

De acuerdo con Forero (2021), los estudios de tiempos y movimientos en las empresas son técnicas destinadas a optimizar las operaciones en diversas áreas productivas; cuando surgen problemas de eficiencia o lentitud en los procesos, las empresas suelen contratar expertos para analizar los procedimientos actuales y desarrollar nuevas técnicas que aborden estas deficiencias; estas herramientas permiten a los empleados aprender nuevos métodos, lo que incrementa su valor dentro de la organización.

Generalmente, las empresas inician con estudios de movimiento para establecer un tiempo base antes de implementar funciones; al diseñar un nuevo producto, es fundamental también planificar las estaciones de trabajo, lo cual se realiza antes de los estudios de tiempo; estos estudios abarcan una amplia gama de actividades y procesos; al construir una planta industrial, es crucial considerar las estaciones de trabajo, las maquinarias necesarias y el tiempo requerido para cada tarea; una vez que la empresa comienza a operar, se mide el tiempo invertido en cada actividad, reconociendo que algunas tareas pueden llevar desde horas hasta meses; los ingenieros industriales son

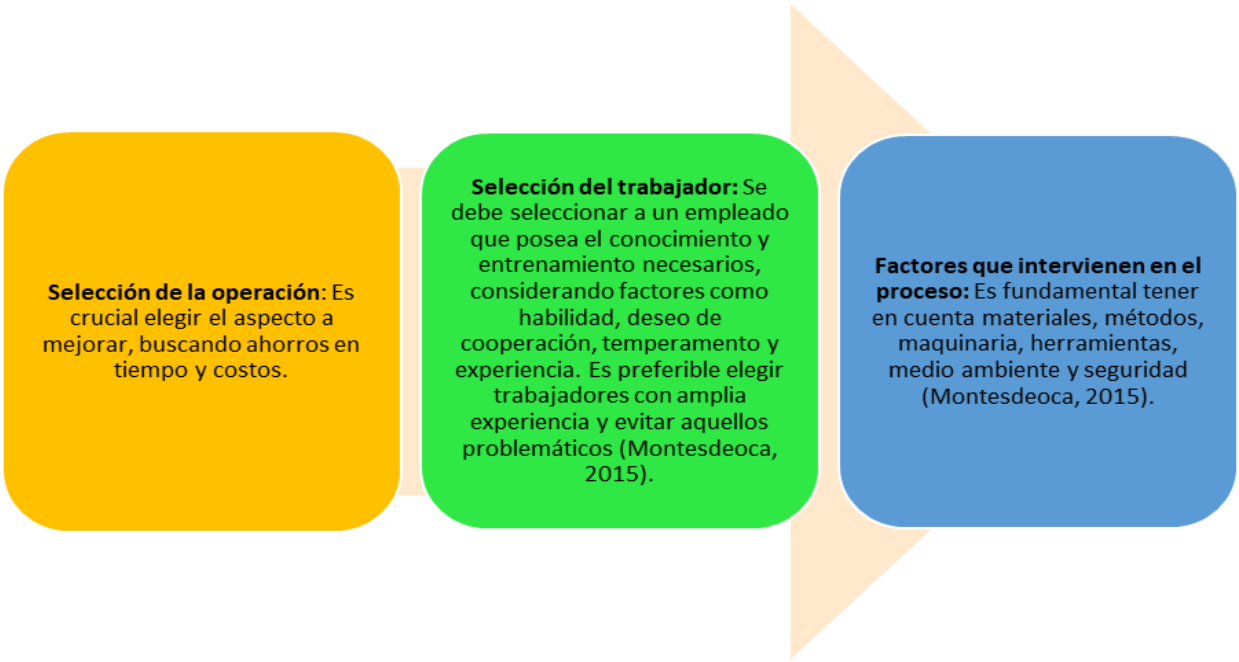
responsables de estudiar y elegir las técnicas adecuadas para cada situación y aplicarlas eficazmente (Forero, 2021).

Según Forero (2021), una de las técnicas más utilizadas para medir el trabajo es el "muestreo del trabajo", que implica observar una muestra de una actividad laboral para obtener resultados que beneficien a toda la planta de producción. Según Russell (2003), citado por Forero (2021), "el muestreo de trabajo determina la proporción de tiempo que un trabajador pasa en las actividades y relaciona porcentualmente los retardos o inactividades de máquinas y personas." Además, esta técnica se complementa con un sistema de tiempos predeterminados, que busca cumplir con los estándares de tiempo y las unidades de trabajo humano.

En cuanto a las tendencias actuales en los estudios de tiempos y movimientos, se observa un incremento en el uso de tecnología para la recolección de datos (Forero, 2021). Para Ovalle (2016), estos datos se comparan con estudios previos utilizando software específico, permitiendo así evaluar el rendimiento de la empresa en relación con el tiempo y los movimientos (Forero, 2021).

Para realizar un estudio de tiempo, se deben considerar varios requisitos, tales como los que se presentan en la siguiente figura.

Figura 1. Requisitos para el estudio de tiempos



Nota. Elaboración propia con base en Forero (2021).

El análisis de métodos de trabajo no debe aplicarse a actividades no intervenidas, ya que permite establecer normas y procedimientos para cada actividad en la empresa (Forero, 2021). Se acuerdo con Criollo (2005), citado por Forero (2021), estas normas abordan aspectos como el lugar de trabajo, características de maquinaria y herramientas, requisitos de calidad y análisis de los movimientos de manos.

Para llevar a cabo el estudio de tiempo, es esencial que los ingenieros o analistas registren toda la información obtenida durante las observaciones, realizando un análisis sistemático del producto y del proceso; esto facilitará las labores de producción, eliminando ineficiencia (Forero, 2021).

Según Palacios (2009), los equipos necesarios para un análisis efectivo de los tiempos incluyen cronómetros, máquinas registradoras de tiempos, formularios impresos, cámaras de video, tableros de observaciones, tacómetros y calculadoras (Forero, 2021).

Según Bello, et al. (2020), el estudio de movimiento se centra en el análisis de los movimientos fundamentales de las manos, brazos y el cuerpo que se requieren para realizar una tarea específica; esta técnica no sólo examina los movimientos en sí, sino que también abarca aspectos como el diseño del lugar de trabajo, el entorno en el que se lleva a cabo la actividad, y los equipos y herramientas involucrados en el proceso. De acuerdo con Groover, 2007), esto incluye elementos como porta piezas, accesorios, herramientas manuales y máquinas; al considerar estos factores, el estudio busca optimizar la eficiencia y la ergonomía, lo que puede resultar en una mejora significativa en la productividad y en la reducción de la fatiga del trabajador (Bello, 2020).

Además, al integrar el diseño del espacio y las herramientas adecuadas, se favorece un ambiente de trabajo más seguro y cómodo, lo que contribuye a un rendimiento más efectivo y a la satisfacción del empleado; este enfoque holístico permite no solo la identificación de movimientos innecesarios, sino también la implementación de soluciones que mejoren la calidad del trabajo y la seguridad en el entorno laboral (Bello, 2020).

Según Fuentes (2003), citado por Bello, et al. (2020), existen diversas técnicas para establecer estándares de trabajo, cada una adaptada a diferentes usos y con distintos niveles de precisión y costos, entre estos métodos se encuentran el estudio del tiempo, datos predeterminados, datos estándar, datos históricos y muestreo de trabajo.

De acuerdo con García (2005), el estudio de tiempos con cronómetro es una técnica precisa que determina el tiempo necesario para realizar una tarea basándose en observaciones limitadas; este método se aplica en diversas situaciones, como al iniciar nuevas operaciones, al recibir quejas sobre demoras, o al establecer tiempos estándar

para sistemas de incentivos (Bello, 2020). Desde su desarrollo en 1920, se ha perfeccionado y se considera esencial para la eficiencia empresarial, teniendo en cuenta también el elemento humano (Bello, 2020).

La medición del trabajo como sostienen autores como Kanawaty (1996) y Baines (1995), permite separar los tiempos efectivos de los no efectivos en las operaciones (Bello, 2020).

Para llevar a cabo un estudio de tiempos, se requiere equipo como cronómetros, formatos de observación y tableros de observaciones; según Meyers (2005), existen dos procedimientos para medir el tiempo: la lectura continua, que ofrece un registro completo pero requiere más concentración, y la vuelta a cero, que facilita el registro de elementos largos pero puede resultar en distracciones y no captar todos los retrasos. Ambos métodos tienen sus ventajas y desventajas, destacando la necesidad de un análisis cuidadoso en cada caso (Bello, 2020).

4.2.2. Estudio de colas

Según de la Fuente (s.f), una cola surge cuando varios clientes solicitan un servicio y tanto los servicios como los clientes son de naturaleza probabilística; la teoría de colas fue aplicada por primera vez por el matemático danés Erlang en 1909, en el contexto de las conversaciones telefónicas, para calcular el tamaño de las centralitas; esta teoría, parte de la Investigación Operativa, se centra en proponer modelos para la gestión eficiente de las líneas de espera.

Una línea de espera consiste en un grupo de clientes, que pueden ser personas, objetos o máquinas, que esperan recibir un servicio; estas colas se forman debido a un

desbalance temporal entre la demanda de servicio y la capacidad del sistema para atenderla; los modelos de líneas de espera son herramientas valiosas para optimizar el funcionamiento de estos sistemas, permitiendo encontrar un equilibrio adecuado entre el costo del servicio y el tiempo de espera; proporcionar una capacidad de servicio excesiva puede resultar en costos elevados, mientras que una capacidad insuficiente puede generar largas esperas y consecuencias negativas (de la Fuente, s.f).

Un sistema de colas se forma debido a la demanda de un servicio, buscando la satisfacción del cliente; los clientes que requieren un servicio surgen de una fuente de entrada y acceden a la instalación para verificar si pueden ser atendidos de inmediato; si no es posible, se unen a la cola hasta que sean seleccionados para recibir el servicio, de acuerdo con una disciplina de cola. Una vez que se les proporciona el servicio, los clientes abandonan la cola y, por ende, el sistema (Contreras, 2021). Los tres componentes clave que afectan el funcionamiento de un sistema de colas son la fuente de entrada, la cola misma y el mecanismo de servicio (Contreras, 2021).

Tabla 1. Componentes que afectan el funcionamiento de un Sistema de Colas

Elemento	Descripción
Fuente de Entrada	Se entiende como el proceso mediante el cual se crean clientes. La característica principal para identificar la fuente de entrada es su tamaño, que se refiere al número total de clientes que requieren el servicio; otro aspecto relevante es la llegada de los clientes, que puede ocurrir de manera simultánea o independiente; en el primer caso, los clientes pueden llegar individualmente o en grupos, como cuando una familia entra a la instalación. Es importante considerar el tiempo entre llegadas: se clasifica como determinista si la duración es constante y como aleatorio si varía; en la mayoría de los sistemas, la llegada de los clientes sigue un proceso de Poisson, lo que significa que las llegadas son aleatorias y no dependen del número de clientes presentes, resultando en una fuente de entrada prácticamente infinita; la probabilidad de tiempo entre llegadas consecutivas se describe mediante una distribución exponencial, la cual se explicará más adelante.
Cola	La cola es la parte del sistema donde los clientes esperan ser atendidos, y se forma cuando la demanda de servicio supera la capacidad disponible; una de sus características clave es la capacidad de la cola, que puede ser finita o infinita; una cola finita se refiere a una situación en la que hay un límite en el número de clientes que pueden esperar; si se alcanza este límite, cualquier nuevo cliente que llegue será rechazado hasta que haya espacio disponible. En contraste, en poblaciones grandes es difícil establecer un límite, por lo que se habla de colas infinitas. Además, si el número de clientes en la cola es elevado, esto puede indicar que el servidor no está operando con la eficiencia adecuada. Según Taha (2012), las disciplinas de colas más comunes incluyen: 1. FCFS (First-Come-First-Served): Esta es la disciplina más habitual, donde los clientes son atendidos en el orden en que llegan, dando prioridad a quienes llegan primero. 2. LCFS (Last-Come-First-Served): En este caso, el último cliente en llegar es el primero en ser atendido, invirtiendo así el orden de llegada. 3. SIRO (Service-In Random-Order): También conocida como servicio en orden aleatorio, donde la atención se asigna de forma aleatoria, sin tener en cuenta el orden de llegada. 4. Otras: Existen métodos adicionales en los que los clientes son seleccionados según características específicas, como prioridad, tiempo de servicio requerido, o el potencial beneficio que pueden aportar.

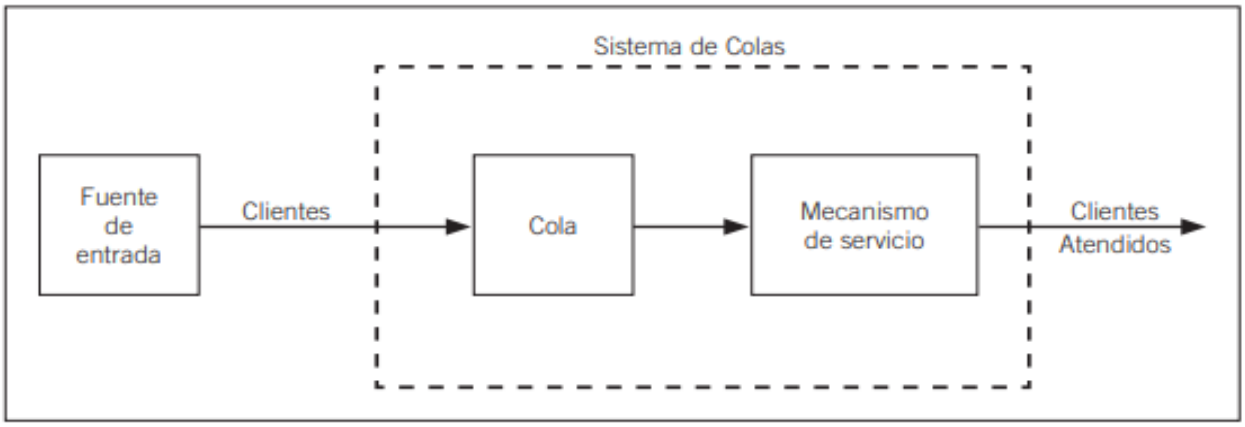
Mecanismo de Servicio	En esta característica, es fundamental considerar tanto el número de servidores que proporcionan el servicio como las estaciones donde los clientes esperan su turno. También es crucial tener en cuenta el tiempo de servicio, que es el período que transcurre desde que el cliente es atendido hasta que finaliza el servicio. Si el tiempo que los clientes tardan en salir del sistema es mayor que el intervalo entre llegadas, el sistema puede colapsar y la cola se alargará. Para prevenir esta situación, es necesario que el tiempo de servicio sea igual o menor que el intervalo de llegada, aumentar el número de servidores o limitar la capacidad del sistema. Además, es importante minimizar el tiempo de inactividad de los servidores para optimizar su rendimiento. Aunque la duración del servicio suele ser aleatoria, también puede ser constante, dependiendo frecuentemente del número de clientes en espera, lo que influye en la rapidez con la que se atienden.

Nota. Elaboración propia con base en Contreras, 2021.

Por otro lado, Cardona (2012), incluye algunas consideraciones generales sobre el servicio:

1. La llegada al sistema y la prestación del servicio pueden seguir una distribución determinística (programada) o estocástica (probabilística). En el análisis de colas, estos eventos suelen asociarse con distribuciones estocásticas.
2. Cada servidor puede tener su propia cola, o bien puede haber una única cola que sirva a todos los servidores.
3. El servicio puede realizarse de manera individual o grupal.

Figura 2. Proceso básico de colas

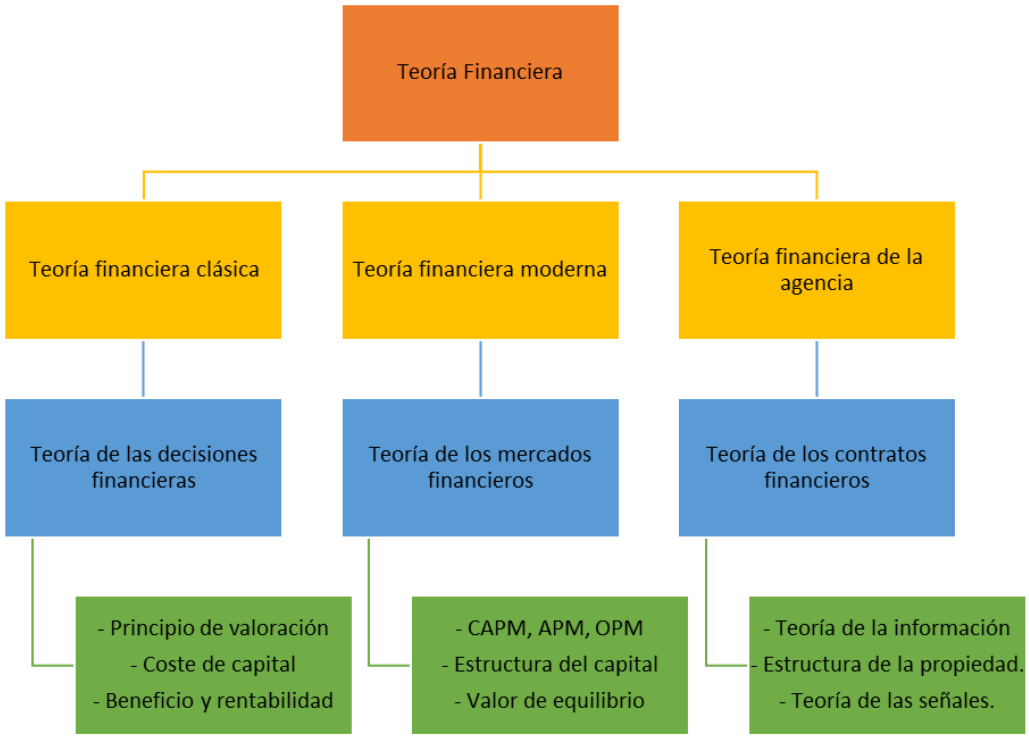


Nota. Hillier (2010), citado por Cardona (2012).

4.2.3. Teoría financiera

La teoría financiera de la empresa ha evolucionado significativamente, fundamentándose en hechos, comportamientos y estudios empíricos; dada la diversidad de enfoques, es crucial definir su contenido y destacar los pilares que han contribuido a su desarrollo; un análisis de su evolución revela un cambio en la orientación, donde la teoría de los mercados de capitales se ha transformado en una perspectiva más positiva e institucionalista (Azofra, 1992). Esto ha llevado a redefinir el mercado para incluir la negociación de contratos financieros entre individuos y empresas, dando lugar a la teoría financiera de la agencia; este proceso de evolución ha coincidido con el desarrollo de la teoría de la empresa, mostrando una expansión gradual de la teoría financiera mediante nuevos modelos y técnicas para adaptarse a las condiciones del mercado competitivo actual (Azofra, 1992).

Figura 3. Evolución de la Teoría Financiera



Nota. Elaboración propia con base en Azofra, 1992.

Según Cárcamo (2003), la Teoría de las Finanzas (TF) se centra en cómo individuos y empresas pueden asignar recursos de manera óptima a lo largo del tiempo, explicando especialmente cómo los mercados de capitales facilitan esta asignación eficiente. Se pueden considerar dos enfoques sobre la relación entre la TF y la matemática: primero, la TF como una teoría matemática en sí misma; y segundo, como una rama de la economía financiera que emplea herramientas y teorías matemáticas avanzadas; estos enfoques son complementarios, aunque se dará mayor énfasis al primero, mencionando también los conceptos matemáticos relevantes para describir situaciones específicas (Cárcamo, 2003).

Si bien la aplicación de la Teoría Financiera se ha centrado mayormente en la gestión de carteras de inversiones, también ha avanzado en áreas como la valoración de empresas y activos, que son esenciales para la administración financiera de cualquier organización; de esta manera, tanto la gestión financiera de las empresas como la gestión de carteras buscan maximizar la creación de riqueza mediante la optimización de las utilidades y el uso eficiente de los recursos productivos; esta interrelación destaca la importancia de una sólida estrategia financiera para el crecimiento y la sostenibilidad a largo plazo de las organizaciones (Meneses, 2014)

4.2.4. Teoría de costos

Según Yardin (2002), la Teoría de Costos se refiere a un conjunto de enunciaciones que buscan explicar y comprender la naturaleza de los costos dentro de una entidad; según la perspectiva más común, esta teoría debe abarcar todas las manifestaciones relacionadas con los costos, incluyendo aquellas que cumplen con normativas legales o profesionales, incluso si no son coherentes ni racionales.

Sin embargo, el enfoque defendido en el texto sostiene que una verdadera teoría debe consistir únicamente en enunciaciones racionales que puedan explicar adecuadamente el objeto de estudio, en este caso, los costos; la Teoría General del Costo debe ser capaz de interpretar correctamente los hechos económicos vinculados al costo, excluyendo aquellos postulados que no se alinean con esta lógica (Yardin, 2002).

Además, es fundamental distinguir entre "costos" y "contabilidad de costos". Mientras que la contabilidad de costos es una técnica que registra hechos económicos y establece el "valor de costo" de los bienes, la Teoría de Costos se centra en ofrecer un marco

conceptual que permita entender y analizar la naturaleza de los costos de manera más amplia y coherente (Yardin, 2002).

Cartier y Osorio (2016), explican que la Teoría General del Costo se encuentra en desarrollo y debe abarcar tanto la cuantificación y medición de los costos desde una perspectiva contable, como una fundamentación económica de los fenómenos relacionados con la gestión empresarial; los defensores de esta teoría sostienen que las técnicas de costeo, aunque útiles como modelos para resolver problemas específicos, no son el nivel más elevado de comprensión sobre la problemática del costo.

Esta teoría busca identificar los principios fundamentales que subyacen a las diversas técnicas de costeo y establecer un vínculo entre la microeconomía y los sistemas de información contables; se enfatiza que toda técnica de costeo tiene una “relatividad” inherente y se propone un enfoque de "criterios complementarios", donde diferentes tipos de costos pueden coexistir y ser útiles para distintos objetivos de análisis (Cartier, 2016).

Este enfoque contrasta con la idea tradicional de que un costo debe ser considerado "verdadero" o "falso". La adopción de un sistema de información basado en criterios complementarios se considera más beneficioso para la gestión y toma de decisiones en el ámbito gerencial (Cartier, 2016).

4.2.4.1. Principios fundamentales de la teoría general de Costos.

1. **Concepto y extensión de Costo**

El concepto de costo, desde una perspectiva económica, se define como la relación válida entre un resultado u objetivo y los recursos necesarios para alcanzarlo en un proceso productivo. Esta definición se centra en el costo como sacrificio, en contraste con la visión contable que lo considera un consumo (Cartier, 2016).

El término "proceso productivo" no se limita a los procesos industriales; se refiere a cualquier conjunto de acciones que busquen mejorar la satisfacción de necesidades a través de bienes o servicios; así, el concepto de costo es amplio y abarca todas las actividades, ya sean industriales, comerciales, administrativas, financieras, de servicios, entre otras. Además, el objetivo o resultado productivo se extiende más allá de la simple "unidad de fabricación" o "unidad de producto", reconociendo la importancia de diversos objetivos dentro del mismo marco (Cartier, 2016).

2. EL COSTO como fenómeno físico-económico antes que monetario

El concepto de costo se fundamenta en una relación física que conecta las cantidades de recursos utilizados (entradas) con las cantidades de resultados obtenidos (salidas) en un proceso productivo, desde una perspectiva económica; en este sentido, el costo de un objetivo puede ser representado en función de las cantidades físicas requeridas para lograrlo, antes de considerar su valor monetario (Cartier, 2016).

3. La “monetización” del COSTO como necesidad instrumental

La diversidad en las características de los recursos utilizados para alcanzar un objetivo genera la necesidad de un elemento homogeneizador que facilite el manejo operativo de la información sobre costos. La unidad monetaria se presenta como el medio más común para expresar el costo de un resultado productivo de manera totalizante, a pesar de sus limitaciones. No obstante, en ciertas situaciones, podría ser viable utilizar una unidad de

medida física adecuada como denominador común para los diferentes factores involucrados en el proceso (Cartier, 2016).

4. El “Componente Físico” y el “Componente Monetario” del COSTO

Se concluye que el costo de un recurso necesario para alcanzar un objetivo se determina en términos monetarios al relacionar la cantidad física utilizada con el precio o valor de cada unidad de dicho recurso (Cartier, 2016).

5. La “necesariedad” desde el punto de vista cuantitativo

Al definir el concepto de costo, se establece una relación entre los objetivos y los factores necesarios para lograrlos; la "necesariedad" se refiere a la cantidad de un factor que se considera indispensable para alcanzar un objetivo, y no hay un criterio único al respecto. Se pueden considerar dos enfoques: la cantidad realmente utilizada (ex-post) y la cantidad ideal que debió emplearse (ex-ante); esta perspectiva también aplica al componente monetario, donde se puede evaluar el costo a través del precio real pagado por un factor o el precio hipotético que se esperaría pagar (Cartier, 2016).

6. La “necesariedad” desde el punto de vista cualitativo

Este aspecto se refiere a las características que un factor debe tener para ser considerado "necesario" en el cálculo del costo al alcanzar un objetivo; los factores son relevantes en la medición de costos según si cumplen con las condiciones establecidas; por ejemplo, las técnicas de Costeo Variable y Costeo Completo difieren en las "cualidades" que requieren de los factores para su inclusión en el cálculo de costos (Cartier, 2016).

7. La naturaleza del Proceso Productivo y las Relaciones Funcionales

Todo proceso productivo es un sistema dinámico donde las acciones se correlacionan de manera complementaria, lo que dificulta identificar el impacto individual de cada acción en la consecución de los objetivos; por lo tanto, no es viable establecer relaciones de causa y efecto entre todas las acciones; en su lugar, es más apropiado considerar relaciones funcionales que vinculan factores con objetivos; estas relaciones están condicionadas por el propósito del análisis, lo que les otorga un grado de subjetividad (Cartier, 2016).

8. Las Relaciones Objetivas entre Factores Productivos y las Acciones que componen el Proceso de Producción

Los factores productivos son utilizados en acciones específicas dentro del proceso productivo, lo que permite identificar de manera objetiva los recursos consumidos en cada acción; así, el desarrollo de estas acciones explica de manera clara el sacrificio de los recursos involucrados (Cartier, 2016).

9. Los factores del Devengamiento de los Recursos

Los Factores de Devengamiento, también conocidos como Factores de Influencia o Determinantes del Costo, son los elementos que explican la cantidad y la razón detrás del sacrificio de un recurso; cada recurso productivo puede estar asociado a múltiples factores de devengamiento, aunque uno de ellos puede ser más relevante que los demás (Cartier, 2016).

10. La relatividad del concepto de costo

El costo, entendido como la relación entre objetivos y recursos, es un concepto relativo más que absoluto; cada objetivo o resultado puede tener diferentes costos dependiendo

de cómo se interprete el sistema de interrelaciones en el proceso de producción; esta relatividad no disminuye la utilidad de la información sobre costos; de hecho, su valor radica en la capacidad del analista para discernir qué costo es más relevante para su propósito, reconociendo que estos costos se determinan bajo ciertas premisas; esta habilidad de discernimiento es lo que distingue a un tomador de decisiones exitoso (Cartier, 2016).

4.3. Marco contextual

4.3.1. Colombia

Colombia está situada en el noreste de América del Sur, limitando al norte con el Mar Caribe y Panamá, al este con Venezuela y Brasil, al sur con Perú y Ecuador, y al oeste con el Océano Pacífico. Su territorio continental abarca 1.141.748 km², y con sus áreas insulares, la extensión total llega a 2.070.408 km² (Barrero, 2017). Se organiza en 32 departamentos y un distrito capital (Bogotá), además de seis regiones: Andina, Caribe, Pacífica, Orinoquía, Amazonía e Insular. El país incluye varias islas en el Caribe, como San Andrés, Providencia y Santa Catalina, y en el Pacífico, como las islas de Gorgona y Mapelo (Barrero, 2017).

Colombia presenta ventajas geográficas y estratégicas, como su ubicación en una zona intertropical con costas en dos océanos, lo que favorece el comercio, el turismo y la habitabilidad; además, tiene una gran diversidad de ecosistemas y una población variada; sin embargo, enfrenta varios desafíos, como los efectos del cambio climático, fenómenos naturales como El Niño y La Niña, la actividad sísmica, y conflictos fronterizos, especialmente en relación con Nicaragua sobre aguas marinas. También se

ve afectada por el conflicto armado, que influye en su geografía y seguridad (Barrero, 2017).

El crecimiento económico de Colombia en 2023 fue del 0.8%, lo que se interpretó como un “aterrizaje suave”, dejando abiertas las posibilidades de un crecimiento sostenido para 2024. Sin embargo, la realidad fue que la inversión, clave para el desarrollo, cayó un 8.9% en 2023 y continuó disminuyendo, lo que puso en riesgo la recuperación económica; a pesar de que el crecimiento del primer trimestre de 2024 superó las expectativas (0.7%), seguía reflejando una economía débil, con un desempleo persistente y un sector privado en declive (-0.3%) (Deloitte, 2024).

Para 2024, se estimó que el PIB crecería solo un 1.4%, con una leve mejora en la inversión, aunque aún insuficiente para un repunte económico sólido; se previó que la inflación cerrara en 15.51% ese año, con una posible mejora hacia el 3% en 2025; la tasa de interés se mantuvo alta, alrededor del 8.5%; aunque las remesas aumentaron un 13% de enero a abril, la ejecución del presupuesto seguía siendo baja (Deloitte, 2024).

El sector público, agropecuario e inmobiliario mostraron un buen desempeño en 2024, mientras que sectores como la minería, la construcción y las manufacturas enfrentaron resultados negativos; la falta de inversión continuó siendo el principal obstáculo para el crecimiento, y fue urgente implementar políticas que fomentaran tanto la inversión pública como privada para impulsar la economía hacia un desarrollo más sostenible (Deloitte, 2024).

Figura 4. Mapa Colombia



Fuente: Google Maps, 2025.

Según el censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), (2023), la población total de Colombia alcanza los 48.258.494 habitantes. De esta cifra, el 51,2% corresponde a mujeres y el 48,8% a hombres, lo que refleja una distribución casi equitativa entre ambos géneros. En cuanto a la estructura por edades, se observa que el 22,6% de la población es menor de 15 años, lo que indica una porción significativa de niños y adolescentes en el país (DANE, 2023). La mayoría de la población, el 68,2%, se encuentra en el rango de edad laboral, entre los 15 y los 65 años, lo que sugiere una fuerza de trabajo activa y una base de consumidores importante; por último, el 9,1% de los colombianos tiene 65 años o más, lo que refleja un porcentaje relativamente pequeño de personas en edad avanzada, aunque es un segmento que está en crecimiento debido a las tendencias demográficas globales; esta distribución de

edades tiene implicaciones importantes para las políticas públicas, especialmente en áreas como la educación, la salud y la seguridad social (DANE, 2023).

En Colombia, diversas entidades son responsables de la fiscalización y control del almacenamiento, manipulación, manejo y transporte de mercancías peligrosas, cada una especializada en diferentes tipos de sustancias (Ministerio de Transporte, 2013).

Por ejemplo, el Ministerio de Defensa Nacional regula las mercancías de la Clase 1 (explosivos), mientras que para la Clase 2 (gases inflamables), las entidades responsables son el Ministerio de Minas y Energía, la Superintendencia de Servicios Públicos y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). El Ministerio de Minas y Energía también se encarga de la Clase 3 (líquidos inflamables), mientras que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Salud supervisan las Clase 6 (sustancias tóxicas e infecciosas); Een cuanto a los materiales radiactivos (Clase 7), el Ministerio de Minas y Energía y el Instituto INGEOMINAS son los encargados de su regulación (Ministerio de Transporte, 2013).

Además, diversas entidades tienen funciones de control sobre el transporte de mercancías peligrosas, incluyendo el Ministerio de Comercio Exterior, Ministerio de Hacienda y Crédito Público (DIAN) para importaciones y exportaciones, y el Ministerio de Transporte con sus divisiones de Policía de Carreteras, Policía Fluvial, Policía Aeroportuaria y la Dirección General Marítima (DIMAR) (Ministerio de Transporte, 2013). El control de precursores químicos y sustancias químicas de uso restringido recae en el Ministerio de Justicia y el Ministerio de Defensa Nacional (Policía Antinarcóticos). Asimismo, el Ministerio de Salud regula productos como plaguicidas y productos

farmacéuticos a través de entidades como el INVIMA y el Instituto Nacional de Salud (INS) (Ministerio de Transporte, 2013).

En el caso de los combustibles líquidos, gases y derivados del petróleo, el Ministerio de Minas y Energía, la Superintendencia Nacional de Servicios Públicos y la CREG son los principales organismos reguladores. Además, el Ministerio de Medio Ambiente se encarga del control de todos los materiales peligrosos que se manipulen y transporten dentro del país (Ministerio de Transporte, 2013).

Cada una de estas entidades establece criterios y procedimientos específicos para garantizar el control adecuado de las mercancías peligrosas dentro de su competencia; además, implementan programas de capacitación para entrenar a sus funcionarios en los procedimientos de fiscalización y control, asegurando el cumplimiento de las normativas relacionadas con la seguridad y manejo de sustancias peligrosas (Ministerio de Transporte, 2013).

4.3.2. Valle del Cauca

El Departamento del Valle del Cauca está situado en el suroeste de Colombia y es una de las regiones más importantes del país tanto en términos geográficos como económicos; limita al norte con los departamentos de Risaralda y Chocó, al sur con Cauca, al este con Quindío y Tolima, y al oeste con el océano Pacífico y nuevamente con Chocó; con una extensión de 22.140 kilómetros cuadrados, el Valle del Cauca representa aproximadamente el 1,9% del territorio nacional (UES, 2016).

Este departamento se localiza entre las coordenadas 05º02’08’’ y 03º04’02’’ de latitud norte, y 72º42’27’’ y 74º27’13’’ de longitud oeste. La geografía del Valle del Cauca abarca

dos regiones importantes: la Andina, que constituye una parte significativa de su paisaje montañoso, y la Pacífica, caracterizada por su costa sobre el océano Pacífico; esta ubicación privilegiada le otorga una gran diversidad de ecosistemas, que van desde los altos valles y montañas de la cordillera hasta los exuberantes bosques y costas tropicales, lo que lo convierte en un área clave para la biodiversidad del país; además, su acceso directo al Pacífico facilita su interacción con mercados internacionales y contribuye a su importancia en el comercio exterior (UES, 2016).

El Valle del Cauca juega un rol fundamental en la economía de Colombia, contribuyendo significativamente a varios sectores clave. Según la Gobernación del Valle del Cauca (2018), en 2005, la región aportó el 5,37% de la producción agrícola nacional, aunque Antioquia y Cundinamarca tuvieron mayores contribuciones. En el sector pesquero, el Valle es líder con el 36% de la producción, y en minería, aunque no se destaca por su explotación de metales, presenta una explotación ilegal de oro en el Parque Los Farallones. En minerales no metálicos, la región representa el 8,15% del valor agregado nacional.

En la industria, el Valle del Cauca aportó el 13,81% del valor agregado, solo superado por Bogotá y Antioquia. Sus principales sectores industriales incluyen la gráfica, azucarera y farmacéutica, junto con la producción de alimentos y bebidas, que representan el 16% del valor agregado nacional. En comercio, la región contribuye con el 11,34%, estando solo detrás de Bogotá y Antioquia (Gobernación del Valle de Cauca, 2018).

El sector transporte en el Valle aporta el 12,52% del valor agregado nacional, y en servicios financieros, un 9,75%. En términos laborales, Cali, la capital, ha mantenido uno

de los índices de precios al consumidor más bajos y un índice de ocupación laboral superior al 60% en 2005, reflejando el crecimiento de la industria manufacturera, la agricultura y el comercio (Gobernación del Valle de Cauca, 2018).

El Valle también es conocido por su poderosa industria azucarera, que abastece tanto al mercado interno como a países vecinos. Yumbo, la capital industrial, alberga diversas empresas en sectores como el papel, la química y el cemento. Otras ciudades, como Palmira, Tuluá, Buga, Cartago y Zarzal, son claves en la producción agroindustrial, mientras que Sevilla y Caicedonia se destacan por la producción de café y frutas (Gobernación del Valle de Cauca, 2018).

El puerto de Buenaventura, el principal puerto colombiano en el Pacífico, es esencial para la economía de la región y el país, así como para la Alianza del Pacífico. La región cuenta también con una extensa red de autopistas que facilitan el transporte, como la Cali-Palmira-Cerrito-Guacarí-Buga y la Buga-Loboguerrero-Buenaventura. Además, el turismo ha experimentado un notable crecimiento, especialmente con la expansión del Centro de Eventos Valle del Pacífico, impulsando la industria turística del suroccidente colombiano (Gobernación del Valle de Cauca, 2018).

Según el censo realizado por el DANE en 2023, la población total del Valle del Cauca es de 4.638.029 habitantes, de los cuales el 47,5% son hombres y el 52,5% son mujeres. En cuanto a la distribución por edades, el 21,4% de la población tiene entre 0 y 14 años, el 61,8% se encuentra en el grupo de 15 a 59 años, y el 16,9% tiene 60 años o más.

Figura 5. Mapa del Valle del Cauca



Fuente: Google Maps, 2025.

Según los resultados de la Encuesta Nacional Logística realizada por el DNP en 2015, la Región Pacífico tiene una participación del 7,2% en áreas clave como comercio exterior, infraestructura, innovación y educación, posicionándose en el cuarto lugar a nivel nacional en cuanto a logística y competitividad; sin embargo, la región enfrenta desafíos importantes, especialmente en lo que respecta a la infraestructura, un factor clave para mejorar la competitividad en el sector logístico. La calificación obtenida fue de 5,66 puntos sobre 10, lo que resalta la necesidad urgente de mejorar las condiciones de infraestructura urbana y vial (Lajas et al., 2016).

En términos de transporte de materias primas, embalaje, carga y descarga, los principales problemas en la región están relacionados con los altos costos de transporte, tiempos de tránsito y la calidad de los servicios logísticos; además, existen cuellos de botella en corredores viales clave como el trayecto Buga-La Paila y los corredores Buenaventura-Puerto Carreño y Buenaventura-Bogotá, especialmente en las zonas de Pereira-Chinchiná y Girardot-Villavicencio (T Lajas et al., 2016).

El Valle del Cauca es estratégico en términos de infraestructura logística, destacando dos puntos clave: el puerto de Buenaventura y el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón. Buenaventura, como principal puerto de importación en Colombia y uno de los 20 más importantes de América Latina, es crucial para la carga y descarga de mercancías; por su parte, el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón es el tercer aeropuerto más importante del país en cuanto a carga, lo que resalta su rol en la logística del Valle (Lajas et al., 2016).

Para abordar los problemas de infraestructura y mejorar la competitividad, el gobierno nacional ha planificado proyectos como la construcción de una vía férrea que conecte Buga con Loboguerrero, nuevos corredores funcionales (Cali-Neiva) y ampliaciones en puertos y aeropuertos clave, como el de Buenaventura y el de Bogotá; a nivel local, el CLUSTER de logística del Valle del Cauca propone la creación de una mesa de trabajo para gestionar la colaboración entre entidades públicas y privadas, además de promover programas educativos y proyectos de investigación relacionados con el sector logístico (Lajas et al., 2016).

4.3.3. Zarzal

El Municipio de Zarzal tiene una extensión de 355,14 km², siendo en su mayoría una región plana con algunas colinas, de los cuales 262 km² corresponden a un clima cálido. Se encuentra en el valle del Río Cauca, con pequeños relieves pertenecientes al piedemonte de la Cordillera Central al norte y al este (93 km² de clima medio). Dentro de sus elevaciones destacan el cerro de Pan de Azúcar, La Aurora, Montenegro, la sierra del Salado, Zarzal, el cerro de Care Perro y la Loma de la Cruz. El sistema hídrico está dominado por el río Cauca, que limita la parte occidental del municipio, y varios cuerpos de agua como el Río La Paila, y las quebradas Las Cañas, La Honda, así como los zanjones Murillo, Las Lajas y Limones. La cabecera municipal se encuentra en las coordenadas 4°23’34’’ de latitud norte y 76°04’28’’ de longitud oeste (Alcaldía Municipal, 2018).

Según el Departamento de Planeación Nacional (DNP, 2024), citado en el Plan de Desarrollo Municipal (2024), Zarzal es un municipio de categoría 5, con una población total de 43,194 habitantes y una densidad de 116.43 personas por kilómetro cuadrado. En términos de género, el 47,5% de la población son hombres (20,517 personas) y el 52,5% son mujeres (22,677 personas) (DNP, 2024).

La economía de Zarzal, según la Alcaldía Municipal (2018), se basa principalmente en la agricultura, siendo una de las principales zonas productoras de caña de azúcar en el Valle del Cauca; la región cuenta con ingenios azucareros, como el de Río Paila, y fábricas de dulces como Colombina; en sus tierras fértiles se cultivan productos como plátano, yuca, algodón, maíz, sorgo, caña panelera, soya, hortalizas y frutas como uva, papaya, maracuyá, mango, guayaba, pitaya, cítricos, aguacate y chontaduro; además,

tiene 20,000 hectáreas destinadas a la ganadería, con 15 hatos lecheros, y 10 hectáreas dedicadas a la pesca, cultivando especies como tilapia roja, cachama y tucunaré (Alcaldía Municipal, 2018). En crecimiento también están la avicultura, la porcicultura y la apicultura; en el ámbito deportivo, Zarzal alberga el Club de Caza, Pesca y Tiro Los Guacos y el Cartódromo Internacional de Zarzal, y ofrece varias atracciones ecoturísticas, como el Paseo Ecoturístico La Paila Sevilla y el Lago de Pesca Deportiva El Placer. Los visitantes también pueden disfrutar de la gastronomía local, que incluye platos típicos como pescado frito, sancocho de gallina y la famosa galleta negra (Alcaldía Municipal, 2018).

Figura 6. Mapa de Zarzal



Fuente: Google Maps, 2025.

En Zarzal, Valle del Cauca, la actividad de transporte y almacenamiento juega un papel crucial en el manejo de mercancías, especialmente en sectores como la agricultura y la industria alimentaria. La región cuenta con un pequeño pero significativo número de

empresas dedicadas a estas actividades, lo que contribuye a la eficiencia en la descarga, embalaje y almacenamiento de materia prima.

En cuanto a transporte terrestre, de acuerdo con el Directorio de empresas dedicadas a Transporte y Almacenamiento en Zarzal (2023) existen 8 empresas dedicadas a ofrecer servicios relacionados, entre ellas se encuentran algunas como Transportadora La Paila y Compañía Ltda. y Transporte de Agua Implementos y Maquinaria Agrícola S.A.S., que están enfocados en el transporte de maquinaria agrícola, productos y materiales necesarios para el sector agroindustrial de la región. Este tipo de empresas es clave para el movimiento de materia prima que llega a las fábricas de azúcar, plátano y otros cultivos, así como para la distribución de productos hacia otros mercados.

Respecto al almacenamiento, hay una empresa registrada en el directorio que se dedica a actividades complementarias de almacenamiento y transporte. Aunque es un número pequeño, resalta la importancia de contar con instalaciones adecuadas para almacenar los productos transportados, especialmente en sectores como la caña de azúcar o los productos agroindustriales, que requieren de espacios adecuados y de temperatura controlada para evitar su deterioro.

El embalaje también es una actividad que se lleva a cabo en la región, aunque no se detalla directamente en las empresas listadas. Sin embargo, al tratarse de materias primas agrícolas, es fundamental para su transporte seguro hacia otras zonas del país o el extranjero.

Por tanto, el sistema logístico en Zarzal es esencial para la eficiencia de la producción local y el cumplimiento de las normativas de calidad en la distribución de mercancías. La

combinación de empresas de transporte y almacenamiento asegura el correcto manejo de la materia prima desde su descarga hasta su posterior procesamiento o distribución.

4.3.4. Historia de la Organización

Estibadores Nacionales LTDA, nace de un emprendimiento familiar que visionaron en pareja los esposos el Ing. Donaldo Posso Varela y la Sra. Ana Milena Perea. Su constitución es por Sociedad limitada y su sede principal se encuentra situada en Cali. Los servicios que presta se basan principalmente en manipulación de mercancía, que incluye actividades habituales de recepción, carga, estiba, descarga, almacenaje y entrega de materia prima, sin embargo, cuenta con otros servicios dirigidos a oficios varios que apoyan dicho portafolio.

Desde el año 1999 se encuentra presente en el mercado de servicios logísticos y actualmente realiza labores en más de diez compañías. Estibadores Nacionales Ltda. tiene el compromiso total como asociados de negocio, donde cumple con la normatividad en la cadena de distribución. En la actualidad se encuentra certificada en la norma Business Alliance for Secure Commerce BASC con el estándar 5.0.1.

4.4. Marco legal

Para ejecutar el sistema de marcación biométrica de entrada se debe tener presenta la Ley Estatutaria 1581 de 2012, la cual establece el marco legal para la protección de datos personales en Colombia, garantizando el derecho de los ciudadanos a conocer, actualizar y rectificar la información recopilada sobre ellos en bases de datos.

La ley se aplica a todas las bases de datos manejadas por entidades públicas o privadas que realizan tratamiento de datos personales en territorio colombiano o bajo jurisdicción de Colombia por acuerdos internacionales. Se exceptúan bases de datos de uso exclusivamente personal, de seguridad nacional, inteligencia, información periodística y aquellas reguladas por normativas específicas.

Principios Rectores

El tratamiento de datos personales debe regirse por principios fundamentales, como:

- Legalidad: Su uso debe ajustarse a la ley.
- Finalidad: Los datos solo pueden ser recolectados para propósitos legítimos.
- Libertad: El titular debe otorgar su consentimiento previo e informado.
- Veracidad: La información debe ser precisa y actualizada.
- Transparencia: El titular tiene derecho a conocer cómo se manejan sus datos.
- Acceso restringido y seguridad: Se deben implementar medidas de protección contra accesos no autorizados.
- Confidencialidad: Quienes manejan los datos deben garantizar su reserva.

El tratamiento de datos requiere consentimiento previo, salvo en casos específicos, como información pública, procesos judiciales, emergencias médicas o multas

estadísticas. La ley establece también la obligación de informar a los titulares sobre el tratamiento de sus datos, su finalidad y los derechos que les asisten.

5. METODOLOGÍA

5.1. Método

Este método inductivo implica que la investigación avanza de lo particular a lo general, el investigador recopila información detallada, la examina rigurosamente y busca reconocer conceptos, categorías o patrones emergentes. A medida que se establecen conexiones en los datos, este enfoque se vuelve especialmente valioso en la investigación cualitativa, ya que permite explorar y comprender fenómenos complejos desde una perspectiva integral y contextualizada (Bernal, 2014).

5.2. Tipo

La investigación descriptiva se enfoca en recopilar y presentar datos e información de manera objetiva y sistemática para describir con precisión fenómenos, eventos o situaciones estudiadas. Su objetivo principal es responder preguntas como "¿qué es?", "¿cómo es?", "¿dónde ocurre?", "¿cuándo ocurre?" y "¿cuántas veces ocurre?", sin profundizar en explicar las razones detrás de estos fenómenos, en lugar de ello, se concentra en ofrecer una representación clara y detallada de lo que está ocurriendo (Bernal, 2014). Esta investigación es descriptiva, ya que se pretende analizar el proceso de chequeo de cambio de turno.

5.3. Enfoque

La metodología de investigación aplicada en este trabajo es de tipo cualitativo, sustentado en el concepto de los autores (Bogdán, 1984). El objetivo de la investigación cualitativa es el de proporcionar una metodología de investigación que permita

comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven.

De acuerdo con Bernal (2014) Los investigadores que utilizan el método cualitativo buscan entender una situación social como un todo, teniendo en cuenta sus propiedades y su dinámica. En su forma general, la investigación cuantitativa parte de cuerpos teóricos aceptados por la comunidad científica, en tanto que la investigación cualitativa pretende conceptuar sobre la realidad, con base en la información obtenida de la población o las personas estudiadas.

5.3. Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información

5.3.1. Fuentes de recolección de datos

5.3.1.1. Fuentes primarias

Las fuentes primarias están conformadas por las entrevistas aplicadas al Gerente, y Coordinación en sistemas de gestión y seguridad en el trabajo.

5.3.1.2. Secundarias

Es toda la información revisada y analizada por terceros, como los artículos publicados en revistas científicas, libros, capítulos de libro y reportes.

5.3.2. Técnicas

5.3.2.1. Observación no participante

Según Sampieri, Fernández Collado y Batista (2014), la observación es método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y

subcategorías. Útil, por ejemplo, para analizar conflictos familiares, eventos masivos, la aceptación-rechazo de un producto en un supermercado, el comportamiento de personas con capacidades mentales distintas, la adaptación de operarios a una nueva maquinaria,.

El presente trabajo de observación no participante se basó en el entorno de la organización y su funcionamiento, donde se puede observar de manera más detallada en los anexos al final de este trabajo investigativo, la manera en cómo opera la empresa Estibadores Nacionales Ltda.

5.3.2.2. Entrevista

Una entrevista debe ser conducida por un entrevistador capacitado, siguiendo una serie de pasos fundamentales, se recomienda realizarla de manera presencial, cara a cara, asegurando una total concentración en el proceso. Es esencial contar con un equipo de entrevistadores que conozcan a la perfección cada pregunta y mantengan una postura neutral frente al entrevistado. Además, el desarrollo de la entrevista debe estar guiado por la motivación, la cordialidad y el reconocimiento hacia el participante, garantizando así un ambiente adecuado para obtener respuestas precisas y significativas (Sampieri, Fernández Collado, y Batista, 2014).

6. RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados de la investigación.

6.1. Análisis del costo actual de la demora del cambio de turno del personal

En la actualidad, el proceso de cambio de turno se realiza de manera manual, cuando llega el colaborador, debe diligenciar el formato presentado en el anexo A de manera manual, con lapicero, diligenciando los apartados de hora de ingreso y firma, en promedio por turno son 105 colaboradores, tomando en promedio de 30 a 45 segundos por persona; para comenzar la jornada, deben diligenciar el formato todos los colaboradores, esto genera una demora total de 52 minutos aproximadamente.

Cada colaborador recibe de pago un salario mínimo legal mensual vigente, con una jornada de 40 horas semanales en turnos de 8 horas, en la siguiente tabla se presenta el cálculo de costo actual de esta demora.

Tabla 2. Costo actual demora de cambio de turno

Colaboradores por turno	Tiempo promedio de registro (seg)	Total tiempo en minutos	Salario por colaborador	Precio por hora	Total pérdida diaria por turno (ingreso y salida)
105	30	52,5	$ 1.623.500,00	$ 10.146,88	$ 1.065.421,88

Fuente: Elaboración propia con base en ESNAL, 2024.

Por ingreso por turno se genera una pérdida total de $532.710,94 pesos por concepto de salario de los colaboradores, ya que el cambio de turno se realiza 3 veces al día a las 6 am, 2 pm y 10 pm, este registro se realiza en el ingreso y la salida de los colaboradores, en total, por turno es de $1.065.421,88 pesos y por día, el costo en esta demora asciende

a $ 3.196.265,63, al mes, este costo termina siendo de $63.925.312,50 y esto, anualmente se convierte en $ 767.103.750,00 millones de pesos.

6.2. Requerimientos tecnológicos y operativos para el desarrollo de un sistema de marcación biométrica

De acuerdo con la empresa GEO Victoria (2024), con la que se solicitó una cotización del proyecto de marcación biométrica, se necesitan de diversos aspectos tecnológicos y operativos.

6.2.1. Requerimientos tecnológicos

Los requerimientos tecnológicos que se necesitan son a nivel de Hardware y Software:

a) Hardware

- **Reloj biométrico multifunción:** Compatible con reconocimiento facial, huella dactilar, tarjetas RFID/NFC y contraseña.
- **Procesador y memoria:** Suficiente capacidad de procesamiento para identificación rápida (CPU de al menos 1.0 GHz y RAM de 256 MB o más).
- **Pantalla y sensores:**
    - Cámara infrarroja y RGB para reconocimiento facial en diversas condiciones de iluminación.
    - Sensor de huellas dactilares de alta precisión.
    - Lector RFID/NFC para tarjetas de proximidad.
- **Conectividad:**
    - Soporte para Wi-Fi, Ethernet y/o 4G para sincronización en rojo.
    - Puertos USB para descargar manuales de datos.
- **Fuente de alimentación y respaldo:**

- Adaptador de corriente estable (12V/2A).
- Batería de respaldo en caso de cortes eléctricos.

- **Almacenamiento:**
  - Capacidad de al menos 10.000 registros de usuarios y registros de marcación.
  - Soporte para tarjetas SD o almacenamiento en la nube.

b) Software

- **Algoritmos avanzados de reconocimiento biométrico:** Para identificación rápida y segura.
- **Plataforma de gestión centralizada:**
  - Registro y administración de empleados.
  - Configuración de horarios y permisos.
  - Generación de informes y exportación de datos en CSV, Excel o integración con software de RRHH.
- **Seguridad:**
  - Cifrado de datos (AES-256 o equivalente).
  - Autenticación multiusuario para acceso administrativo.
  - Protección contra suplantación (anti-spoofing) en reconocimiento facial.
- **Integración con otros sistemas:**
  - API o conectores para integrarse con software de nómina, RRHH o ERP.
  - Compatibilidad con bases de datos SQL (GEO Victoria, 2024).

6.2.2. Requerimientos operativos

Los requerimientos operativos son:

a) Instalación y configuración

- **Ubicación estratégica:** Ubicar el dispositivo en un lugar con buena iluminación y accesibilidad, en el pasillo de la entrada de la empresa.
- **Montaje seguro:** Soporte en pared o pedestal, protegido contra manipulaciones.
- **Configuración inicial:** Se debe realizar el pago de la configuración inicial, donde un especialista le enseña a la persona encargada del proceso de registro de ingreso y salida, los pasos para poder:
    - Registrar de usuarios y credenciales biométricas.
    - Definir permisos y horarios.
    - Realizar pruebas de conexión con servidores o sistemas en la nube.

b) Administración y Mantenimiento

- **Soporte y actualización:**
    - Mantenimiento preventivo cada 3-6 meses (limpieza de sensores y calibración).
    - Actualización de firmware y software de seguridad.
- **Capacitación del personal:**
    - Uso correcto del reloj biométrico.
    - Procedimientos en caso de fallos o incidentes.
- **Gestión de incidentes:**
    - Protocolo en caso de fallos de autenticación.
    - Métodos de respaldo (acceso manual o códigos de emergencia) (GEO Victoria, 2024).

6.3. Costo del sistema de marcación biométrica

En la siguiente tabla se presenta el costo del dispositivo de marcación biométrica en dólares.

Tabla 3. Costo de dispositivos

NOMBRE DEL DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	VALOR UNITARIO ANTES DE IVA
GEOVICTORIA URU 4500	Lector de huella digital con conexión USB a una PC, Tablet o laptop con SO Windows XP o superior. Garantía 6 meses.		USD 100
GEOVICTORIA BOX 1	Reloj de lectura de huella, proximidad (tarjetas) y tarjetas RFID. Garantía 6 meses.		USD 225
GEOVICTORIA BOX 2	Reloj de reconocimiento facial, dactilar y con tarjeta de proximidad, contraseña y combinaciones entre los anteriores. Garantía 6 meses.		USD 315
SPEED FACE TEST	Dispositivo que permite la detección de rostros con cubrebocas y la medición de la temperatura corporal. Garantía 6 meses.		USD 1170
GEOVICTORIA APP	Aplicación móvil disponible para cualquier sistema operativo con lector biométrico facial.		$0

Fuente: GEO Victoria, 2024, p. 13.

Adicional a esto, se debe pagar una mensualidad correspondiente a la cantidad de colaboradores (usuarios) inscritos en la aplicación.

Tabla 4. Costo por usuario en pesos COP

SERVICIO	CANTIDAD EMPLEADOS ACTIVOS	VALOR MENSUAL POR USUARIO ANTESDE IVA
CONTROL DE ASISTENCIA	201 a 500	$7,500

Fuente: GEO Victoria, 2024, p. 12.

Y también se debe realizar el pago de la instalación del dispositivo y la jornada de capacitación que corresponde al monto de $450.000 más IVA.

En la siguiente tabla se presenta el costo total del primer mes

Tabla 5. Costo total primer mes

Item	Costo (COP)	IVA	Total
Dispositivo Geovictoria BOX2	$ 1.417.500,00	$ 269.325,00	$ 1.686.825,00
Dispositivo Geovictoria BOX2	$ 1.417.500,00	$ 269.325,00	$ 1.686.825,00
Instalación y capacitación	$ 450.000,00	$ 85.500,00	$ 535.500,00
Primer mes de usuarios (315)	$ 2.362.500,00	$ 448.875,00	$ 2.811.375,00
Adecuación espacio	$ 98.000,00	$ 18.620,00	$ 116.620,00
Internet	$ 65.000,00	$ 12.350,00	$ 77.350,00
Costo total			**$ 6.914.495,00**

Fuente: Elaboración propia.

El costo del primer mes seria de $6.914.495 pesos, ya que se deben contar con dos dispositivos, uno exclusivo para la entrada de personal y otro para la salida.

6.4. Retorno de la inversión de la propuesta de mejora

En la siguiente tabla se presenta el costo de la demora en el cambio de turno empleado el dispositivo de registro biométrico.

Tabla 6. Costo demora de cambio de turno con sistema biométrico.

Colaboradores por turno	Tiempo en segundos	Total tiempo en minutos	Precio por hora	Total pérdida diaria por turno	Total pérdida registro de entrada y salida	Tres cambios de turno por día
105	10	17,5	$ 10.146,88	$177.570,31	$355.140,63	$1.065.421,88

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla anterior, se pasa de perder 52:30 minutos a perder 17:30 minutos con el sistema biométrico, al día, contando los 3 turnos la pérdida pasa a ser de $ 3.196.265,63 a $ 1.065.421,88, reduciendo en un 66% este.

Por mes, se pasa de perder $ 63.925.312,50 a perder únicamente $ 21.308.437,50 por este proceso, la inversión se recuperaría en el primer mes.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el primer resultado se concluye que la empresa Estibadores Nacionales LTDA presenta una pérdida significativa de eficiencia operativa como consecuencia directa de la demora en el cambio de turno de sus colaboradores. Esta situación, lejos de ser un problema menor, representa una constante afectación al rendimiento general de la empresa, pues retrasa el inicio puntual de las actividades programadas, desordena la asignación de tareas y genera tiempos muertos que no aportan ningún valor a los procesos logísticos de cargue y descargue. Según los resultados obtenidos en el análisis económico (p. 67), se estima que el costo mensual derivado de estas demoras asciende a $6.198.000, lo que equivale a un impacto económico significativo si se considera que este valor no se traduce en productividad ni mejora de servicio.

Este gasto oculto, que se repite mes a mes, se relaciona directamente con las aglomeraciones y la desorganización generadas por el sistema manual de registro de entrada y salida, el cual requiere que más de 300 empleados marquen su asistencia mediante fichas físicas, lo que provoca congestión en los puntos de acceso, pérdida de tiempo efectivo y errores de marcación que afectan la equidad en la distribución del trabajo. Además, estas condiciones generan un ambiente laboral propenso a la frustración y al conflicto, al no existir un mecanismo justo ni transparente que regule el orden de llegada y asignación de tareas.

El análisis realizado permite concluir que esta pérdida económica y organizacional podría ser corregida de manera drástica mediante la implementación de un sistema biométrico de control de asistencia, el cual, al permitir una identificación rápida, segura y

automática de cada trabajador, eliminaría la necesidad de fichas físicas, reduciría los tiempos de espera y garantizaría un registro confiable. De esta manera, se lograría un ahorro inmediato en costos operativos, se aumentaría la eficiencia del flujo de personal al inicio de la jornada y se mejorarían significativamente las condiciones laborales, constituyéndose así en una oportunidad clara y tangible de mejora financiera, organizacional y productiva para la empresa.

Para el segundo resultado, la implementación del sistema biométrico en Estibadores Nacionales LTDA es completamente viable, tanto desde el punto de vista tecnológico como operativo, y representa una solución moderna y eficaz frente a los desafíos actuales del control manual de asistencia. De acuerdo con lo expuesto en las páginas 68 a 70 del documento, se identifican como requerimientos tecnológicos esenciales el uso de sensores biométricos tipo huella dactilar, una base de datos centralizada, servidores que aseguren el almacenamiento y procesamiento adecuado de la información, así como una conexión de red estable que garantice la sincronización continua entre los dispositivos de captura y el sistema administrativo de la empresa. Estos elementos, hoy en día ampliamente disponibles en el mercado, no solo presentan un bajo costo relativo frente a los beneficios que ofrecen, sino que también permiten una implementación escalonada y ajustada a las necesidades específicas de la organización.

Desde el punto de vista operativo, el sistema requiere únicamente de una capacitación básica al personal para su uso correcto, enfocada principalmente en el registro de huellas, el reconocimiento de accesos y la validación de la marcación. Además, se contempla la reorganización mínima de los puntos de acceso en la planta para asegurar un flujo ordenado de trabajadores durante los momentos de entrada y salida. Estas

adaptaciones son perfectamente compatibles con la infraestructura actual de la empresa y no representan una alteración mayor en sus procesos.

La introducción del sistema biométrico no solo permitiría un control de asistencia en tiempo real, sino que también impactaría de manera positiva en la equidad de las operaciones internas. Al registrar automáticamente la hora exacta de ingreso, se eliminarían las disputas por el orden de llegada, y se facilitaría una asignación más justa y basada en méritos o criterios objetivos, lo que fomenta un entorno laboral más equitativo y eficiente. Asimismo, este sistema aliviaría de manera considerable la carga del personal administrativo, que actualmente debe dedicar tiempo valioso a la revisión manual de fichas, reduciendo errores humanos, fraudes y reprocesos. En consecuencia, el uso de esta tecnología no solo representa un avance técnico, sino también una herramienta estratégica para el fortalecimiento organizacional y el mejoramiento continuo de los procesos logísticos y de talento humano.

Para el ultimo objetivo, la propuesta de implementación del sistema de marcación biométrica en Estibadores Nacionales LTDA no solo es viable, sino que también resulta altamente rentable desde una perspectiva financiera. De acuerdo con los datos presentados en la página 73 del documento, el costo de inversión inicial del sistema asciende a $6.170.000, lo cual incluye la adquisición de dispositivos biométricos, instalación, configuración del software, y el entrenamiento básico del personal operativo y administrativo. Esta cifra, si bien representa un gasto inicial, debe evaluarse en función del ahorro mensual estimado que se lograría al eliminar las demoras asociadas al sistema manual de registro, las cuales, actualmente, generan un costo de $6.198.000 cada mes para la empresa.

Lo anterior significa que el retorno de la inversión (ROI) se alcanzaría en tan solo el primer mes de operación del sistema, lo que convierte esta propuesta en una estrategia de recuperación inmediata. Pocas inversiones tecnológicas ofrecen un beneficio tan claro y directo en un plazo tan corto. Este hecho refuerza la conveniencia de la solución propuesta, ya que no solo mejora los procesos internos, sino que lo hace de manera eficiente en términos financieros, liberando recursos que podrían ser redirigidos a otras áreas de valor estratégico dentro de la organización.

A largo plazo, la implementación del sistema de marcación biométrica no solo permitiría mantener los niveles de eficiencia alcanzados desde su puesta en marcha, sino que también ofrecería beneficios sostenidos en términos de productividad general, control de tiempos, cumplimiento de metas semanales y reducción de costos administrativos. Además, al contar con datos precisos y en tiempo real, la empresa podría tomar decisiones operativas con mayor agilidad, anticipar desviaciones y fortalecer su capacidad de planificación.

Este nivel de control y eficiencia tendría un impacto directo en la relación con el cliente principal de la empresa, Colombina S.A., al garantizar el cumplimiento riguroso de los despachos y tiempos de cargue exigidos. La mejora en los indicadores de desempeño permitiría consolidar la reputación de Estibadores Nacionales LTDA como un aliado logístico confiable, lo que a su vez podría traducirse en una mayor estabilidad contractual y oportunidades de expansión. En suma, la propuesta de mejora no solo resuelve un problema operativo inmediato, sino que también se posiciona como una inversión estratégica que impulsa la competitividad y sostenibilidad a mediano y largo plazo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa Estibadores Nacionales LTDA tomar medidas inmediatas para reducir el impacto económico generado por la ineficiencia del sistema manual de registro de asistencia. Los resultados demuestran que esta demora representa una pérdida mensual de $6.198.000, lo cual podría evitarse con una intervención tecnológica. Se sugiere establecer un protocolo de transición temporal para mitigar los tiempos muertos mientras se implementa el sistema biométrico, incluyendo una redistribución ordenada de horarios de ingreso por bloques o grupos, de forma que se eviten aglomeraciones y se comience a reducir el impacto negativo en la productividad general.

Se recomienda realizar una adquisición estratégica y escalonada del hardware necesario (lectores biométricos, base de datos, servidores y puntos de red), priorizando las zonas de mayor tránsito de personal. Es clave realizar una evaluación técnica previa para definir los puntos de instalación óptimos y garantizar una cobertura efectiva del sistema. Además, se sugiere implementar un plan de formación básico dirigido al personal administrativo y operativo, enfocado en el uso del sistema biométrico y en la comprensión de sus beneficios, para facilitar su adopción y minimizar la resistencia al cambio. La empresa debe considerar también establecer un sistema de soporte técnico interno o tercerizado para asegurar el funcionamiento continuo del sistema.

Dado que la inversión de $6.170.000 puede recuperarse en el primer mes de funcionamiento gracias a los ahorros generados, se recomienda aprobar e implementar el sistema de manera inmediata. Además, se aconseja realizar un seguimiento mensual durante los tres primeros meses posteriores a su implementación, para medir con precisión el impacto en los tiempos de entrada, productividad, reducción de errores

administrativos y cumplimiento de metas operativas. A largo plazo, se sugiere integrar el sistema biométrico con otros módulos de gestión del talento humano, como evaluaciones de desempeño, nómina y control de turnos, para optimizar su funcionalidad y aumentar el retorno sobre la inversión.

Se recomienda comunicar de forma clara y oportuna a todos los colaboradores los beneficios de la implementación del sistema biométrico, no solo desde el punto de vista del control, sino también como una herramienta para la equidad en la asignación de tareas, el fortalecimiento del trabajo en equipo y la mejora del ambiente laboral. Esta estrategia contribuirá a una transición más fluida y a una mayor apropiación del cambio organizacional.

A la empresa Estibadores Nacionales LTDA se le recomienda analizar la propuesta expuesta en la presente investigación con el objetivo de reducir sus pérdidas por concepto de salarios del área operativa, ya que 52:30 minutos representan el cargue de al menos 5 camiones.

A los estudiantes del programa de Administración de Empresas se les recomienda proponer a las organizaciones de la región soluciones tecnológicas para la mejora de sus procesos y la reducción de costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía Municipal de Zarzal. (2017). *Nuestromunicipio*. Obtenido de https://www.zarzal-valle.gov.co/municipio/nuestro-municipio

Alcaldía Municipal de Zarzal. (2024). *PLAN DE DESARROLLO ZARZAL 2024-2027 MUNICIPIO DE ZARZAL - RESEÑA HISTORICA* . Obtenido de https://zarzalvalledelcauca.micolombiadigital.gov.co/sites/zarzalvalledelcauca/content/files/001285/64223_62093_documentodelplandedesarrollo.pdf

Andrade, A., Del Rio, C., y Alvear, D. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Revista de Información Tecnológica Vol. 30(3)* , 83-94.

Aza, S., y Rodriguez, J. (2020). *Sistema de control biometrico de asistencia docente.* Obtenido de https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/d8d91e7f-7f19-44e0-9df8-5d5070a32e5f/content

Barrero, J. (2017). *Geografía física de Colombia.* Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina. ISBN: 978-958-5459-57-1.

Barrios, E., y Villadiego, G. (2020). *SISTEMA PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PERSONAL CON TECNOLOGÍA BIOMÉTRICA PARA EL ALMACÉN MINI PRECIOS DE SAHAGÚN - CÓRDOBA.* Obtenido de https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/a8c4cffd-c2a5-43bd-a9e5-24136eda2784/content

Bello, D., Murrieta, F., y Cortes, C. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Revista Ciencia Administrativa Vol. 1. ISSN: 1870-9427*, 1-9.

Bernal, C. (2020). *Metodologia de investigación.*

Bogdán, T. (1984). *Metodología de investigación, articulos cualitativos.*

Cáceres, J. (2021). *SISTEMA DE CONTROL DE MARCAJES PARA LOS EMPLEADOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA .* Obtenido de http://www.repositorio.usac.edu.gt/16312/1/Jhosef%20Omar%20Emanuel%20C%C3%A1ceres%20Aguilar.pdf

Cañar, M. (2020). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIAS PARA MEJORAS DEL PROCESO DE CONTROL, GESTIÓN Y APROBACIÓN DE LA REMUNERACIÓN POR HORAS SUPLEMENTARIAS Y EXTRAORDINARIAS EN UNA EMPRESA DE SUPERMERCADOS DE CARNES UTILIZANDO METODOLOGÍA BPM.* Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/50406/1/D-109634-Ca%c3%b1ar.pdf

Cárcamo, U. (2003). Los fundamentos matemáticos: teoría de las finanzas. *Revista Universidad de Medellín*, 1-20.

Cardona, D., González, J., Rivera, M., y Romero, J. (2012). Aplicación de colas de Poisson en procesos de ‘toma de decisiones’ en la gestión de servicios médicos. *Editorial Universidad del Rosario. No. 138, ISSN: 0124-8219*, 1-48.

Cardona, P., y Wilkinson., H. (2006). *Trabajo en Equipo.* España: IESE Business School - Universidad de Navarra.

Cartier, E., y Osorio, O. (2016). *Teoría general del Costo - Un marco necesario.* Obtenido de https://www.scielo.br/j/rcf/a/cFbM5tD3N4YKgMqrpdVy8wy/?lang=es

Celis, M., y Castañeda, F. (2020). Identificación Biométrica en empresas de Bogotá Beneficios y riesgos. *REVISTA TIA Tecnología, Investigación y Academia -Red Avanzada – RITA*, ISSN: 2344-8288, 8 (2), pp.74-89.

Conde, L., y Ramos, M. (2020). *SISTEMA DE INFORMACIÓN, ASISTENCIA Y CONTROL AL SEGUIMIENTO ACADEMICO A DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA SEDE LORICA MEDIANTE EL RECONOCIMIENTO DACTILAR.* Obtenido de https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/3858410c-ad13-4d52-9f0b-ecc3da05579a/content

Contreras, M. (2021). *TEORÍA DE COLAS.* Obtenido de https://crea.ujaen.es/jspui/bitstream/10953.1/15999/1/MARACONTRERASGARCA_TFG.pdf

DANE. (2018). *Censo poblacional 2018*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos

DANE. (2023). *Información sobre el departamento del Valle del Cauca*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/pres-ValledelCauca-18jul2023.pdf

De la Fuente, S. (s.f). *Teoría de Colas.* Obtenido de https://www.estadistica.net/INVESTIGACION/TEORIA-COLAS.pdf

Deloitte. (2024). *Perspectivas Económicas de Colombia*. Obtenido de https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/co/Documents/finance/IT_Perspectivas-economicas-de-Colombia.pdf

Diaz, W., y Muñoz, V. (2023). *Sistema de control biométrico para la gestión de accesos de empleados de un Hospital Moyobamba, 2023 .* Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/135297/Diaz_BW-Mu%c3%b1oz_AV-SD.pdf?sequence=1yisAllowed=y

Diego, L. (2018-2021). *Empresas estivadores.* Obtenido de https://es.slideshare.net/Fede1963/empresas-estibadoras-luis-diego

Escandón, J., y Coronel, R. (2020). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MARCACIÓN CON CONTROL DACTILAR UTILIZANDO HARDWARE DE BAJO COSTO Y VISUALIZADO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN WEB.* Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19025/5/UPS-GT002964.pdf

Español, L. (2011). *COMPETENCIA DE TRABAJO EN EQUIPO: DEFINICIÓN Y CATEGORIZACIÓN.* París, Georgina: LA Español.

Forero, M. (2021). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO EN UNA EMPRESA.* Obtenido de http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/6080/1/Forero_2021_TG.pdf

Función Pública. (2012). *Ley 1581 de 2012*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981

Gavilánez, R. (2022). *SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN DE ASISTENCIA Y CONTROL DE TEMPERATURA CON RECONOCIMIENTO FACIAL DE LOS EMPLEADOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO EEASA.* Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34845/1/t1969si.pdf

Gloria, y Villasmil, Y. (2008). La percepción, la atención y la memoria como procesos cognitivos. *Revista de artes y humanidades unica*, 8.

Gobernación del Valle del Cauca. (2018). *Actividades Económicas del Valle del Cauca*. Obtenido de https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/60165/actividades-economicas-del-valle-del-cauca/

Gomez, D. (2019). *MONTAJE DE TERMINAL MULTI-BIOMETRICO PARA CONTROL DE ASISTENCIA Y HORAS DE LLEGADA/SALIDA DE LOS FUNCIONARIOS EN LAS DISTINTAS DEPENDENCIAS DE LA ALCALDÍA DISTRITAL DE SANTA MARTA.* Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/270124431.pdf

Ibarra, A. (2019). *DISEÑO PARA CONTROL DE INGRESO PERSONAL SEDE NACIONAL DE CLÍNICA MEDILASER SA.* Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/0bc6a54d-6ff5-411e-8782-e8b95c641de3/content

INFORMA Directorio de empresas. (2023). *Directorio de empresas dedicadas a Transporte y Almacenamiento en Zarzal* . Obtenido de https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/actividad/H_TRANSPORTE-Y-ALMACENAMIENTO/localidad_zarzal

Lajas, S., Pinzón, L., y Urbano, J. (2016). *Análisis del Sector Logística en el Valle del Cauca* . Obtenido de https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2ylTipo=viewpdfyid=28730

Logistica, R. Z. (2021). *Zona logistica: Conocimiento de expertos.* Obtenido de www.zonalogistica.com

Meneses, N. (2014). *Análisis crítico sobre teoría y gestión financiera.* Obtenido de http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/9289/Análisis%20crítico%20sobre%20teoría%20y%20gestión%20financiera.pdf?sequence=1yisAllowed=y

Ministerio de Transporte. (2013). *Control de transporte interno de mercancia en Colombia*. Obtenido de https://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/reglamento/Entidades.htm

Pacios, A. R. (2013). Trabajo en equipo y liderazgo en un entorno de aprendizaje. *Revista de universidad y sociedad del conocimiento*, 1-8.

Portillo-Torres, M. C. (2017). Educación por habilidades: Perspectivas y retos para el sistema educativo. *Revista Educación*, 2-3.

Rey, C. (2023). *SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA EMPRESARIAL CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL POR RECONOCIMIENTO FACIAL Y ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS.* Obtenido de https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/25742/Articulo%20Christiam%20Fernando%20Rey%20Anaya.pdf?sequence=1yisAllowed=y

Rojas, A. (2020). *"PROPUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACCESO BIOMÉTRICO PARA LAS INSTALACIONES DE ORANGE BUSINESS.* Obtenido de https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30067/2020aileenrojas.pdf?sequence=1yisAllowed=y

Sampieri, R. H., Fernández Collado, y Batista, L. (2014). *Metodología de la investigación.* (C. F. Collado, Ed.) Sexta Edición.

Sánchez, J. (2020). *BIOMETRÍA Y LA SEGURIDAD INFORMÁTICA EN LOS MÉTODOS DE AUTENTICACIÓN.* Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/39060/jjsanchezg.pdf?sequence=3yisAllowed=y

Toro, L. Y. (2015). *La importancia del Trabajo en Equipo en las Organizaciones actuales.* Bogota: Universidad militar Nueva Granada.

UES Valle. (2016). *Valle del Cauca*. Obtenido de https://www.uesvalle.gov.co/publicaciones/237/valle-del-cauca/

Varela, Y. A. (2021). *Sistema de Gestión en salud.*

Villón, J. (2023). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MULTIPLATAFORMA BIOMÉTRICO PARA REGISTRO ASISTENCIAS CON GEOLOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL.* Obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10301/1/UPSE-TTI-2023-0051.pdf

Yardín, A. (2002). *Una revisión a la teoría general del costo.* Obtenido de https://www.scielo.br/j/rcf/a/cFbM5tD3N4YKgMqrpdVy8wy/?lang=es

Agencia Española de Protección de Datos (AEPD). (2023). *Guía sobre tratamientos de control de presencia mediante sistemas biométricos*. https://www.aepd.es/guias/guia-control-presencia-biometrico.pdfProtection Report+2Agencia Española de Protección de Datos+2Agencia Española de Protección de Datos+2

Barrios, J., y Villadiego, M. (2020). Biometría hoy: cómo está transformando la identificación personal. *Columna Cero*. https://columnacero.com/tecnologia/134137/biometria-la-revolucion-en-la-seguridad-y-la-identificacion/columnacero.com

Cáceres, M. (2021). ¿Es viable el uso de datos biométricos para el control de asistencia laboral? *El Comercio*. https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/viable-datos-biometricos-control-asistencia-laboral.htmlEl Comercio

Celis, A., y Castellanos, L. (2020). Conciliación trabajo-familia, buenas prácticas laborales, compromiso organizacional, autoeficacia y creencias organizacionales: influencia en los trabajadores de centro de salud. *Revista Perspectivas*, (45). https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=s1994-37332020000100005yscript=sci_arttext SciELO Uruguay+2SciELO Bolivia+2SciELO México+2

Contreras, J. (2021). Teoría de colas y líneas de espera, un reto empresarial en el sector turístico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1). https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/933Ciencia Latina

Díaz, L., y Muñoz, P. (2023). Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema biométrico en el control de asistencia laboral. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 15(2), 30-40.

Escandón, E., y Coronel, F. (2020). La biometría como herramienta para la gestión equitativa de tareas en entornos laborales. *Revista de Innovación y Tecnología*, 8(3), 25-35.

Forero Laverde, M. A. (2021). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la eficiencia del servicio en una empresa* [Trabajo de grado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Institucional Universidad de Pamplona. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/6080 repositoriodspace.unipamplona.edu.co+1repositoriodspace.unipamplona.edu.co+1

Gavilánez, R. (2022). Revisión de fichas físicas: errores y pérdida de tiempo en la gestión administrativa. *Revista de Administración y Negocios*, 10(1), 45-55.

González, S (2025). Implementación de sistemas biométricos para el control de asistencia en empresas logísticas. *Revista Colombiana de Ingeniería*, 20(1), 10-20.

Rey, A. (2023). Reflexionando sobre la teoría del caos y la estrategia organizacional. *Humanet Corp*. https://humanetcorp.com/reflexionando-sobre-la-teoria-del-caos-y-la-estrategia-organizacional/humanetcorp.com

Sánchez, P. (2020). Manipulación del registro de entrada y salida mediante métodos manuales: riesgos y soluciones. *Revista de Recursos Humanos*, 12(4), 20-30.

Villón, C. (2023). Control manual y su impacto en la motivación y desempeño laboral. *Revista de Psicología Organizacional*, 9(2), 50-60.

ANEXOS

Anexo A. Ficha de ingreso y salida de personal

ESNAL

NO	CÉDULA	APELLIDOS	2 APELLIDO	NOMBRE	2 NOMBRE	FECHA:			
						Hora Ingreso	Firma		Firma

Anexo B. Formato entrevista

1) ¿Cuál es el procedimiento actual para el registro de entrada y salida de los colaboradores?
2) ¿Quiénes son los responsables de supervisar y controlar el proceso de registro manual?
3) ¿Cuánto tiempo, en promedio, tarda un colaborador en registrar su asistencia?
4) ¿Cuáles son los principales inconvenientes que se presentan en el proceso de marcación manual?
5) ¿Cómo se verifica la autenticidad de los registros y qué mecanismos existen para evitar fraudes?
6) ¿Cómo se almacenan, gestionan y consultan los datos de asistencia registrados manualmente?
7) ¿Con qué frecuencia se presentan errores en el registro de asistencia y cómo se corrigen?
8) ¿Qué impacto tiene el proceso manual en la asignación de tareas y el inicio de la jornada laboral?
9) ¿Cuántos recursos humanos y administrativos se requieren para gestionar el proceso de registro manual?
10) ¿Se han evaluado alternativas tecnológicas para mejorar el sistema de registro de asistencia?

Anexo C. Observación no participante

