

Desarrollo de un aplicativo móvil para mejorar la gestión de riesgos laborales en una Agroindustria

Development of a mobile application to improve occupational risk management in an Agribusiness

Yesenia Estefanía Aldave Mora^{1*} ; Luis Andrés Alvarado Loyola² 

¹ Camposol S.A. Avenida El Derby 250. Urb. El Derby de Monterrico, Santiago de Surco, Lima – Perú.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

laalvarado@unitru.edu.pe

*Autor correspondiente: yealdavemo@unitru.edu.pe (Y. Aldave)

DOI: [10.17268/scien.inge.2026.01.02](https://doi.org/10.17268/scien.inge.2026.01.02)

RESUMEN

La presente indagación tuvo como finalidad el diseño y consumación de una interfaz operativa móvil con la plataforma Android Studio para optimizar los procesos de verificación preventiva de condiciones laborales y perfeccionar la cobertura del esquema integral de gestión preventiva. Inicialmente, se efectuó la caracterización integral del proceso productivo del arándano fresco, identificando riesgos en cada fase mediante una matriz IPERC estructurada en un formato 6x6. Posteriormente, se determinó el tamaño muestral requerido y se administró un instrumento de encuesta a 255 trabajadores, cuyos resultados permitieron precisar los requerimientos funcionales del sistema. Sobre esa base, se desarrolló el aplicativo, compuesto por siete módulos: área, responsable, hallazgo, acción correctiva, tipología del hallazgo (acto inseguro o condición riesgosa), fecha y evidencia fotográfica. La instauración de esta herramienta tecnológica generó mejoras sustanciales: los hallazgos pasaron de 429 en 2023 a 780 en 2024 (incremento del 83%), mientras que los cierres aumentaron un 40%. Asimismo, se constató una reducción del 68,42% en la frecuencia de accidentes y del 29% en la severidad. Finalmente, mediante la modelización probabilística de Poisson se verificó que el parámetro λ descendió de 2,08 a 0,50, corroborando la eficacia de la innovación en la mitigación de la siniestralidad laboral.

Palabras clave: Interfaz operativa móvil; verificación preventiva de condiciones laborales; Esquema integral de gestión preventiva; índice de severidad; siniestralidad laboral.

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to design and enforce a mobile operating interface with the Android Studio platform to optimize preventive verification processes for working conditions and improve the coverage of the comprehensive preventive management scheme. Firstly, the fresh blueberry production process was thoroughly characterised, with risks identified in each phase using a 6x6 IPERC matrix. The required sample size was then determined, after which a survey was administered to 255 workers. The results made it possible to specify the system's functional requirements. Based on these results, the application was developed. It consists of seven modules: area; person responsible; finding; corrective action; type of finding (unsafe act or hazardous condition); date; and photographic evidence. Implementing this technological tool generated substantial improvements: findings increased from 429 in 2023 to 780 in 2024 (an 83% increase), while closures increased by 40%. Similarly, there was a 68,42% reduction in accident frequency and a 29% reduction in severity. Finally, Poisson's probabilistic modelling verified that the λ parameter decreased from 2,08 to 0,50, corroborating the innovation's effectiveness in mitigating workplace accidents.

Key words: Mobile operating interface; Safety inspection; preventive management scheme; severity index; workplace accident rate.

1. INTRODUCCIÓN

El Organismo Internacional del Trabajo (OIT) proyecta que, de manera anual, se suscitan aproximadamente 317 millones de contingencias ocupacionales a escala planetaria, de las cuales se derivan cerca de 2,34 millones de decesos vinculados a la actividad laboral. En América latina, persisten importantes retos en cuanto a la salud



y seguridad en el trabajo. Las estimaciones disponibles indican que la tasa de mortalidad laboral es de 11,1 por cada 100 000 trabajadores en el sector industrial; 10,7 en el agrícola y 6,9 en el de servicios. Entre los espacios económicos con mayor propensión a la siniestralidad se destacan la explotación minera, la edificación e infraestructura, las labores agrícolas y la actividad pesquera, todos ellos considerados nodos críticos de vulnerabilidad en materia de gestión preventiva en el entorno laboral. (OIT, 2023). El esparcimiento de la economía de plataformas, inducida por la Industria 4.0, forja beneficios indiscutibles en terminologías de eficiencia, costos y sostenibilidad ambiental; sin embargo, aun florecen dudas en la población sobre su manejo y desarrollo dentro de los entornos laborales (Ispizua, 2020). En el Perú, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo reportó 14 253 accidentes laborales hasta mayo de 2023, un 4 % más que en el mismo periodo de 2022 (Painura, 2023). Frente a este panorama, la Ley N.º 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo y su reglamento buscan instaurar una cultura preventiva, estableciendo deberes de prevención para los empleadores, fiscalización local y aportación activa de recursos humanos y sindicatos. Incluso, uno de sus principios es la “primacía de la realidad”, que resalta la necesidad de realizar inspecciones para identificar condiciones de riesgo en los centros de trabajo y garantizar el bienestar de los colaboradores (El Peruano, 2021).

Hoy en día se da mucha importancia al uso creciente de dispositivos audiovisuales y tecnologías como herramientas prácticas en la gestión y organización de las empresas para prevenir y reducir riesgos laborales. Tales ingenios audiovisuales aplicados a la gestión del sistema corporativo de seguridad y salud en el ámbito laboral vislumbran desde plataformas web hasta entornos aplicativos portátiles desarrolladas en sistemas Android y programas informáticos materializados en equipos de cómputo, los cuales han patentizado una multiplicidad de ventajas determinantes en la optimización de los procedimientos corporativos. Entre los beneficios derivados de su implementación se destacan la potenciación y agilización de las infraestructuras tecnológicas, la instauración de una trazabilidad íntegra y certera de los flujos operativos, la disminución en el desperdicio de material físico al suplir mecanismos manuales por procedimientos digitalizados coadyuvando a la preservación medioambiental, así como la ocurrencia de realizar análisis probabilísticos, mediciones correctivas y valoraciones de indicadores de desempeño en tiempo existente. (Moreno, 2018)

En las organizaciones se ejecutan verificaciones inopinadas de frecuencia diaria y auditorías planificadas de carácter mensual, cuyos resultados tienden a atrasarse debido a problemas para verificar correctamente las evidencias, vacíos en la consignación de datos esenciales y constantes requerimientos de validación directa al personal operativo. Estas deficiencias generan aplazamientos operativos, incumplimiento de plazos y retraso en la aplicación de medidas de control. Como consecuencia, aumentan los incidentes y accidentes, ya que el inspector invierte demasiado tiempo en tareas administrativas en lugar de supervisar otras áreas. A nivel institucional, el área de SSOMA tampoco logra cumplir con el programa de estrategia organizacional de protección laboral, al no completar las inspecciones previstas. Ante esta problemática se plantea implementar un aplicativo móvil que digitalice el proceso de inspección, registrando automáticamente fotos y datos clave como fecha, hora, ubicación, responsables y medidas correctivas. El sistema enviaría notificaciones inmediatas a los responsables de área, agilizando la subsanación de riesgos. Asimismo, los informes se generarían en formato digital, reduciendo tiempos y garantizando trazabilidad, acceso seguro y preservación de la información. Con ello se optimizaría la eficiencia institucional y se consolidaría una cultura preventiva alineada al sistema preventivo de bienestar laboral.

Según lo detallado en la presente investigación, los resultados confirman que usar aplicaciones móviles es una herramienta innovadora que ayuda a fortalecer el sistema de prevención y salud ocupacional. Las indagaciones recientes coinciden en que usar tecnologías informáticas, telemáticas y aplicaciones móviles en salud y seguridad ocupacional mejora la identificación de riesgos, permite un seguimiento preciso en tiempo real y facilita tomar decisiones basadas en evidencia. (Ortiz & Bueno, 2024). Los casos analizados muestran efectos positivos, los cuales los vemos detallados en los siguientes ejemplos: mejoras ergonómicas y la viabilidad económica de los proyectos inmobiliarios (Otero, 2024); reducciones importantes de incidentes y accidentes gracias al uso de plataformas de capacitación, actualizaciones normativas y monitoreo continuo en las PYMES textiles (Romo & Ramos, 2024); y la sistematización del gestionamiento documental y operativo a través de arquitecturas híbridas web-móvil (Arias, 2023), complementadas con la validación empírica de su factibilidad económica y sustentabilidad (Ramírez & Barbosa, 2022) (Chávez, 2022). En áreas de alta vulnerabilidad, las intervenciones tecnológicas han fortalecido las medidas preventivas y de asistencia, como la integración de bots de primeros auxilios y sensores de radiación solar en obras gestionadas con metodologías ágiles (Cuenca & Puma, 2023); aplicaciones orientadas a la mitigación de contingencias eléctricas y de altura en el sector energético, robusteciendo la conciencia de autocuidado y la toma de decisiones (Ochoa, 2022); y herramientas basadas en la matriz IPERC para operaciones mineras, que facilitan la identificación precisa de escenarios de riesgo (Prado, 2018) Conocimientos de corte empírico y estadístico (Esteba, 2021) (Mazzotti & Sarmiento, 2021) (Másmela y otros, 2021) (Moya y otros, 2019) (Loro, 2019) (Castillo y otros, 2019) enfatizan teorías

de que la digitalización, articulada con marcos normativos como el SG-SST y la OHSAS 18001, decremente de manera estadísticamente significativa la frecuencia y severidad de siniestros, a la par que propicia culturas preventivas sostenidas en la sinergia multifactorial. (Martin S. N., 2019)

En virtud de los argumentos previamente enunciados, se articuló la siguiente pregunta de la presente indagación: ¿En qué medida el desarrollo de un software móvil influye en la gestión de riesgos laborales de las agroindustrias? Siendo la finalidad central del artículo el diseño y elaboración de un sistema aplicativo móvil basado en Android Studio, con la intención de potenciar la gestión preventiva y el control de contingencias laborales dentro de las agroindustrias.

La investigación se justifica por aportar criterios esenciales sobre la tipología y finalidad de las inspecciones en seguridad laboral. El aplicativo propuesto facilitará que no solo supervisores, sino también trabajadores, reporten riesgos, fortaleciendo la función del área de SSOMA. Asimismo, permitirá digitalizar procesos, aminorando el uso de papel y optimizando la trazabilidad de los informes. Aunque se requiere una inversión inicial, esta se indemniza en el corto plazo mediante la disminución de siniestros y costos asociados. En conjunto, la propuesta asiste a una gestión preventiva más eficiente, sostenible y alineada con la normativa vigente.

2. METODOLOGÍA

La investigación tuvo como propósito diseñar e implementar un aplicativo móvil basado en Android Studio para mejorar los procesos de identificación, gestión y reducción de riesgos ocupacionales en el sector agroindustrial. El procedimiento metodológico abarcó: un diagnóstico inicial del proceso, el diseño funcional del aplicativo de acuerdo con las necesidades operativas del entorno laboral, y su implementación en campo para evaluar su desempeño y utilidad práctica.

El estudio se precisó como una investigación aplicada y empleó un diseño preexperimental del tipo pre-post test sin grupo de control. Este diseño fue preferido porque consiente valorar la viabilidad y los efectos iniciales de un prototipo tecnológico en una situación real, cotejando los resultados antes y después de la intervención dentro de una misma población. Si bien este enfoque facilita visualizar cambios relacionados a la implementación del aplicativo, se reconoce que, al no contar con un grupo comparativo, la capacidad de adjudicar causalidad directa a la intervención es limitada, por lo que los hallazgos deben interpretarse como evidencia inicial que orienta futuras investigaciones con diseños más firmes.

La efectividad del aplicativo se determinó mediante indicadores relacionados con el grado de cumplimiento del programa de inspecciones, los reportes de actos y condiciones inseguras y los índices de siniestralidad antes y después de la intervención. Para esta intención, la implementación del software se concretó como variable independiente y la gestión de la seguridad y salud ocupacional como variable dependiente.

La recolección de datos primarios se realizó mediante encuestas estructuradas realizadas al personal operativo. El instrumento fue puesto a revalidación de contenido por expertos y subsiguientemente ajustado mediante una prueba piloto que permitió verificar su claridad, coherencia y pertinencia. Estas técnicas se complementaron con entrevistas semiestructuradas y observación directa. Asimismo, se revisaron documentos institucionales como listas de verificación, reportes de incidentes y registros de siniestralidad, los cuales valieron para precisar los requisitos informacionales del aplicativo.

El diseño del sistema digital se desarrolló mediante un modelo centrado en el usuario, lo que implicó la elaboración de prototipos, la realización de pruebas de usabilidad y la construcción de una interfaz intuitiva y adecuada a las necesidades de los trabajadores. Durante el desarrollo se integraron bases de datos relacionales y servicios backend escalables que permitieron garantizar la operatividad del sistema.

Finalmente, se efectuó un análisis comparativo entre los indicadores pre y post implementación, con el fin de determinar el impacto del aplicativo en la reducción de riesgos y en la mejora de los procesos preventivos. Los resultados obtenidos evidenciaron su conveniencia como herramienta de apoyo en la gestión de la seguridad en el sector agroindustrial.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos contribuyeron al cumplimiento de los objetivos establecidos en la investigación. A continuación, se procederá a validar la hipótesis inicial mediante la aplicación de técnicas de estadística aplicada, siguiendo un enfoque epistemológico de carácter cuantitativo.

3.1. En cuanto al diagnóstico inicial del proceso

En línea con el objetivo inicial, se realizó un diagnóstico completo orientado a identificar, describir y evaluar las actividades dentro de las operaciones de la empresa. Este análisis permitió determinar que el proceso central de riesgo se encuentra en la línea de producción de arándano fresco, donde la combinación de factores ergonómicos, mecánicos y ambientales genera un alto nivel de exposición para los trabajadores.

Posteriormente, se realizó el análisis de los peligros presentes en este proceso productivo mediante la matriz IPERC base 6×6, la cual permitió evaluar de forma sistemática la probabilidad y las consecuencias de posibles incidentes. Esta herramienta facilitó la clasificación de los riesgos y ayudó a establecer prioridades para las acciones de mitigación y las intervenciones correctivas según su nivel de gravedad y frecuencia.

Los resultados obtenidos mostraron una mayor presencia de riesgos ergonómicos y biomecánicos en las etapas de cosecha, manipulación y empaque, lo que generó una alta exposición para el personal. Frente a ello, la aplicación del modelo IPERC permitió establecer un sistema de control más eficiente, orientado a reducir de manera progresiva los índices de accidentes y a fortalecer la cultura de prevención dentro de la organización.

En la discusión de este resultado, se observa que los resultados del diagnóstico inicial muestran una tendencia similar a la observada en el estudio aplicado por Prado (2018), donde la digitalización del registro de actos y condiciones subestándares se relacionó significativamente con la reducción de riesgos laborales. Aunque en la minería los riesgos predominantes fueron de tipo conductual y, en el presente estudio, los peligros más relevantes fueron ergonómicos y biomecánicos en las etapas de cosecha, manipulación y empaque, ambos casos evidencian que el uso de herramientas sistemáticas mejora la visibilidad de los puntos críticos y la calidad del análisis. De forma comparable al aplicativo minero, la aplicación del modelo IPERC 6×6 permitió jerarquizar los riesgos y orientar acciones correctivas más precisas, contribuyendo al fortalecimiento de la cultura preventiva. En conjunto, la comparación confirma que tanto los sistemas digitales como las metodologías estructuradas incrementan la eficacia del diagnóstico de riesgos y respaldan la necesidad de su integración en sectores con alta exposición laboral.

3.2. En cuanto al diseño del aplicativo móvil en base a la gestión de riesgos laborales

Para la materialización del segundo objetivo, se llevó a cabo el levantamiento de requerimientos funcionales y operativos, englobando tanto al personal del área de seguridad y salud en el trabajo como a las unidades operativas correlacionadas, con la asistencia técnica del departamento de infraestructura informática. Dicha fase contempló la recolección sistemática de datos primarios mediante encuestas estructuradas dirigidas al personal de la organización, cuyo propósito fue decretar la modalidad más factible, didáctica y funcional de interacción con la futura aplicación móvil.

Los resultados obtenidos sirvieron como insumo para el diseño del prototipo funcional, el cual se elaboró de acuerdo con los requerimientos y expectativas identificados en los usuarios finales.

En la discusión de este resultado, se observa que en la encuesta de Esteba (2021) el 100 % de los participantes disponía de smartphone, mientras que en la presente investigación se constató una disponibilidad del 93 %, mientras que el 88 % manifestó su conformidad con la implementación del sistema, reflejando un nivel de aceptación moderadamente inferior que sugiere cierto escepticismo operativo respecto a la eficacia tecnológica en los entornos laborales agroindustriales.

El prototipo aplicativo fue perfeccionado sobre la arquitectura de Android Studio con soporte en Firebase, interrelacionando siete módulos funcionales dirigidos a la optimización de la supervisión operativa de contingencias laborales. Esta cifra difiere del modelo de Esteba (2021), quien estructuró diez módulos, y del de Martín (2019), cuyo sistema comprendía doce módulos destinados a la administración y divulgación de la gestión operativa y estratégica de riesgos profesionales.

En resumen, los resultados del estudio junto con las investigaciones de los demás autores son las siguientes:

Tabla 1. Comparación del diseño del aplicativo móvil con estudios previos

Criterio de análisis	Esteba (2021)	Martín (2019)	Estudio actual
Disponibilidad de smartphones	100%	No reporta	93%
Aceptación del sistema	100%	92%	88%
Número de módulos del aplicativo	10	12	7
Tipo de módulos	Reportes y navegación	Gestión estratégica	Registro in situ y trazabilidad

Criterio de análisis	Esteba (2021)	Martín (2019)	Estudio actual
Levantamiento de requerimientos	Encuestas diagnósticas	Entrevistas y procesos	Encuestas estructuradas
Orientación del diseño	Digitalizar reportes	Sistematización global	Inspección en campo
Plataforma base	Android Studio	Android Studio	Android Studio + Firebase
Aporte destacado	Identificación de funciones esenciales	Integración modular avanzada	Plataforma escalable y operativa

3.3. En cuanto a la implementación del aplicativo móvil para obtener información in situ para identificar los riesgos laborales.

Para la adquisición del tercer objetivo, se elaboró el aplicativo móvil con la intención de capturar información in situ y proporcionar la identificación sistemática de riesgos ocupacionales.

Este procedimiento se desarrolló tomando como referente la metodología propuesta por Esteba (2021), concentrando fases como la configuración estructurada del proyecto, implementación de protocolos de autenticación, diseño de interfaz de usuario ergonómica, gestión de formularios e imágenes y almacenamiento estructurado de datos.

Tabla 2. Pasos para el desarrollo del aplicativo móvil

Etapas	Descripción
Configuración del Proyecto	Se usó Android Studio para la creación del nuevo proyecto, configurando Kotlin como lenguaje principal y añadiendo las dependencias necesarias en el archivo build.gradle
Implementación de la Autenticación	Se realizó mediante Firebase Authentication y ViewModels dedicados quienes gestionan la lógica de autenticación y el estado de la sesión
Esbozo de la Interfaz de Usuario	Se usó Jetpack Compose. Compose permitió crear una interfaz moderna y responsive mediante componentes declarativos y reutilizables.
Administración de Formularios e Imágenes	El proceso de creación de incidentes incluye: implementación de un formulario dinámico con validaciones, integración de la galería para la selección de imágenes, compresión y procesamiento de imágenes antes de la carga y carga asíncrona de imágenes a Firebase Storage
Almacenamiento de Datos	Estructura de datos en Firebase Realtime Database.
Implementación de la Lista de Incidentes	La visualización de incidentes incluye: Consultas en tiempo real a Firebase Database.
Exportación a Excel	Se implementó la funcionalidad de exportación mediante la creación de una biblioteca personalizada para generar archivos Excel, conversión de datos de Firebase a formato tabular, implementación de filtros para la exportación selectiva y almacenamiento local del archivo generado.
Optimizaciones y Mejores Prácticas	Durante el desarrollo se implementaron las siguientes optimizaciones: manejo de estados de carga y errores, uso de Coroutines para operaciones asíncronas, clean Architecture para mantener el código organizado y testeable.
Seguridad	Se implementaron las siguientes medidas de seguridad: Reglas de Firebase Database para control de acceso.

En la interfaz del App móvil están disponibles los módulos relacionados con las secciones de un informe de inspección del marco sistémico de bienestar y protección ocupacional. A continuación, se exhiben los módulos correspondientes: Nombre del área, responsable del área, hallazgo, acciones correctivas, tipo de hallazgo: acto o condición insegura, fecha, evidencia fotografía relevante al hallazgo encontrado.

En la discusión de este resultado, se observa que Esteba (2021) utilizó Power BI para la visualización dinámica de indicadores, mientras que en el presente estudio se empleó inicialmente Microsoft Excel, elaborando gráficos manuales; se prevé la futura incorporación de Power BI para potenciar la representatividad visual y la interacción del usuario con los indicadores. Adicionalmente, se desarrolló un manual operativo del aplicativo,

con la finalidad de garantizar la correcta operatividad y comprensión de la herramienta por parte de los nuevos usuarios, siguiendo los lineamientos metodológicos del modelo de Salinas. Esta implementación permitió fortalecer la sistematización del registro de hallazgos, mejorar la trazabilidad de los riesgos y fortalecer la capacidad resolutoria organizacional preventivas dentro del ámbito laboral.

Consecuentemente, el estudio científico de Moya et. al. (2019) propuso la inserción de alertas automáticas y reportes dinámicos para evidenciar indicadores de seguridad, aspectos en tomar en cuenta en un futuro para la disertación académica.

Tabla 3. Comparación de la implementación técnica del aplicativo móvil con estudios previos

Aspecto técnico	Esteba (2021)	Moya et al. (2019)	Estudio actual
Lenguaje de programación	Java	No detalla	Kotlin
Diseño de interfaz	XML	Sin detalle	Jetpack Compose
Autenticación	Básica	No aplica	Firestore Authentication + ViewModel
Gestión de formularios	Estáticos	Form. básicos	Dinámicos con validaciones
Manejo de imágenes	Fotografía simple	Registro básico	Compresión, procesamiento y Firestore Storage
Base de datos	SQLite	SQL	Firestore Realtime Database
Visualización de indicadores	Power BI	Gráficos básicos	Excel (inicial; prevista migración a Power BI)
Exportación de datos	No reporta	No reporta	Biblioteca personalizada para exportar a Excel
Optimizaciones	No detalla	No reporta	Clean Architecture + Coroutines
Seguridad	Básica	No reporta	Reglas Firestore Database
Alertas y notificaciones	No implementa	Recomendado	Previsto para etapas futuras
Manual operativo	No reporta	No reporta	Sí (manual detallado)

3.4. En cuanto a la eficiencia del aplicativo móvil en la zona del trabajo

El cuarto objetivo residió en cuantificar la eficiencia operativa de la herramienta informática portátil en seguridad y salud en el trabajo mediante la comparación longitudinal de registros de hallazgos y siniestralidad entre los años 2023 (sin implementación tecnológica) y 2024 (con adopción del aplicativo). En 2023 se patentizaron 429 hallazgos (271 condiciones inseguras y 158 actos inseguros), contrastando con los 59 registros reportados por Esteba (2021), evidenciando una limitada capacidad de sistematización de datos preexistente. Con la incorporación del aplicativo en 2024, los hallazgos ascendieron a 780 (533 condiciones inseguras y 247 actos inseguros), reflejando un incremento significativo en la detección y registro sistemático de riesgos, indicativo de un monitoreo más exhaustivo y metodológicamente estructurado.

En la discusión de este resultado, se observa que la eficacia del cierre de hallazgos se incrementó sustancialmente, pasando del 37% al 77%, en balance con los valores reportados por Esteba (39% y 87%), exponiendo que la digitalización potencia la efectividad de los mecanismos preventivos. En paralelo, la frecuencia de siniestros laborales decreció en un 68,42%, destacando el 50,37% documentado por Mazzotti et al. (2021), mientras que el índice de severidad de siniestros presentó una deflación del 29%, lo que indica que, aunque la severidad relativa se comprimió moderadamente, la incidencia de eventos adversos experimentó un descenso sustancial, validando el impacto positivo de la herramienta tecnológica (ver Anexo 2).

Adicionalmente, la consumación del aplicativo permitió optimizar la adquisición, consolidación y análisis de pesquisa en tiempo real, fortificando la toma de decisiones estratégicas asentadas en evidencia y forjando datos precisos sobre las actividades de vigilancia en distintas sedes. Este hallazgo corrobora las observaciones de Loro (2019), quienes destacaron que las herramientas digitales acrecientan la eficiencia en la gestión documental, la administración de indicadores y la planificación preventiva, sugiriendo la expansión de la implementación del aplicativo a otras áreas de la empresa para maximizar su impacto en la cultura de seguridad.

Tabla 4. Comparación entre estudios previos y los resultados de la presente investigación (2023–2024)

Autor / Año	Variable Evaluada	Resultados del Autor	Resultados de la Investigación
Esteba (2021)	- Registros de hallazgos - Eficiencia de cierre	59 hallazgos registrados en diagnóstico inicial. - Cierre de hallazgos: 39% (pre) → 87% (post).	Hallazgos: 429 hallazgos en 2023 (sin aplicativo). 780 hallazgos en 2024 (con aplicativo). Cierre de hallazgos: 37% (2023) → 77% (2024).
Mazzotti et al. (2021)	- Frecuencia de siniestros - Indicadores de severidad	Reducción de siniestros: 50,37%.	Siniestros: - Reducción de 68,42% entre 2023 y 2024. Severidad: - Reducción del 29%.
Loro (2019)	Gestión documental y sistematización preventiva mediante herramientas digitales	Herramientas digitales mejoran la eficiencia en registro, indicadores y planificación preventiva.	Gestión operativa: - Optimización del registro en tiempo real. - Mayor precisión y sistematización en datos de vigilancia de varias sedes. - Mejora sustancial en la consolidación y análisis de información.

3.5. Comprobación del objetivo general

La presente indagación evidencia que la implementación de un aplicativo móvil modular y sistemático optimiza significativamente la supervisión integral de contingencias ocupacionales, acrecentando la detección de hallazgos de 429 a 780 y elevando la tasa de cierre de 37 % a 77 %.

Al contrastar estos valores con los resultados de estudios previos como Arias (2023) y Ramírez et. al. (2022), se valida que se obtuvieron mejoras en trazabilidad y disminución de tiempos de procesamiento. Por otro lado, los hallazgos coinciden con Otero (2024) y Cuenca et. al. (2023), al manifestar que el alistamiento de monitoreo en tiempo real, registro computarizado y funcionalidades avanzadas fortifica la adherencia a protocolos de seguridad y la cultura preventiva, mientras que los resultados se alinean con Mattos (2019) respecto a la optimización en la toma de decisiones y disponibilidad de información estratégica. En conjunto, la evidencia sugiere que la digitalización de la gestión de riesgos alineado a plataformas móviles no solo dinamiza el funcionamiento organizacional y la sistematización de datos, sino que también robustece una cultura preventiva robusta, manifestando su aplicabilidad y relevancia en entornos agroindustriales de alta exposición.

Adicionalmente, para realizar el contraste empírico se aplicó la distribución de Poisson, modelo conveniente para representar eventos discretos que acontecen de manera aleatoria e independiente dentro de intervalos temporales definidos. En este estudio, el parámetro λ se calculó teniendo en cuenta periodos completos de 12 meses tanto para 2023 (sin App móvil) como para 2024 (con App móvil), lo que concede estimar la tasa promedio mensual de accidentes incapacitantes. Asimismo, se cotejaron los supuestos básicos de la distribución independencia entre eventos y ocurrencia aleatoria en el tiempo los cuales declararon un comportamiento aceptable para la aplicación del modelo. Los resultados revelan un reajuste demostrativo en la tasa estimada: en 2023 se logró $\lambda = 2,08$; mientras que, en 2024, tras la ejecución del aplicativo, el valor se redujo a $\lambda = 0,50$. Este cambio provocó un desplazamiento visible en la función de probabilidad, de una concentración asociada a la ocurrencia mensual de uno o más accidentes a una mayor probabilidad de ausencia de eventos en 2024, evidenciando un perfil de riesgo considerablemente reducido. La modelación estadística respalda de forma sólida la hipótesis de que la adopción del aplicativo contribuyó a disminuir la siniestralidad laboral (ver Anexo 3).

Para vigorizar esta sección, se considera una gráfica comparativa de las distribuciones de Poisson para 2023 y 2024, la cual muestra un cambio significativo en el comportamiento probabilístico de los accidentes laborales. En 2023 ($\lambda = 2.08$), la mayor probabilidad se centraliza en la coyuntura de uno o más accidentes mensuales, lo que equivale a un escenario de riesgo periódico. En contraste, en 2024 ($\lambda = 0.50$), la distribución se transporta hacia la izquierda, exponiendo que la probabilidad más alta incumbe a la no ocurrencia de accidentes en un mes. Esta variación fortalece que, tras la ejecución del aplicativo móvil, la frecuencia esperada de incidentes minorizó notablemente, fortificando la efectividad de la herramienta tecnológica en la deflación del riesgo y la mejora del control operativo.

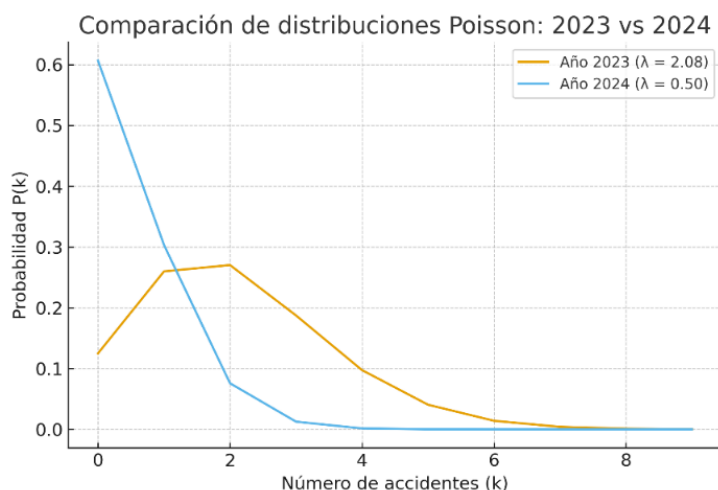


Figura 1. Distribución Poisson de los años 2023 vs 2024

4. CONCLUSIONES

El reclutamiento de tecnologías digitales en la esfera de la estrategia organizacional de protección laboral resulta fundamental, ya que permite automatizar procesos, facilitar la recopilación de datos en tiempo real, fortalecer la trazabilidad de las acciones correctivas y fomentar una cultura preventiva más proactiva y eficiente dentro de las organizaciones. El presente estudio ejecutó un diagnóstico de las actividades del proceso de arándano fresco, identificando como principales actividades críticas la inspección sanitaria de vehículos y materiales de empaque, la distribución de estos materiales, el ingreso de materia prima a gasificado y la colocación de pallets en los túneles de enfriado con aire forzado.

A partir de estos hallazgos, se diseñó un aplicativo móvil considerando datos obtenidos mediante una encuesta, la cual evidenció que el 100% de los trabajadores poseen un smartphone, el 92% cuenta con acceso a internet móvil, el 88% mostró aceptación hacia la implementación del aplicativo, el 82% expresó interés en recibir notificaciones sobre observaciones en sus áreas de trabajo, y el 100% valoró que los hallazgos se integren en un informe final.

El desarrollo del software se realizó utilizando Android Studio y Firebase, estructurado en siete módulos: nombre del área, responsable, hallazgo, acciones correctivas, tipo de hallazgo (acto o condición insegura), fecha y evidencia fotográfica.

La eficiencia del aplicativo móvil se evaluó mediante un análisis comparativo entre los años 2023, sin su utilización, y 2024, con su implementación activa. Se evidenció un incremento sustancial en la cantidad de hallazgos reportados, pasando de 429 a 780, acompañado de una reducción del 40% en los hallazgos pendientes de atención. Asimismo, se observó una disminución del 68,42% en la frecuencia de accidentes laborales y un descenso del 29% en el índice de severidad de los siniestros, reflejando mejoras significativas en la gestión de riesgos. El análisis probabilístico, basado en la distribución de Poisson, corroboró que el aplicativo constituyó un factor determinante en la mitigación de la siniestralidad, con una reducción del parámetro λ de 2,08 a 0,50. Esta variación evidenció no solo una menor frecuencia de accidentes esperados, sino también una reconfiguración del perfil de riesgo hacia escenarios de nula ocurrencia de eventos incapacitantes. Los resultados estadísticos, por tanto, validan empíricamente la eficacia del aplicativo como herramienta estratégica y preventiva, consolidando su pertinencia en la potenciación de los flujos operativos de seguridad ocupacional y en el fomento de un paradigma de seguridad proactiva dentro de la organización.

Estos resultados indican que la instauración de la herramienta móvil tuvo un impacto positivo en la identificación, registro y seguimiento de condiciones inseguras en el proceso productivo, contribuyendo significativamente al refinamiento de la administración preventiva. En este sentido, el aplicativo móvil se consolida como una herramienta clave para optimizar las inspecciones de seguridad, permitiendo una respuesta más ágil, organizada y eficaz frente a los riesgos laborales.

Sin embargo, es importante mostrarse conforme con ciertas limitaciones del estudio. La ausencia de un grupo control simultáneo condiciona la capacidad de atribuir causalidad absoluta a la intervención tecnológica. Asimismo, la efectividad del aplicativo pende del uso continuo por parte de los supervisores, lo que podría verse afectado por variaciones en la participación operativa o dificultades técnicas coherentes con la conectividad en la zona. También se presentó variabilidad en el reporte de áreas, lo que pudo generar

diferencias en la consistencia de los datos, y el tamaño reducido de la población evaluada limita la generalización de los hallazgos a otros entornos productivos.

Finalmente, se sugiere potenciar el aplicativo móvil para la supervisión de contingencias laborales mediante la programación de alertas automáticas que garanticen la realización periódica de inspecciones y la inclusión de listas de verificación adaptadas a cada área, facilitando la caracterización inmediata de venturas y la atención prioritaria de riesgos críticos. Además, se recomienda instruir a los responsables sobre el uso integral de la herramienta, incorporando funcionalidades como captura de imágenes, registro de observaciones y generación de reportes, y promover simulaciones prácticas con los trabajadores para reforzar la detección de situaciones inseguras. De manera complementaria, el aplicativo puede contribuir a consolidar una cultura de seguridad mediante el envío constante de recomendaciones preventivas, mientras que la recopilación y análisis sistemático de datos históricos permitirá identificar tendencias recurrentes y perfeccionar de manera perenne los métodos de control de riesgos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Actio Global. (2023, 9 de octubre). *¿Qué es la gestión de riesgos laborales?* <https://actiosoftware.com/es/2023/10/que-es-la-gestion-de-riesgos-laborales/>
- Arias, P. T. (2023). *Diseño para la implementación de un aplicativo web y móvil para la gestión de un sistema de seguridad y medio ambiente, caso: empresa Zener Perú S.A.C.* Lima, Perú.
- Castillo, Y. D., Otavo, D. A., & Rivera, H. L. (2019). *Diseño de software de seguridad y salud en el trabajo basado en las normas OHSAS 18001 decreto 1072.* Bogotá, Colombia.
- Chávez, A. D. (2022). *Mejora de los procesos del sistema de seguridad y salud en el trabajo para disminuir el índice de accidentabilidad en la empresa ISEG Perú S.A.C.* Lima, Perú.
- Cuenca, J. J., & Puma, J. A. (2023). *Implementación de un aplicativo móvil para la gestión de seguridad y salud ocupacional aplicando un chatbot con PLN y un sensor de radiación ultravioleta en la finca Bannera "Fruta de Pan".* Milagro, Ecuador.
- El Peruano. (2021). *Normas legales.* <https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/obtenerDocumento?idNorma=38>
- Herazo, L. (2023). *¿Qué es una aplicación móvil?* Anincubator. <https://anincubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/>
- Ispizua, E. (2020, 7 de enero). *La salud y seguridad en el trabajo en la economía de plataformas.* Leoia, España.
- Loro, M. E. (2019, diciembre). *Propuesta de implementación de una aplicación móvil para el área de seguridad y salud ocupacional de una empresa pesquera.* Lima, Perú.
- Martin, S. N., & Rodríguez. (2019, agosto). *Diseño de una aplicación móvil para la gestión de los riesgos laborales para una compañía de entretenimiento.* Bogotá, Colombia.
- Másmela, R., Jiménez, E. A., & Rozo, P. A. (2021). *Herramientas digitales para la seguridad y salud en el trabajo: Revisión sistemática.* Barranquilla, Colombia.
- Mattos, C. Y. (2019). *Sistema web para la implementación de la gestión de la seguridad, salud ocupacional y ambiental en la empresa Comercio, Servicios e Inversiones S.A.–Ilo, año 2017.* Tacna, Perú.
- Mazzotti, F. G., & Sarmiento, O. (2021). *Implementación de un aplicativo móvil para mejorar el sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo en la empresa S.M.M. Fabricaciones y Servicios E.I.R.L.* Callao, Perú.
- Moreno, J. M. (2018, 26 de marzo). *La negociación colectiva como medio fundamental de reconocimiento y defensa de las nuevas realidades derivadas de la industria 4.0.* ADAPT University Press.
- Moya, Y., Puello, J., & Alon, K. (2019). *Software de acompañamiento a los programas de prevención de riesgos laborales en las empresas del sector industrial de Cartagena de Indias, a través de tecnologías móvil y web.* Cartagena de Indias, Colombia.
- Ochoa, J. C. (2022, 1 de agosto). *Diseño de una estrategia para la gestión de seguridad y salud en el trabajo por medio de una aplicación App para la empresa Celsia S.A. E.S.P.* Colombia.
- OIT. (2022). *Inspección laboral: Información general.* <https://www.ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/labour-inspection/lang--es/index.htm>

- OIT. (2023, 23 de diciembre). *Salud y seguridad en el trabajo en las Américas*.
<https://www.ilo.org/americas/temas/salud-y-seguridad-en-trabajo/lang-es/index.htm>
- Ortiz, K. A., & Bueno, V. C. (2024, julio). *Análisis de aplicabilidad práctica de las TIC en la gestión de seguridad y salud en el trabajo*. Ibagué, Colombia.
- Otero, M. A. (2024). *Optimización de la gestión de seguridad y salud en el trabajo mediante herramientas digitales en la empresa Desarrolladora del Pacífico S.A.C.* Lima, Perú.
- Painura, D. (2023). *Los sectores con mayor número de accidentes laborales y la cobertura de seguros*.
<https://ppulegal.com/ppu-legal/los-sectores-con-mayor-numero-de-accidentes-laborales-y-la-cobertura-de-seguros/>
- Prado, D. D. (2018, diciembre). *Desarrollo de un aplicativo móvil para fortalecer la identificación, evaluación y control de riesgos en procesos de mantenimiento de celdas de flotación en industria minera*. Arequipa, Perú.
- Ramírez, N., & Barbosa, C. D. (2022). *Aplicación web para la gestión de informes y reportes asociados a la seguridad y salud en el trabajo*. Santiago de Cali, Colombia.
- Romo, K., & Ramos, Y. (2024). *Consultoría en seguridad y salud en el trabajo para PYMES mediante aplicativo móvil “SEGURIAPP”*. Lima, Perú.
- Salinas, A. O. (2021). *Implementación de un aplicativo móvil para mejorar la gestión de seguridad y salud en el trabajo en la central termoeléctrica Engie Ilo*. Arequipa, Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Resultados de la encuesta

1.1. Encuestados por área de trabajo

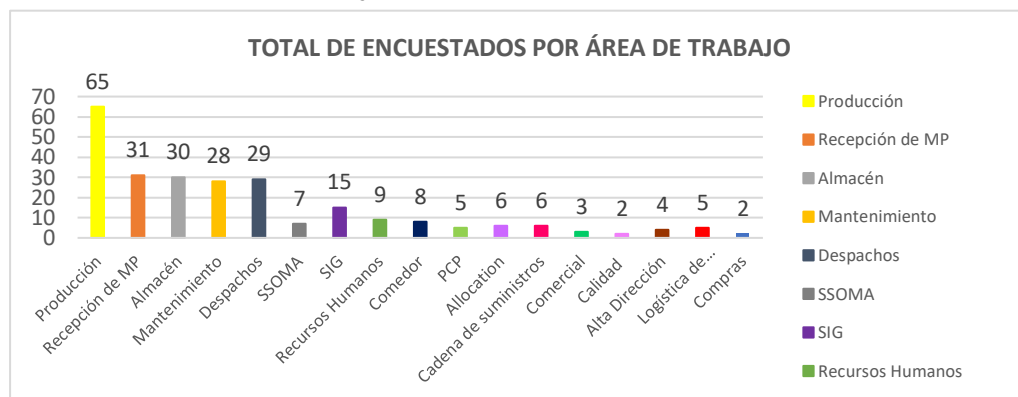


Figura 2. Áreas de trabajo encuestadas

1.2. Encuestados por puesto de trabajo

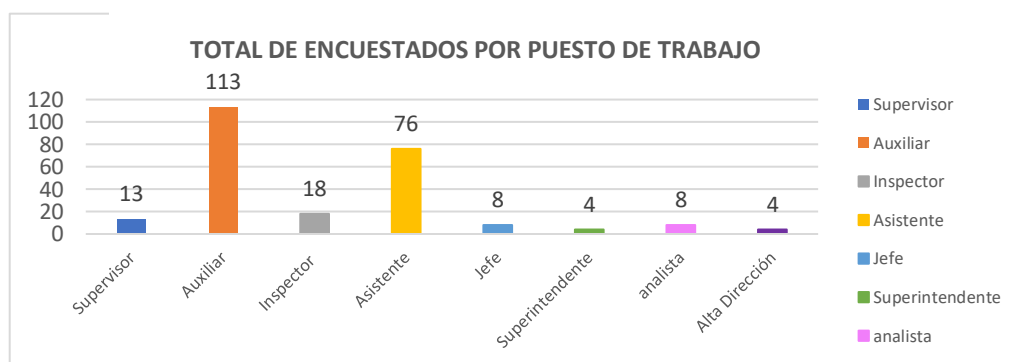


Figura 3. Total de encuestados por puesto de trabajo

1.3. Encuestados con dispositivos móviles digitales o "smartphone"



Figura 4. Encuestados que cuentan con un dispositivo móvil

1.4. Encuestados con disponibilidad a internet en su celular (datos móviles)

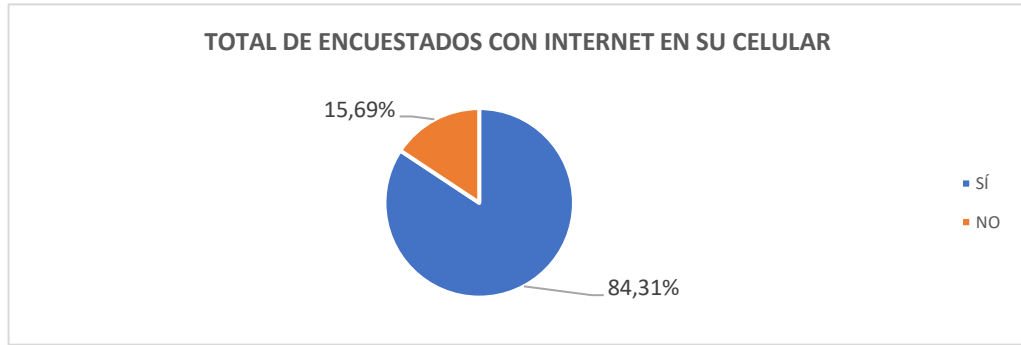


Figura 5. Encuestados con acceso a internet (datos móviles)

1.5. Utilidad del App móvil para las inspecciones de seguridad

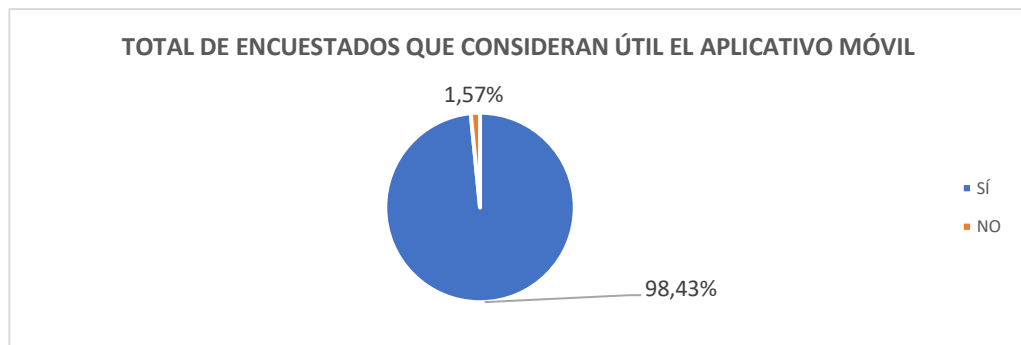


Figura 6. Implementación del App móvil

1.6. Aspectos a considerar en el App móvil

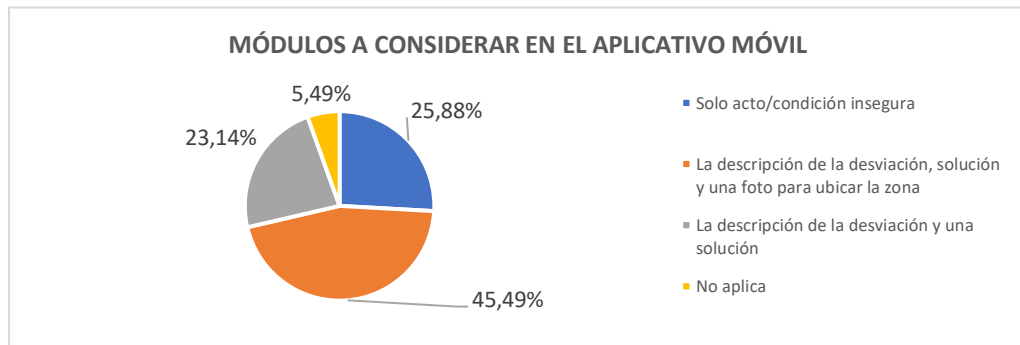


Figura 7. Contenido del App móvil

1.7. Conformidad de recibir alertas de notificaciones cada vez que observan algo en el área

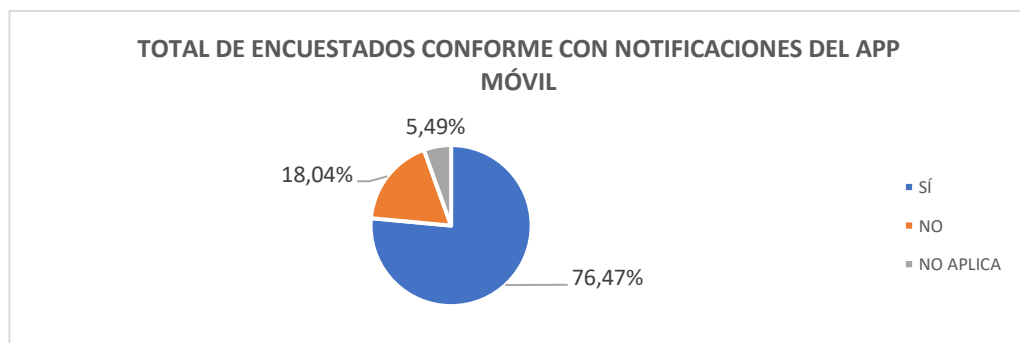


Figura 8. Notificaciones del App móvil

1.8. Conformidad de que el App móvil genere un informe de hallazgos final

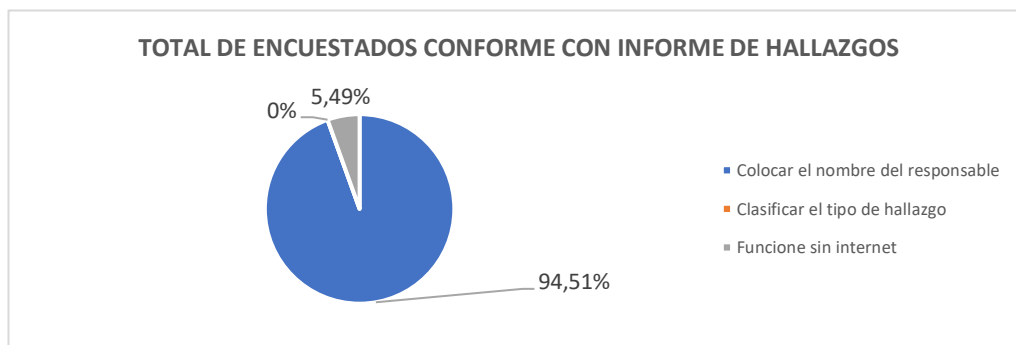


Figura 9. Informe de hallazgos en el App móvil

1.9. Aspectos a considerar en el App móvil

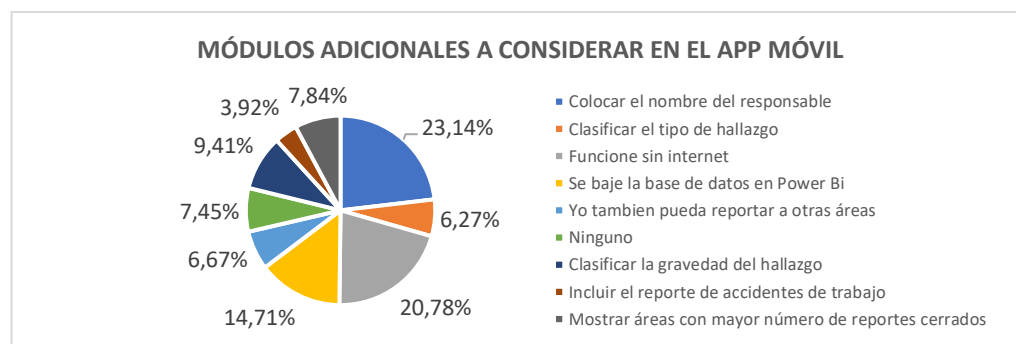


Figura 10. Ítems adicionales para el App móvil

Anexo 2: Indicadores del aplicativo móvil

2.1. Resultados obtenidos de las inspecciones de seguridad realizadas

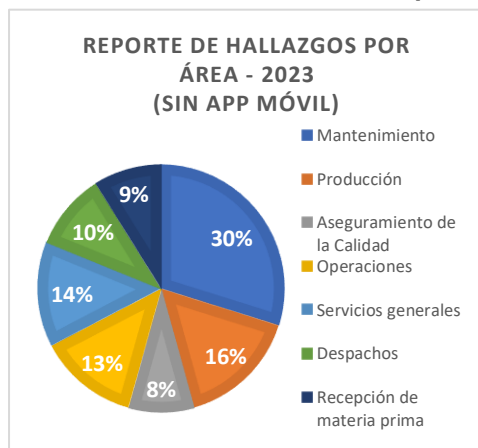


Figura 11. Reporte de hallazgos por área - 2023

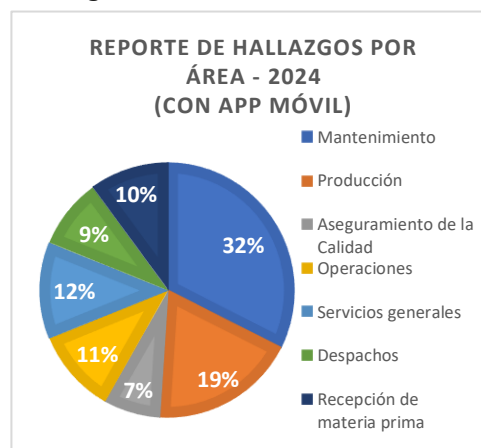


Figura 12. Reporte de hallazgos por área - 2024

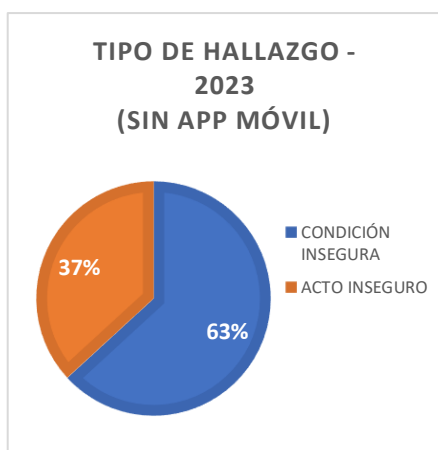


Figura 13. Tipo de hallazgo encontrado - 2023

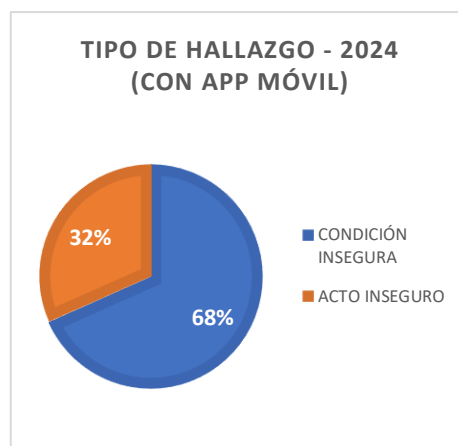


Figura 14 Tipo de hallazgo encontrado - 2024

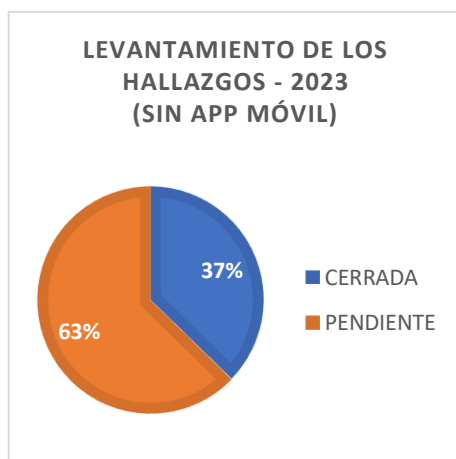


Figura 15. Status de levantamiento de los hallazgos - 2023

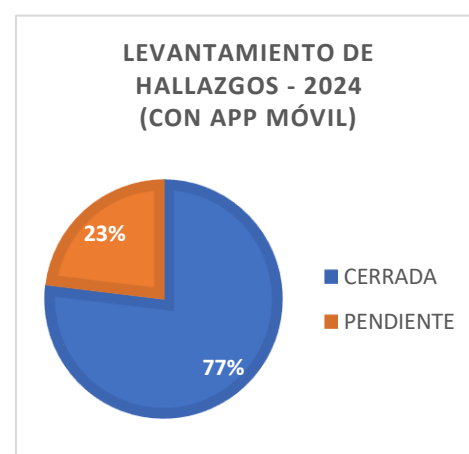


Figura 16. Status de levantamiento de los hallazgos - 2024

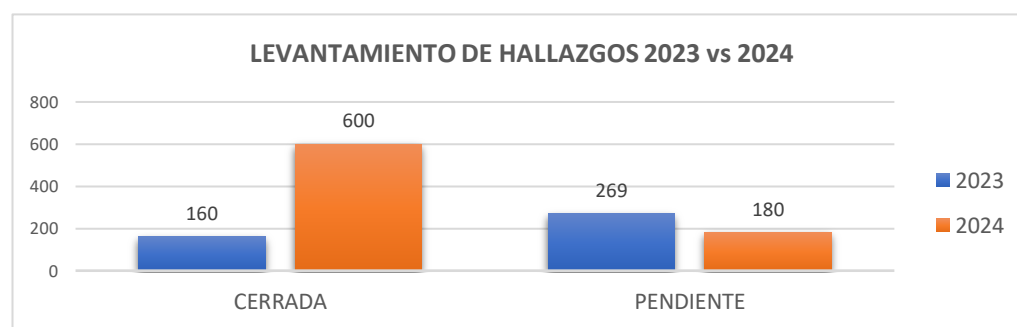


Figura 17. Reporte del levantamiento de los hallazgos 2023 vs 2024

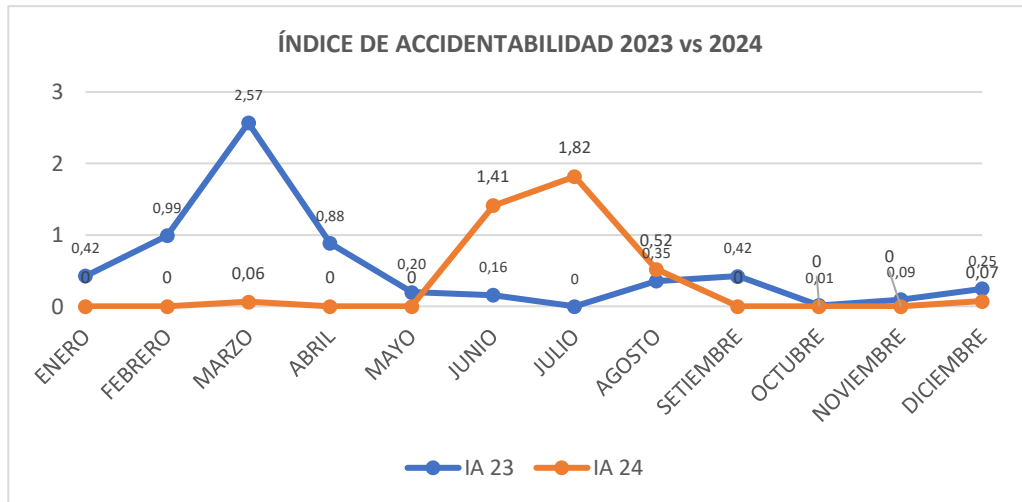


Figura 18. Índice de accidentabilidad de los años 2023 vs 2024

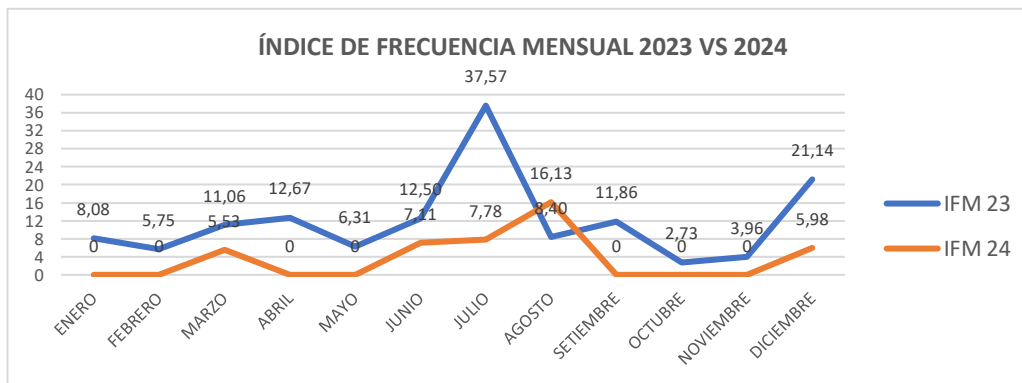


Figura 19. Índice de frecuencia mensual de los años 2023 vs 2024

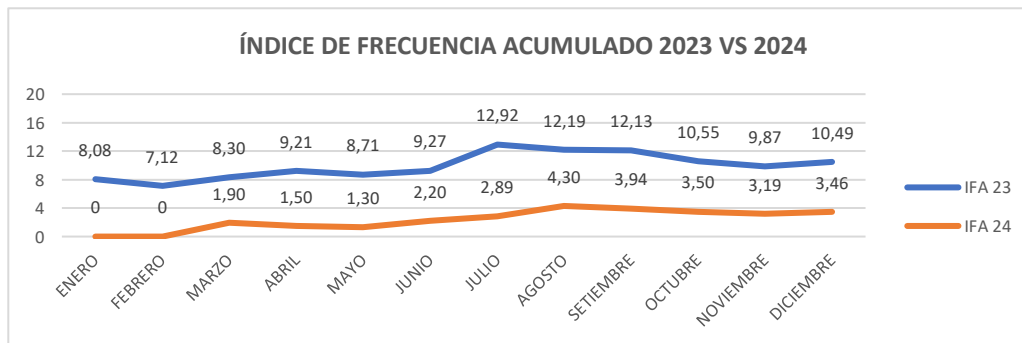


Figura 20. Índice de frecuencia acumulado de los años 2023 vs 2024

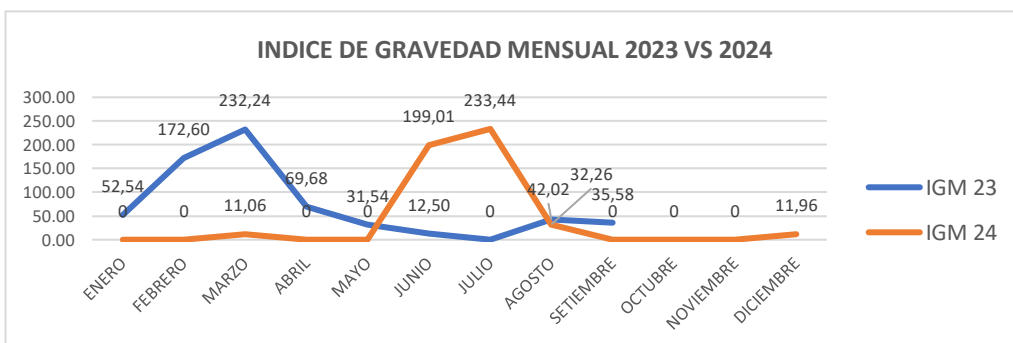


Figura 21. Índice de gravedad mensual de los años 2023 vs 2024

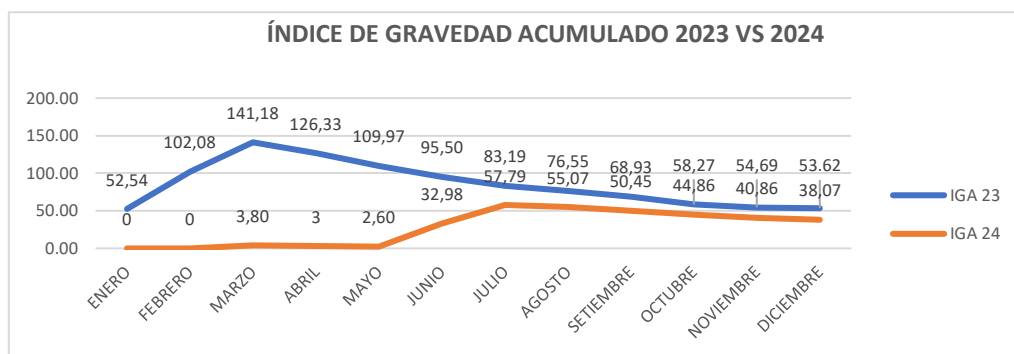


Figura 22. Índice de gravedad acumulado de los años 2023 vs 2024

Anexo 3: Análisis estadístico según metodología Poisson

A) La función de probabilidad es:

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

donde:

X = número de accidentes en un intervalo (mes).

k = número específico de accidentes.

λ = tasa promedio de ocurrencia.

e = constante $\approx 2,718$.

B) Estimación del parámetro λ

$$\lambda = \frac{\text{total de accidentes en el año}}{12}$$

- 2023 (sin aplicativo móvil):**

$$\lambda_{2023} = \frac{25}{12} \approx 2,08$$

Es decir, en promedio se registraban algo más de 2 accidentes por mes.

- 2024 (con aplicativo móvil):**

$$\lambda_{2024} = \frac{6}{12} = 0,50$$

En este escenario, tras la implementación del aplicativo, el promedio bajó a medio accidente por mes.

Tabla 5. Tabla comparativa – Distribución de Poisson

K (Nº accidentes en un mes)	P2023 (λ=2,08)	P2024 (λ=0,50)
0	0,124 (12,4%)	0,607 (60,7%)
1	0,258 (25,8%)	0,304 (30,4%)
2	0,268 (26,8%)	0,076 (7,6%)
3	0,186 (18,6%)	0,013 (1,3%)
4	0,096 (9,6%)	0,002 (0,2%)
5	0,040 (4,0%)	0,0002 (0,02%)