



Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

**Desarrollo de una herramienta digital en microsoft power apps para
optimizar la gestión del sistema de seguridad en el trabajo en una hacienda
agrícola**

Previo la obtención del Título de:

Magister en Seguridad y Salud Ocupacional

Presentado por:

Paulo Cesar Escobar Cartagena

Guayaquil - Ecuador

Año: 2026

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mis padres, que han sido mis pilares para que me forme como un profesional.

Agradecimientos

 Mi más sincero agradecimiento a la empresa que supo abrirme las puertas para desarrollar este proyecto en beneficio del personal y del desarrollo de la seguridad en el trabajo.

Declaración Expresa

Yo Paulo Cesar Escobar Cartagena acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 20 de febrero del 2026.

Paulo Cesar Escobar Cartagena

Evaluadores

Kleber Barcia V., Ph.D.

Profesor de Materia

Cristian Arias U., Ph.D.

Tutor de proyecto

RESUMEN

El presente proyecto desarrolla una herramienta digital para optimizar el proceso de reporte y gestión de comportamientos y condiciones en una plantación cacaotera. El objetivo consiste en fortalecer la trazabilidad, participación y análisis preventivo mediante la digitalización del sistema tradicional. Se plantea como hipótesis que la implementación de una aplicación integrada con paneles analíticos mejora la eficiencia del seguimiento de acciones correctivas y la toma de decisiones. La justificación radica en la necesidad de modernizar la gestión preventiva en entornos agrícolas con limitada digitalización. El desarrollo se realizó utilizando Power Apps, SharePoint y Power BI, bajo un modelo dimensional tipo esquema estrella, aplicando criterios alineados con la norma ISO 45001:2018. Se implementó una prueba piloto de ocho semanas y se aplicaron cuestionarios antes, durante y después del uso de la herramienta. Los resultados mostraron incremento en la participación, mejora en las valoraciones de los usuarios, mayor control de acciones correctivas y visualización estratégica de indicadores mediante dashboards. Se concluye que la solución fortalece la gestión preventiva, es técnicamente factible y económicamente viable, constituyendo un aporte aplicable al sector agrícola.

Palabras Clave: Transformación digital, Gestión preventiva, Modelado dimensional, Analítica de datos, Seguridad ocupacional.

ABSTRACT

This project develops a digital tool to optimize the process of reporting and managing behaviors and conditions in a cocoa plantation. The objective is to strengthen traceability, participation, and preventive analysis by digitizing the traditional system. The hypothesis is that the implementation of an application integrated with analytical panels improves the efficiency of monitoring corrective actions and decision-making. The justification lies in the need to modernize preventive management in agricultural environments with limited digitization. The development was carried out using Power Apps, SharePoint, and Power BI, under a star schema dimensional model, applying criteria aligned with the ISO 45001:2018 standard. An eight-week pilot test was implemented, and questionnaires were administered before, during, and after the use of the tool. The results showed an increase in participation, improved user ratings, greater control of corrective actions, and strategic visualization of indicators through dashboards. It is concluded that the solution strengthens preventive management, is technically feasible and economically viable, and constitutes an applicable contribution to the agricultural sector.

Keywords: Digital transformation, Preventive management, Dimensional modeling, Data analytics, Occupational safety

ÍNDICE GENERAL

Resumen	i
Abstract.....	ii
Índice general	iii
Abreviaturas.....	vi
Índice de figuras	vii
Índice de tablas.....	viii
Capítulo 1	1
1. Introducción.....	2
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Justificación del problema	5
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4 Marco teórico.....	7
1.4.1 Conceptos clave: Actos y condiciones inseguros	7
1.4.2. Modelos de causalidad y pirámides de incidentes.....	8
1.4.3 Seguridad basada en el comportamiento (Behavior-Based Safety, BBS).....	9
1.4.4 Digitalización, tecnologías emergentes y seguridad ocupacional	10
1.4.5 Gestión de la información, trazabilidad y agentes de consulta	11

1.4.6 Cultura de seguridad y participación del trabajador.....	11
Capítulo 2	13
2. Metodología	14
2.1 Población y muestra	15
2.1.1 Criterios de inclusión	16
2.1.2 Criterios de exclusión	16
2.2 Instrumentos y técnicas de recolección de datos	17
2.3 Procedimiento	18
Capítulo 3	22
3. Resultados y análisis	23
3.1 Resultados del diagnóstico inicial del proceso de reportería.....	23
3.2 Resultado del diseño de la arquitectura de la solución digital	23
3.3 Resultados del desarrollo del prototipo digital	24
3.3.1 Pantalla de inicio de la aplicación	25
3.3.2 Pantalla de selección: actos inseguros y condiciones peligrosas	25
3.3.3 Pantallas de registro de información actos y condiciones	26
3.3.4 Lógica funcional implementada en Power Apps	28
3.4 Implementación de la reportería en tiempo real en Power BI.....	28
3.4.1 Resultados de la implementación del Dashboard de Condiciones	28
3.4.2 Resultados de la implementación del Dashboard de Actos	30
3.5 Resultados de la prueba piloto de la herramienta digital	32
3.6 Evaluación del impacto de la herramienta digital	33

3.6.1 Descripción e interpretación del gráfico – Cuestionario 1 situación antes de la aplicación).....	33
3.6.2 Descripción e interpretación del gráfico – Cuestionario 2 (Durante el uso de la aplicación).....	34
3.6.3 Descripción e interpretación del gráfico – Cuestionario 3 (Después del uso de la aplicación).....	36
3.7 Análisis de costos de la solución propuesta.....	37
Capítulo 4	40
4. Conclusiones y recomendaciones	41
4.1 Conclusiones.....	41
4.2 Recomendaciones.....	42
Referencias.....	

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ISO	Internacional Organization for Standardization
BBS	Behavior-Based-Safety
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NTP	Nota Técnica de Prevención
IoT	Internet of Things
SST	Seguridad y Salud en el Trabajo
EU-OSHA	European Agency for Safety and Health at Work
OIT	Organización Internacional del Trabajo
INSST	Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
ERG	Eurasian Resources Group

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ARQUITECTURA DE DATOS BASADA EN ESQUEMA ESTRELLA IMPLEMENTADA EN LA SOLUCIÓN DIGITAL	24
FIGURA 2 PANTALLA DE INICIO DE LA APLICACIÓN DIGITAL	25
FIGURA 3 PANTALLA DE SELECCIÓN DE TIPO DE REPORTE	26
FIGURA 4 PANTALLA DE REPORTE DE ACTOS SEGUROS E INSEGUROS.....	27
FIGURA 5 PANTALLA DE REPORTE DE CONDICIONES	27
FIGURA 6 LÓGICA FUNCIONAL PARA CONSULTA DE ACTOS DEL CATÁLOGO DEFINIDO	28
FIGURA 7 DASHBOARD DE MONITOREO Y GESTIÓN DE CONDICIONES PELIGROSAS.....	30
FIGURA 8 DASHBOARD DE ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN DE ACTOS.....	32
FIGURA 9 DISTRIBUCIÓN DE RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO 1 – SITUACIÓN ANTES DEL PROCESO DE REGISTRO	34
FIGURA 10 DISTRIBUCIÓN DE RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO 2 – EVALUACIÓN DURANTE EL USO DE LA APLICACIÓN.....	35
FIGURA 11 DISTRIBUCIÓN DE RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO 3 – EVALUACIÓN POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN	37

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PRINCIPALES HALLAZGOS DEL DIAGNÓSTICO INICIAL.....	23
TABLA 2 RESUMEN DE COSTO ESTIMADOS DEL PROYECTO.....	38

CAPÍTULO 1

1. Introducción

La integración de herramientas digitales en la administración de la seguridad y salud laboral posibilita abandonar la documentación en papel y los procedimientos manuales que se han utilizado durante un periodo extenso. Esto no solo facilita la gestión cotidiana, sino que también capacita a las personas para tomar decisiones más estratégicas, debido a que es información en tiempo real. Como resultado de esto, la gestión de los indicadores de rendimiento se convierte en una tarea más eficiente, lo que permite responder de manera rápida, reconocer tendencias y, en última instancia, crear un ambiente laboral más seguro y productivo (Albújar-Verona et al., 2022).

La iniciativa de ERG en Kazajistán constituye un referente internacional de cómo la tecnología puede transformar la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo mediante la digitalización de procesos críticos, como la emisión de permisos de trabajo y las auditorías de seguridad conductual, reduciendo el uso de papeleo, el tiempo de ejecución y el riesgo de error humano (Ryabov, 2024). La implementación de estas soluciones permite la recopilación y análisis de datos en tiempo real, facilitando a los responsables de seguridad una identificación temprana de riesgos y la adopción de acciones preventivas oportunas. Este enfoque resulta pertinente para el contexto del presente estudio, ya que evidencia cómo las herramientas digitales pueden fortalecer la prevención de riesgos laborales en entornos productivos similares, sirviendo como base para el desarrollo de soluciones adaptadas a la realidad local.

A nivel internacional, la norma ISO 45001:2018 establece un enfoque basado en la gestión de riesgos, el liderazgo y la participación de los trabajadores, así como la implementación de procesos orientados a la identificación de peligros, la investigación de incidentes y la mejora continua, lo cual exige la trazabilidad y el registro sistemático de comportamientos inseguros y situaciones de riesgo en el entorno laboral (ISO 45001:2018, 2018)

Aunque la mayoría de las empresas industriales registran los "casi accidentes", a menudo esa valiosa información queda subutilizada, archivada sin un análisis profundo. Un estudio reciente del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) exploró precisamente este punto al analizar los reportes de una compañía minera. El hallazgo clave fue revelador: más de la mitad de estos incidentes que no llegaron a causar daño, en realidad, representaban un riesgo "alto" o "crítico". Esto demuestra que los reportes de casi accidentes no son simples anécdotas, sino una mina de oro de datos que, si se analiza correctamente, permite identificar patrones de riesgo y aplicar acciones correctivas antes de que ocurra una tragedia. El estudio subraya la necesidad de transformar estos reportes de un mero requisito burocrático a una herramienta estratégica para fortalecer la cultura de seguridad (Haas et al., 2020).

Finalmente, la plataforma Microsoft Power Apps ha sido ampliamente adoptada para soluciones de reporte en las industrias y las áreas de seguridad y salud en el trabajo no se quedan atrás, ya que implementar un programa de seguridad y salud en el trabajo de forma digital hace viable una solución rápida y escalable para el sector agrícola.

1.1 Descripción del problema

En la administración de una finca cacaotera, se ha identificado una problemática relevante en la gestión de comportamientos subestándar y condiciones de riesgo. Actualmente, los reportes se elaboran de forma manual, mediante el uso de hojas sueltas, cuadernos o a través de la comunicación verbal con los supervisores, lo que limita la sistematización y el control de la información.

Este enfoque tradicional resulta poco eficaz, ya que no asegura el seguimiento adecuado de los registros, dificulta la supervisión de las acciones correctivas y genera demoras en la gestión de los riesgos identificados. Como consecuencia, situaciones que podrían ser abordadas de manera preventiva terminan derivando en incidentes o accidentes laborales, afectando tanto la seguridad de los trabajadores como la continuidad de las operaciones productivas.

La situación se complica debido a la escasa cultura de informes dentro de la organización. Los empleados no siempre informan sobre conductas inseguras (uso inadecuado de equipo de protección personal, conductas peligrosas) ni sobre situaciones riesgosas (ausencia de señalización, maquinaria en mal estado, derrames en zonas de paso), ya sea por miedo a represalias, por falta de confianza en que se tomen medidas o porque no hay métodos accesibles y cómodos para realizar dicha notificación. Esto restringe la habilidad para realizar una gestión preventiva y transforma a la organización en un entorno más reactivo que proactivo, lo que va en contra de las recomendaciones establecidas en las buenas prácticas internacionales de seguridad y salud laboral.

El problema identificado presenta también una dimensión normativa relevante. En el contexto ecuatoriano, el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, establecido mediante el Decreto Ejecutivo N.º 255, dispone la obligatoriedad de que los empleadores implementen un sistema de gestión orientado a la identificación de peligros, evaluación y control de los riesgos laborales, así como a la investigación de incidentes y accidentes de trabajo, lo cual implica la generación y conservación de registros que respalden dichas actividades (Ministerio del Trabajo, 2024).

De manera complementaria, la norma internacional ISO 45001:2018 establece, en sus numerales 6.1.1 y 6.1.2, la identificación de peligros y la evaluación de riesgos como elementos fundamentales del sistema de gestión, mientras que el numeral 7.5 exige el control de la información documentada. Asimismo, el numeral 10.2 señala la necesidad de investigar incidentes, determinar causas y aplicar acciones correctivas, lo cual requiere registros sistemáticos y trazables sobre comportamientos inseguros y situaciones de riesgo. La gestión deficiente de estos requisitos normativos limita la eficacia del sistema preventivo y aumenta la probabilidad de ocurrencia de accidentes laborales.

La ausencia de un sistema digital organizado para la elaboración de informes sobre estos eventos crea una brecha en el cumplimiento, pone a la hacienda en riesgo de recibir sanciones y restringe su habilidad para certificarse en normas internacionales, lo cual influye negativamente en su competitividad en el mercado global del cacao.

El principal inconveniente radica, en la ineficacia y la falta de seguimiento de la gestión de comportamientos inseguros y condiciones de riesgo dentro del entorno laboral, resultado de procedimientos manuales y de la limitada implicación del personal operativo en la comunicación de posibles riesgos. Este déficit pone en peligro la seguridad de los empleados, aumenta la posibilidad de accidentes, eleva los gastos en la operatividad y la eficiencia se ve afectada. En este sentido, la creación de una aplicación digital para el reporte y seguimiento en tiempo real se propone como una solución estratégica que refuerce la cultura de prevención y produzca evidencias que se ajusten a la norma ISO 45001.

1.2 Justificación del problema

La presente investigación se justifica, en primer lugar, desde las dimensiones humana y social, ya que busca proteger la integridad física y la salud de los trabajadores de la hacienda cacaotera. Las labores agrícolas implican una exposición constante a riesgos ergonómicos, físicos y ambientales que, de no gestionarse adecuadamente, derivan en incidentes y accidentes, incluso enfermedades profesionales. La ausencia de un sistema moderno de reportería de actos y condiciones inseguras limita la capacidad de detectar y corregir a tiempo las situaciones peligrosas, incrementando la probabilidad de que los trabajadores sufran lesiones. De este modo, el estudio contribuye directamente a la construcción de un entorno laboral más seguro donde la prevención se convierte en una práctica cotidiana y no en una acción aislada.

En segundo lugar, la investigación se justifica en las dimensiones organizacional y económica. Los accidentes de trabajo generan pérdidas significativas para las empresas agrícolas, no solo en términos de costos médicos y compensaciones legales, sino también por las

interrupciones en la continuidad de la producción, el ausentismo y la disminución de la productividad. Un sistema digital de reportería aporta eficiencia en la gestión, ya que centraliza la información, facilita el seguimiento de acciones correctivas y genera reportes consolidados que permiten identificar patrones de riesgo y priorizar recursos. La inversión en herramientas tecnológicas de prevención se traduce así en un ahorro a mediano y largo plazo, al reducir la frecuencia y gravedad de los eventos negativos.

Desde la perspectiva normativa, la justificación es igualmente sólida. La legislación ecuatoriana y la norma internacional ISO 45001:2018 establecen la obligación de las organizaciones de implementar mecanismos para identificar peligros, investigar incidentes y documentar acciones de mejora. Al no contar con un sistema digitalizado de registro, la hacienda corre el riesgo de incumplir estos requisitos, lo que la expone a sanciones legales y limita sus posibilidades de obtener certificaciones que son cada vez más demandadas en los mercados internacionales. La propuesta de implementar una aplicación en Power Apps no solo permite cumplir con la normativa, sino que además genera evidencias objetivas y auditables, alineadas con estándares de clase mundial.

Finalmente, la investigación se justifica desde la dimensión académica y científica, ya que aporta al conocimiento sobre la incorporación de herramientas digitales en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo dentro del sector agrícola, un ámbito en el que los procesos de digitalización aún presentan un desarrollo limitado. El modelo propuesto, basado en una aplicación digital de reportería, es replicable en otras organizaciones agrícolas que compartan características operativas similares; no obstante, su efectividad depende de ciertas condiciones fundamentales. Entre ellas, se destaca la disponibilidad de personal de Seguridad y Salud en el Trabajo debidamente capacitado, con conocimientos técnicos y competencias en cultura preventiva, así como la capacidad de comprender el contexto operativo y comunicarse de manera efectiva con los trabajadores de campo. Este componente humano resulta clave para asegurar la

correcta implementación de la herramienta, la apropiación del sistema por parte del personal operativo y la transformación de la reportería en un mecanismo real de prevención. Bajo estas condiciones, el modelo puede adaptarse a distintos tipos de cultivos y realidades productivas, contribuyendo a la generación de entornos laborales más seguros y al fortalecimiento sostenible de la cultura de seguridad en el sector agrícola.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una herramienta digital en Microsoft PowerApps optimizando la gestión del sistema de seguridad en el trabajo en una hacienda cacaotera.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Diseñar la arquitectura de datos y los formularios digitales en Power Apps para el registro estandarizado y trazable de comportamientos inseguros y condiciones de riesgo, con un enfoque técnico aplicado a la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
2. Desarrollar un prototipo funcional de la aplicación en Power Apps, integrado con herramientas de Microsoft 365, orientado al fortalecimiento de la gestión organizacional de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
3. Evaluar el impacto de la herramienta digital en la gestión preventiva de riesgos laborales de la hacienda agrícola, considerando su aporte a la prevención y al control de desviaciones de seguridad.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Conceptos clave: Actos y condiciones inseguros

Para sustentar el estudio, es fundamental definir claramente los conceptos de acto y condición inseguros, porque son el núcleo del sistema que se va a construir.

Un acto inseguro se refiere a una conducta humana que incrementa el riesgo de un accidente, por ejemplo, operar maquinaria sin autorización, no usar equipo de protección personal, ignorar procedimientos de seguridad en el trabajo (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), 2024).

Una condición insegura es una situación del entorno de trabajo que puede generar un accidente, como la presencia de equipos defectuosos, deficiencias en la iluminación, pisos resbalosos o la ausencia de señalización adecuada. Diversos estudios señalan que los accidentes no ocurren de manera fortuita, sino que se originan a partir de la interacción entre comportamientos inseguros y situaciones de riesgo que los preceden (European Agency for Safety and Health at Work, 2022).

La guía técnica NTP-415 (España) enfatiza la importancia de diferenciar entre conductas inseguras que se realizan de manera intencionada y aquellas que se llevan a cabo sin ser conscientes. Algunos empleados son conscientes de los peligros, pero eligen no comportarse adecuadamente, mientras que otros no son capaces de identificar el riesgo (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), 2024).

1.4.2. Modelos de causalidad y pirámides de incidentes

Para justificar la importancia del registro sistemático de comportamientos inseguros y situaciones de riesgo, resulta pertinente apoyarse en definiciones de la seguridad industrial. La pirámide de Bird, desarrollada por Frank E. Bird Jr. y basada en el modelo de Heinrich, establece que los accidentes graves no ocurren de manera aislada, sino que son la consecuencia de una acumulación previa de incidentes menores y desviaciones de seguridad no controladas. Este enfoque plantea que, estadísticamente, por cada accidente grave existen cientos de incidentes y miles de comportamientos o condiciones peligrosas que no generan daño inmediato, pero que incrementan progresivamente el nivel de riesgo.

En el contexto de una hacienda cacaotera, esta relación resulta especialmente relevante, ya que muchas prácticas inseguras —como posturas inadecuadas, uso incorrecto de herramientas, deficiencias en el orden y la señalización o exposiciones prolongadas a factores ambientales— suelen normalizarse en las labores diarias y no ser reportadas al no generar consecuencias inmediatas. La ausencia de un sistema formal de registro impide visibilizar estas desviaciones de bajo nivel, limitando la capacidad de intervención preventiva. Desde esta perspectiva, la aplicación de la pirámide de Bird refuerza la necesidad de contar con una herramienta digital de reportería que permita identificar y gestionar oportunamente estos eventos iniciales, reduciendo así la probabilidad de que evolucionen hacia incidentes graves o accidentes laborales con impacto humano y productivo significativo (Marshall et al., 2018).

1.4.3 Seguridad basada en el comportamiento (Behavior-Based Safety, BBS)

La seguridad basada en el comportamiento (Behavior Based Safety, BBS) tiene como objetivo identificar, analizar y modificar comportamientos inseguros, promoviendo prácticas seguras mediante la observación sistemática, la retroalimentación y la participación activa de los trabajadores. En este enfoque, las conductas de riesgo no se conciben como fallas individuales, sino como elementos observables y registrables que permiten intervenir de manera preventiva. En este sentido, el uso de herramientas digitales, como una aplicación desarrollada en Power Apps, fortalece significativamente la implementación de una estrategia BBS, al facilitar el registro estructurado de observaciones, la trazabilidad de los comportamientos críticos y la generación de información en tiempo real para la toma de decisiones.

Asimismo, la digitalización del proceso de observación permite estandarizar los criterios de registro, reducir la subjetividad y asegurar la continuidad del seguimiento, aspectos fundamentales para la efectividad del modelo. Uno de los enfoques centrales de la BBS es la teoría tri-condicional del comportamiento seguro, la cual establece que para que un trabajador actúe de manera segura debe contar con condiciones adecuadas de trabajo, conocimientos

suficientes y disposición para aplicar prácticas seguras. Una herramienta digital puede apoyar estas tres condiciones al permitir identificar deficiencias en el entorno, detectar brechas de conocimiento a partir de patrones de comportamiento y reforzar la disposición al trabajo seguro mediante retroalimentación oportuna y seguimiento sistemático. De este modo, la integración de una aplicación de reportería digital no solo apoya la observación de comportamientos, sino que se convierte en un componente operativo clave para la implementación y sostenibilidad de un programa BBS en contextos agrícolas (Meliá Jose Luis, 2007).

1.4.4 Digitalización, tecnologías emergentes y seguridad ocupacional

El estudio relacionado con la Salud y Seguridad Ocupacional 4.0 o Industria 4.0 en el ámbito de SST indica que las innovaciones tecnológicas (IoT, inteligencia artificial, aplicaciones móviles, dispositivos) facilitan una administración más anticipada, predictiva e interconectada (International Labour Office, 2025). En esta misma línea, el informe "Innovaciones Digitales para la Seguridad Laboral" destaca que la digitalización aplicada en sectores de alto riesgo genera beneficios como el monitoreo en tiempo real, alertas tempranas y un mayor nivel de conciencia sobre la seguridad entre los trabajadores (AKYILDIZ, 2023).

Desde una perspectiva empírica, el estudio "Soluciones digitales para la seguridad laboral: Un estudio empírico sobre su adopción en pequeñas y medianas empresas metalúrgicas en Italia" presenta pruebas concretas de que las herramientas digitales especializadas pueden optimizar el rendimiento en materia de seguridad, disminuir los accidentes y facilitar la gestión de riesgos particulares (Cagno et al., 2024). Estos hallazgos refuerzan la pertinencia de implementar soluciones digitales adaptadas a las características de cada sector.

En cuanto a los aspectos técnicos del diseño de sistemas, el esquema conceptual para la notificación digital de incidentes en laboratorios (Badea et al., 2025) sugiere cinco funciones esenciales para un sistema de reporte digital: introducción organizada, categorización, notificaciones, acceso a los informes y monitoreo de las acciones.

De manera complementaria, los documentos desarrollados por la European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA) ofrece directrices sobre la forma de desarrollar sistemas de vigilancia digital en los entornos laborales como herramientas que son requeridas para los desafíos en infraestructura, aceptación y privacidad (European Agency for Safety and Health at Work, 2022).

Asimismo, el documento “Sistemas digitales inteligentes de monitoreo para la seguridad laboral” (EU-OSHA) ofrece directrices sobre el diseño de sistemas de vigilancia digital en entornos laborales, los recursos que se requieren y los desafíos (infraestructura, aceptación, privacidad) que pueden surgir (El Bouchikhi et al., 2024).

1.4.5 Gestión de la información, trazabilidad y agentes de consulta

En los textos sobre la gestión de la información en sistemas de seguridad, se enfatiza la importancia de la trazabilidad, las auditorías internas y la creación automática de informes como pruebas para los sistemas de gestión. En el ámbito de la responsabilidad fundamentada en datos, investigaciones recientes como “The Internet of Responsibilities” (Tang et al., 2023) proponen modelos para enlazar las responsabilidades humanas a través de Big Data y blockchain, permitiendo que cada parte pueda recibir informes de responsabilidad basados en datos automáticos.

En “Un Sistema de Gestión de Responsabilidad Humana Basado en Datos” se sugiere un sistema inteligente que supervisa el cumplimiento de deberes y notifica de forma automática cuando las tareas no se llevan a cabo dentro de los plazos establecidos (Tang et al., 2020).

1.4.6 Cultura de seguridad y participación del trabajador

Los análisis sobre ciberseguridad resaltan que la confianza del usuario, la facilidad de uso del sistema y la percepción de utilidad (¿es útil o simplemente es control?) son elementos fundamentales para que se acepte su uso. Por ejemplo, la OIT (International Labour Office,

2025) menciona desafíos relacionados con la regulación y la aceptación en la implementación de IA/digitalización.

La literatura sobre innovación tecnológica en SST destaca que solo tener la herramienta no es suficiente; se requiere inversión en formación, manejo del cambio y apoyo (Koh & Tan, 2024) mencionó que las plataformas digitales pueden mejorar los procesos de reporte, investigación y corrección. En entornos agrícolas y rurales, la diferencia en el acceso a la tecnología, la familiaridad con dispositivos móviles y la conectividad pueden afectar la adopción. Varios estudios sobre digitalización agrícola señalan que, sin una interfaz fácil de usar y formación continua, la herramienta puede no aprovecharse adecuadamente.

CAPÍTULO 2

2. Metodología

La investigación actual tomó un enfoque descriptivo-aplicado, con un diseño no experimental y de tipo transversal (Carlos-Baptista Lucio, 2006). Su objetivo fue observar y examinar la situación presente de la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en una plantación de cacao, con el propósito de caracterizar las prácticas existentes de reporte de comportamientos inseguros y situaciones de riesgo. A partir de dicho diagnóstico, se diseñó e implementó una herramienta digital orientada a mejorar la gestión preventiva mediante el uso de tecnologías de la plataforma Microsoft Power Apps.

El carácter aplicado de la investigación se sustenta en que el objetivo central no se limita a la descripción del fenómeno, sino que busca proponer y evaluar una solución tecnológica concreta que contribuya a fortalecer la prevención de riesgos laborales y a facilitar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma ISO 45001:2018 y la legislación ecuatoriana vigente.

En coherencia con el problema planteado, la investigación se guio por la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera la implementación de una herramienta digital de reportería influye en la gestión preventiva de comportamientos inseguros y situaciones de riesgo en una hacienda cacaotera?

De forma complementaria, se planteó la siguiente hipótesis aplicada:

La implementación de una herramienta digital de reportería mejora la gestión preventiva en la hacienda cacaotera, al incrementar la cantidad y oportunidad de los reportes, optimizar el seguimiento de las acciones correctivas y fortalecer la participación de los trabajadores.

La estructura metodológica de la investigación se desarrolló en las siguientes fases:

- **Análisis del problema:** Evaluación de la situación actual del proceso de reporte de comportamientos inseguros y condiciones peligrosas, mediante entrevistas al personal clave, revisión documental y observación directa en campo.

- **Diseño de la solución:** Definición de la arquitectura de datos en SharePoint, diseño de formularios digitales en Power Apps y configuración de flujos de trabajo orientados a la gestión de acciones correctivas.
- **Desarrollo del prototipo:** Implementación de la aplicación en Power Apps, con integración a herramientas del ecosistema Microsoft 365 para la consulta, gestión y análisis de la información.
- **Prueba piloto:** Ejecución controlada de la herramienta digital en la hacienda seleccionada durante un periodo de ocho semanas, con participación del personal operativo y de supervisión.
- **Evaluación del impacto:** Análisis comparativo de indicadores relacionados con el número de reportes, tiempos de cierre de planes de acción y nivel de participación de los trabajadores, en relación con la línea base inicial.

2.1 Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por los empleados agrícolas y supervisores de una plantación de cacao, involucrados directamente en actividades operativas como la recolección, el manejo postcosecha y los procesos de secado del producto. Estos actores participan de manera directa en la ejecución de las tareas productivas y en la identificación de comportamientos inseguros y situaciones de riesgo dentro del entorno laboral.

Para el desarrollo del proyecto piloto, se seleccionó una muestra de tipo intencionado, considerando la participación de aquellos actores clave que intervienen de forma directa en el proceso de reporte y gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. La muestra incluyó los siguientes grupos:

- Supervisores de campo, responsables de verificar los reportes registrados, realizar el seguimiento correspondiente y coordinar las acciones correctivas.

- Empleados operativos, principales usuarios de la aplicación digital, encargados del registro de incidentes, comportamientos inseguros y situaciones de riesgo.
- Responsables del área de Seguridad y Salud en el Trabajo, quienes gestionan, validan y cierran los planes de acción correctiva derivados de los reportes.

2.1.1 Criterios de inclusión

Se incluyeron en el estudio aquellos participantes que cumplieron con los siguientes criterios:

- Personal con relación laboral activa en la plantación de cacao durante el periodo de ejecución del proyecto piloto.
- Trabajadores y supervisores que desempeñan funciones operativas o de supervisión directamente relacionadas con las actividades agrícolas.
- Personal del área de Seguridad y Salud en el Trabajo con responsabilidad directa en la gestión de riesgos y acciones correctivas.
- Participantes que aceptaron voluntariamente formar parte del estudio y utilizar la herramienta digital durante el periodo de prueba.

2.1.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron del estudio los siguientes casos:

- Personal administrativo sin participación directa en las actividades operativas ni en la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Trabajadores temporales o contratistas que no permanecieron durante todo el periodo del proyecto piloto.
- Personas que no contaban con acceso a los dispositivos necesarios para el uso de la aplicación o que no participaron activamente en el proceso de reporte durante la fase de prueba.

El tamaño de la muestra se definió en función de las condiciones operativas reales de la hacienda y de las limitaciones de conectividad existentes en las áreas de trabajo. La población total de estudio estuvo conformada por N trabajadores (empleados operativos, supervisores y personal de Seguridad y Salud en el Trabajo). A partir de esta población, se aseguró la participación de al menos el 20 % de los trabajadores de campo, así como la inclusión del 100 % de los supervisores, con el fin de garantizar la representatividad de los actores directamente involucrados en el proceso de reporte y gestión preventiva.

Durante el diagnóstico inicial se identificaron zonas de la plantación con cobertura móvil limitada, principalmente en áreas alejadas de los puntos administrativos. Para mitigar esta limitación, el registro de información se planificó de manera que los datos pudieran ser ingresados en puntos con conectividad disponible o consolidados posteriormente, evitando así la pérdida de información y asegurando la continuidad del proceso de reportería durante la prueba piloto.

2.2 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

- Entrevistas semiestructuradas dirigidas a los responsables del área de Seguridad y Salud en el Trabajo y a los supervisores de campo, con el fin de identificar necesidades, barreras operativas y expectativas respecto al sistema de reportería.
- Revisión documental y normativa, que incluyó procedimientos internos de inspección, registros históricos de incidentes, matrices de riesgos y los lineamientos establecidos en la norma ISO 45001:2018.
- Mapeo de procesos, utilizado para representar los flujos actuales y propuestos de reporte de comportamientos inseguros, identificación de situaciones de riesgo y ejecución de acciones correctivas.

- Encuestas de satisfacción y usabilidad, aplicadas a los usuarios finales de la aplicación al término de la prueba piloto, con el propósito de evaluar la aceptación y facilidad de uso de la herramienta digital.
- Registros digitales generados por la aplicación, los cuales constituyeron la principal fuente de información para el análisis de indicadores de gestión preventiva, tales como volumen de reportes, tiempos de respuesta y seguimiento de acciones correctivas.

2.3 Procedimiento

Fase 1. Diagnóstico de la situación actual

En esta fase se buscó comprender de manera sistemática el estado actual de la gestión de comportamientos inseguros y situaciones de riesgo en la hacienda cacaotera.

Observación directa en campo:

Se realizaron inspecciones en las áreas de cosecha, postcosecha y secado, utilizando una lista de verificación estructurada, elaborada a partir de los procedimientos internos de seguridad y los criterios establecidos en la norma ISO 45001:2018. Esta herramienta permitió estandarizar la observación, reducir la subjetividad del observador y asegurar la consistencia en la identificación de prácticas inseguras, condiciones peligrosas y factores ambientales críticos. Los hallazgos fueron registrados mediante notas de campo y evidencias fotográficas, lo que facilitó la comparación entre las prácticas reales y los procedimientos documentados.

En esta fase se buscó comprender el estado actual de la gestión de actos y condiciones inseguros en la hacienda.

Revisión de datos históricos:

Se analizaron los formatos existentes de reportes manuales, registros de inspección y documentación asociada a la gestión preventiva, evaluando aspectos como la frecuencia de registro, el nivel de detalle, la completitud de la información y la trazabilidad de las acciones

correctivas. Este análisis permitió establecer una línea base del desempeño del sistema de reporte previo a la digitalización.

Entrevistas a personal clave:

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a empleados operativos, supervisores de campo y responsables del área de Seguridad y Salud en el Trabajo. Las entrevistas fueron documentadas mediante registros escritos estructurados, basados en una guía previamente definida, lo que permitió sistematizar la información recopilada. Los contenidos abordaron los riesgos más recurrentes, las limitaciones del reporte manual y las expectativas frente a una solución digital. Esta información cualitativa fue utilizada para definir los requisitos funcionales de la aplicación.

La información obtenida mediante observación, revisión documental y entrevistas fue triangulada, contrastando los hallazgos cualitativos con los registros históricos, con el fin de validar patrones recurrentes y asegurar la coherencia de los resultados del diagnóstico.

Fase 2. Diseño de la solución digital

Con base en el diagnóstico realizado, se desarrolló el diseño conceptual y técnico de la herramienta digital.

Definición de requisitos funcionales y técnicos:

Se definieron los campos esenciales para el registro de hallazgos, tales como fecha, área, tipo de evento, evidencia fotográfica, nivel de severidad, responsable y acción correctiva asociada.

Asimismo, se establecieron requisitos técnicos relacionados con la compatibilidad con dispositivos móviles, la integración con Microsoft 365 y la facilidad de uso en entornos con conectividad intermitente.

Modelado de la estructura de datos:

Se diseñó la arquitectura de datos en SharePoint mediante listas y columnas organizadas que garantizan la trazabilidad de la información y permiten su posterior análisis. El modelo incluyó

estructuras para el registro de comportamientos inseguros, condiciones peligrosas, planes de acción y usuarios del sistema.

Diseño de formularios digitales:

En Power Apps se desarrollaron formularios con menús desplegados, valores predefinidos y carga de evidencias fotográficas, priorizando la estandarización de los registros y la reducción de errores en la entrada de datos.

Fase 3. Desarrollo del prototipo

En esta etapa se implementó la solución tecnológica de forma progresiva.

Construcción de la aplicación:

Se desarrollaron las pantallas de registro, navegación y consulta de información en Power Apps, realizando pruebas internas para verificar la estabilidad, la correcta vinculación con SharePoint y la funcionalidad general del sistema.

Integración del asistente de inteligencia artificial:

Se integró un agente de consulta conectado a la base de datos, que permite a los usuarios realizar consultas en lenguaje natural sobre los registros y planes de acción pendientes. Este componente funcionó como apoyo analítico para la comprensión y uso de la información generada.

Fase 4. Implementación piloto

La fase piloto permitió evaluar la herramienta en un entorno real y controlado.

Capacitación de usuarios:

Se realizaron talleres prácticos dirigidos a 3 supervisores, 36 empleados operativos y 2 responsables de SST, enfocados en el uso de la aplicación, la importancia del registro digital y la incorporación de evidencias fotográficas.

Ejecución de la prueba piloto:

La aplicación fue utilizada durante un periodo de ocho semanas, durante las cuales se recopilaron reportes digitales, planes de acción y seguimientos asociados.

Fase 5. Evaluación del impacto

Finalmente, se evaluó la efectividad de la herramienta digital implementada.

Análisis comparativo de indicadores:

Se compararon los resultados obtenidos durante la fase piloto con la línea base inicial, considerando indicadores como el volumen de reportes, el tiempo promedio de cierre de acciones correctivas y el nivel de participación del personal.

Encuestas de satisfacción:

Se aplicaron encuestas a los usuarios finales para evaluar la facilidad de uso, la utilidad percibida, la reducción del tiempo de elaboración de reportes y la confianza en el sistema.

CAPÍTULO 3

3. Resultados y análisis

3.1 Resultados del diagnóstico inicial del proceso de reportería

El diagnóstico inicial permitió identificar las principales limitaciones del proceso de reporte de comportamientos inseguros y condiciones peligrosas previo a la implementación de la solución digital. Los resultados evidenciaron que la reportería se realizaba de forma manual, lo cual dificultaba la consolidación de información y limitaba la capacidad de análisis preventivo, tal como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Principales hallazgos del diagnóstico inicial

Aspecto evaluado	Resultado identificado
Medio de reporte	Uso predominante de formatos físicos
Trazabilidad	Limitada
Participación	Media
Seguimiento	No sistematizado

Nota. Datos del diagnóstico inicial.

3.2 Resultado del diseño de la arquitectura de la solución digital

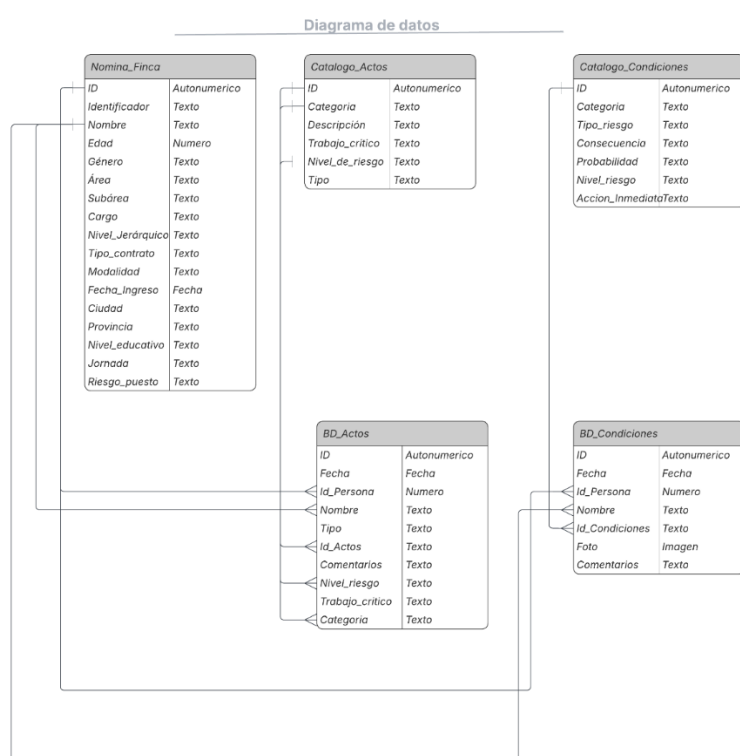
Como resultado de la fase de diseño de la solución, se definió una arquitectura de datos estructurada bajo el esquema estrella, utilizando un modelo de base de datos tipo dimensional, compuesto por tablas de hechos y tablas de dimensiones interrelacionadas mediante identificadores únicos.

Este esquema permitió organizar la información de forma eficiente, facilitando la trazabilidad, el análisis agregado de los datos y la escalabilidad futura de la aplicación. La arquitectura fue implementada utilizando listas de SharePoint como repositorio central, integradas con Power Apps para la captura de información.

La tabla de hechos concentró los registros principales de los reportes generados desde la aplicación, incluyendo información relevante como fecha, tipo de reporte, nivel de riesgo y estado de la acción correctiva. Por su parte, las tablas de dimensiones almacenaron datos descriptivos asociados, tales como personas, actos inseguros, condiciones inseguras, conectadas a la tabla de hechos mediante identificadores únicos, tal como se presenta en la Figura 1.

Figura 1

Arquitectura de datos basada en esquema estrella implementada en la solución digital



Nota. La figura muestra el diagrama de datos de la aplicación

3.3 Resultados del desarrollo del prototipo digital

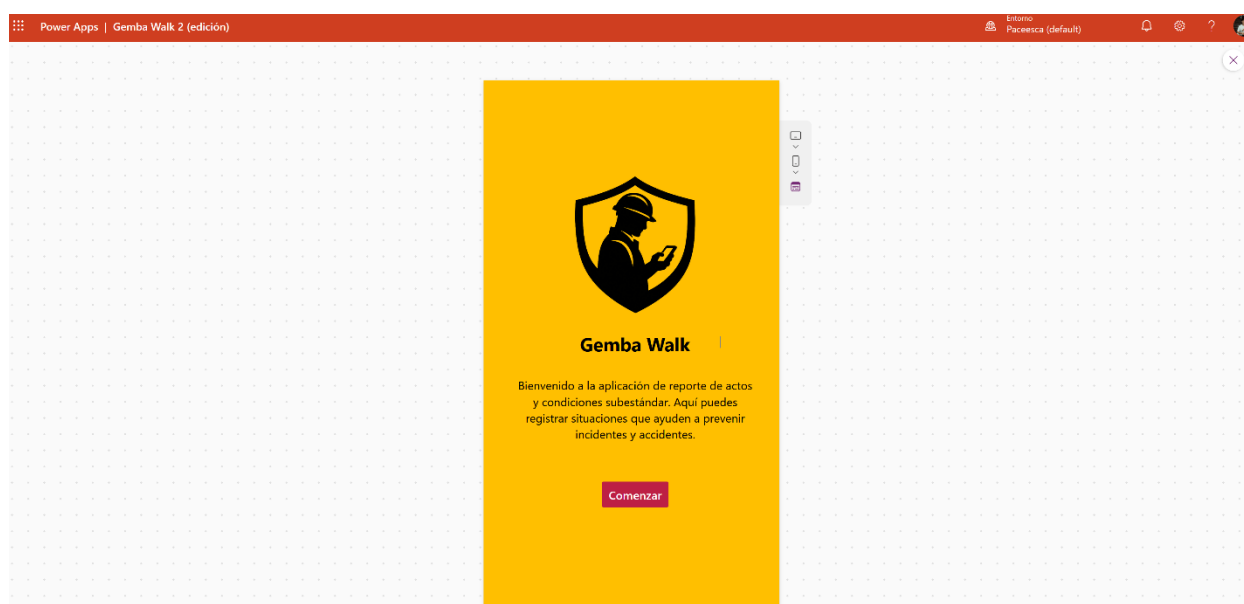
El prototipo digital fue desarrollado en Power Apps y estructurado mediante múltiples pantallas funcionales, diseñadas para facilitar la interacción del usuario y adaptarse a las condiciones operativas del entorno agrícola.

3.3.1 Pantalla de inicio de la aplicación

La pantalla inicial de la aplicación presentó un mensaje introductorio orientado a informar al usuario sobre el propósito y alcance de la herramienta digital, reforzando su enfoque preventivo dentro del sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo, tal como se presenta en la Figura 2.

Figura 2

Pantalla de inicio de la aplicación digital



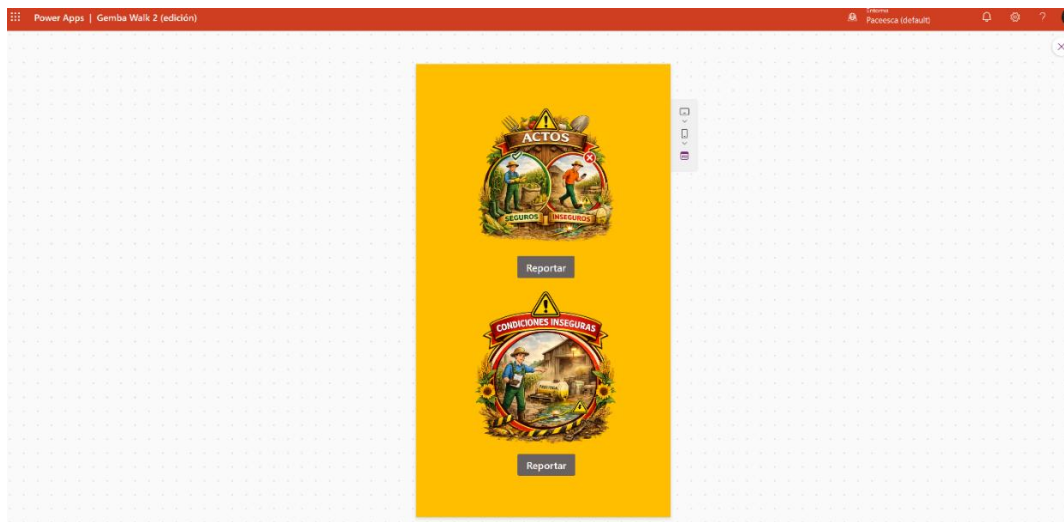
Nota. La figura muestra la pantalla de inicio de la aplicación

3.3.2 Pantalla de selección: actos inseguros y condiciones peligrosas

Posteriormente, la aplicación presentó una pantalla de selección en la cual el usuario pudo identificar el tipo de reporte a registrar, diferenciando claramente entre actos inseguros y condiciones peligrosas. Esta segregación permitió orientar al usuario desde el inicio y mejorar la calidad del registro de información, tal como se presenta en la Figura 3.

Figura 3

Pantalla de selección de tipo de reporte



Nota. La figura muestra la pantalla de selección de la aplicación

3.3.3 Pantallas de registro de información actos y condiciones

Una vez seleccionado el tipo de reporte, la aplicación redirigió al usuario a una pantalla específica para el ingreso de la información correspondiente, ya sea para actos inseguros o para condiciones peligrosas.

Los campos y opciones disponibles en estas pantallas fueron definidos a partir de la información recopilada durante las entrevistas y conversaciones sostenidas con técnicos de Seguridad y Salud en el Trabajo y operadores de campo, asegurando que los datos registrados reflejaran la realidad operativa de la hacienda, tal como se presenta en la Figura 4 y Figura 5.

Para soportar esta funcionalidad, se diseñaron listas de SharePoint que actuaron como tablas de dimensiones, entre las que se incluyeron:

- Catálogo de actos inseguros
- Catálogo de condiciones inseguras
- Registro de personas

Figura 4

Pantalla de reporte de actos seguros e inseguros

Power Apps | Gemba Walk 2 (edición) Entorno Pacesca (default)

Reporte de Actos

Nombres
Diego Roberto Cedeño

Área **Cargo**
Seguridad Inspector SST

Sub área
Seguridad Física

Fecha
ju., 11 de dic. de 2025

Tipo de acto
Negativo

Actividad
Uso de EPP
Uso incorrecto o incompleto del EPP

Comentario
Colaborado no estaba usando epp para ...

Reportar

Nota. La figura muestra la configuración la pantalla de actos

Figura 5

Pantalla de reporte de condiciones

Power Apps | Gemba Walk 2 (edición) Entorno Pacesca (default)

Reporte de Condiciones

Nombres
José Marcelo Albormoz

Área **Cargo**
Logística Auxiliar Logístico

Sub área
Despacho

Fecha
do., 8 de feb. de 2026

Tipo de condición
Falta de señalización

Foto
[Black Box]

Comentario
Area de bodega con trabajos sin señaliz ...

Reportar

Nota. La figura muestra la configuración la pantalla de condiciones

3.3.4 Lógica funcional implementada en Power Apps

La aplicación utilizó el lenguaje funcional propio de Power Apps, tal como se presenta en la Figura 6, para interactuar con las listas de SharePoint, permitiendo consultar información desde las tablas de dimensiones y registrar nuevos reportes en la tabla de hechos.

A modo de ejemplo, la lógica funcional permitió:

- Consultar datos desde la base de personas.
- Seleccionar actos o condiciones desde los catálogos definidos.
- Registrar la información consolidada en una nueva tabla de reportes.

Figura 6

Lógica funcional para consulta de actos del catálogo definido

```

Distinct(
  Filter(
    Catalogo_Actos;
    'Tipo (Positivo / Negativo)' = ComboboxCanvas3.Selected.Value &&
    Title = ComboboxCanvas2_1.Selected.Value
  );
  Descripción
)

```

Nota. La figura muestra parte del código de la aplicación

3.4 Implementación de la reportería en tiempo real en Power BI

3.4.1 Resultados de la implementación del Dashboard de Condiciones

Como parte del fortalecimiento del sistema digital desarrollado, se implementó un dashboard analítico orientado al monitoreo de las condiciones peligrosas reportadas en la organización. Este panel permitió consolidar en tiempo real la información registrada desde la aplicación, facilitando la visualización estratégica de indicadores clave.

Durante el periodo evaluado, el dashboard mostró un total de 54 reportes de condiciones peligrosas, distribuidos de la siguiente manera:

- 30 condiciones cerradas
- 13 condiciones abiertas
- 9 en seguimiento
- 2 canceladas

Estos resultados evidenciaron que más de la mitad de las condiciones reportadas habían sido gestionadas y cerradas, lo que reflejó una capacidad de respuesta efectiva dentro del sistema preventivo.

En cuanto al nivel de riesgo de las condiciones abiertas, el análisis mostró que:

- El mayor número correspondió a nivel Alto.
- En segundo lugar, nivel Medio.
- En menor proporción, nivel Crítico.

Esta distribución permitió identificar que, si bien existían riesgos relevantes, el sistema estaba captando oportunamente situaciones antes de que escalaran a niveles críticos elevados.

El análisis mensual evidenció un incremento en el número de reportes entre noviembre y diciembre, pasando de 26 a 28 registros, lo cual indicó una mayor participación en el proceso de identificación de riesgos físicos y estructurales, tal como se presenta en la Figura 7.

La sección de listado detallado permitió visualizar comentarios asociados a cada condición, facilitando la comprensión cualitativa de los problemas más recurrentes, tales como:

- Falta de orden y limpieza.
- Iluminación deficiente.
- Derrames sin control.

La implementación del dashboard de condiciones permitió transformar registros operativos en información estratégica, fortaleciendo el monitoreo preventivo y la priorización de intervenciones correctivas.

Figura 7

Dashboard de monitoreo y gestión de condiciones peligrosas



Nota. El dashboard presenta el número total de reportes de condiciones peligrosas, su estado (cerradas, abiertas, en seguimiento y canceladas)

3.4.2 Resultados de la implementación del Dashboard de Actos

Se implementó un dashboard específico para el análisis de actos inseguros, permitiendo diferenciar comportamientos reportados y analizar su impacto dentro del sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Durante el periodo evaluado se registraron 343 reportes de actos inseguros, clasificados en:

- 140 positivos
- 203 negativos

La predominancia de actos negativos evidenció la importancia de mantener estrategias de sensibilización y capacitación orientadas al comportamiento seguro, tal como se presenta en la Figura 8.

En cuanto a la distribución por nivel de riesgo, el panel mostró que:

- Los niveles Medio y Alto concentraron la mayor cantidad de reportes.

- El nivel Bajo presentó una frecuencia considerablemente menor.

Esto permitió identificar que los comportamientos inseguros estaban asociados principalmente a riesgos de magnitud relevante, lo cual reforzó la necesidad de intervención preventiva focalizada.

El análisis mensual mostró una variación significativa:

- Enero presentó menor cantidad de reportes.
- Noviembre mostró el punto más alto.
- Diciembre evidenció una disminución posterior.

Esta tendencia permitió identificar posibles factores estacionales o cambios operativos que influyeron en el comportamiento preventivo.

El módulo de “Trabajo crítico” representado mediante un mapa jerárquico (treemap) permitió identificar las categorías con mayor incidencia, entre ellas:

- Electricidad
- Orden y limpieza
- Comportamiento
- Dispositivos digitales
- Espacios confinados
- Altura
- Vehículos
- Maquinaria

Esta visualización permitió priorizar áreas críticas de intervención y diseñar acciones correctivas más específicas.

Figura 8

Dashboard de análisis y clasificación de actos



Nota. El dashboard muestra el total de actos registrados, su clasificación en positivos y negativos, la distribución por nivel de riesgo, la tendencia mensual de reportes y la identificación de trabajos críticos asociados.

3.5 Resultados de la prueba piloto de la herramienta digital

La prueba piloto se desarrolló durante un periodo de ocho semanas, permitiendo evaluar el comportamiento real de los usuarios y la adopción progresiva de la herramienta digital en el entorno operativo.

Durante este periodo, se evidenció un incremento gradual en la participación de los usuarios, tanto del personal operativo como de los supervisores, lo que reflejó una mayor familiarización con la aplicación y una integración progresiva de la herramienta en las actividades diarias de reporte preventivo.

La participación de los usuarios no fue constante en las primeras semanas, observándose una curva de adopción creciente conforme avanzó el periodo de prueba, lo cual resultó consistente con procesos de implementación tecnológica en entornos no digitalizados previamente.

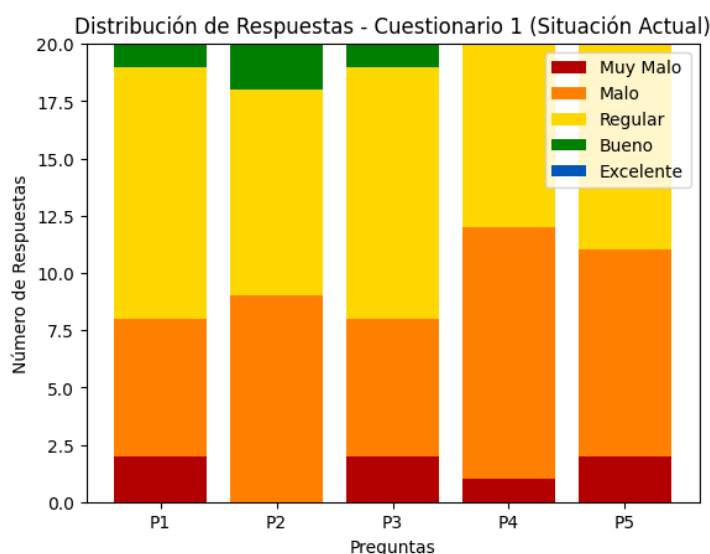
3.6 Evaluación del impacto de la herramienta digital

3.6.1 Descripción e interpretación del gráfico – Cuestionario 1 situación antes de la aplicación)

La Figura 9 de la distribución de respuestas del cuestionario 1 muestra que, en todas las preguntas evaluadas, predominan las categorías “Regular” y “Malo”, representadas principalmente por los colores amarillo y naranja. Se observa una presencia constante de valoraciones negativas, especialmente en la dimensión de confiabilidad (P4), donde la categoría “Malo” destaca visualmente sobre las demás. Asimismo, las respuestas en “Bueno” son mínimas y la categoría “Excelente” no aparece en ninguna de las preguntas, lo que evidencia la ausencia de una percepción altamente positiva del sistema actual. En general, la distribución visual refleja que el método tradicional de registro es percibido como funcional, pero con claras debilidades, ya que no logra generar niveles altos de satisfacción ni confianza entre los usuarios. El predominio de tonos cálidos en la figura 9 transmite una evaluación mayormente desfavorable del proceso previo a la implementación de la herramienta digital.

Figura 9

Distribución de respuestas del Cuestionario 1 – Situación antes del proceso de registro



Nota. El gráfico muestra la frecuencia de respuestas por pregunta (P1–P5) según la escala de valoración (Muy Malo a Excelente), permitiendo identificar la percepción inicial del proceso antes de la implementación de la herramienta digital.

3.6.2 Descripción e interpretación del gráfico – Cuestionario 2 (Durante el uso de la aplicación)

La Figura 10 evidencia un cambio estructural significativo en la percepción de los usuarios durante el uso de la aplicación. A diferencia del cuestionario inicial, desaparecen completamente las categorías negativas (“Muy Malo” y “Malo”), lo que indica que la herramienta digital elimina la percepción de deficiencia presente en el método tradicional.

Se observa una concentración predominante en las categorías positivas “Bueno” y “Excelente” en todas las preguntas evaluadas. La dimensión mejor valorada corresponde al carácter intuitivo de la navegación (P4), donde la mayoría de las respuestas se ubican en “Excelente”, reflejando que el diseño de la interfaz resulta comprensible y fácil de utilizar para los usuarios. Asimismo, la utilidad de la aplicación (P5) y la facilidad de uso por primera vez

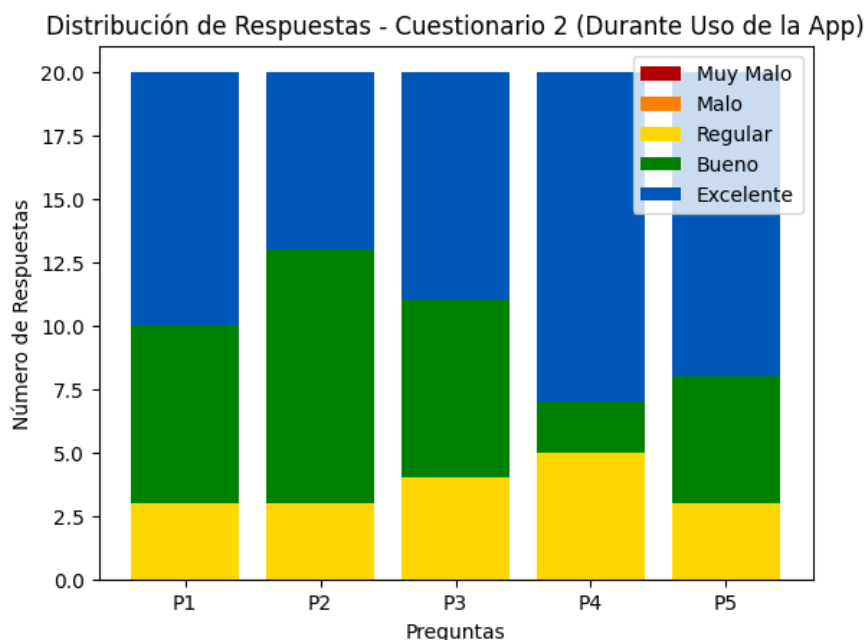
(P1) muestran una alta proporción de valoraciones en “Excelente”, lo que demuestra una adecuada experiencia de usuario desde el primer contacto con la herramienta.

En cuanto a la claridad de la información (P2) y la rapidez para registrar datos (P3), también predominan respuestas en “Bueno” y “Excelente”, confirmando mejoras en eficiencia operativa y comprensión del sistema. Aunque existe un pequeño porcentaje en “Regular”, este no representa una percepción negativa, sino un margen de mejora en aspectos específicos.

Visualmente, el predominio de colores verde y azul en la figura 10 transmite una mejora sustancial respecto al escenario anterior, donde dominaban tonos cálidos asociados a percepción negativa. Este cambio evidencia que la implementación de la aplicación digital impacta positivamente en facilidad, claridad, rapidez, navegación y utilidad del proceso de registro.

Figura 10

Distribución de respuestas del Cuestionario 2 – Evaluación durante el uso de la aplicación



Nota. El gráfico presenta la frecuencia de respuestas por pregunta (P1–P5) durante la implementación de la herramienta digital, evidenciando una mejora en la percepción del proceso y un incremento en las valoraciones positivas (Bueno y Excelente).

3.6.3 Descripción e interpretación del gráfico – Cuestionario 3 (Después del uso de la aplicación)

La Figura 11 correspondiente al cuestionario posterior a la implementación de la aplicación confirma la consolidación de una percepción altamente positiva por parte de los usuarios. Al igual que en la etapa “Durante”, desaparecen completamente las valoraciones negativas (“Muy Malo” y “Malo”), lo que indica que la herramienta digital no solo resolvió las deficiencias del sistema tradicional, sino que mantiene un desempeño estable en el tiempo.

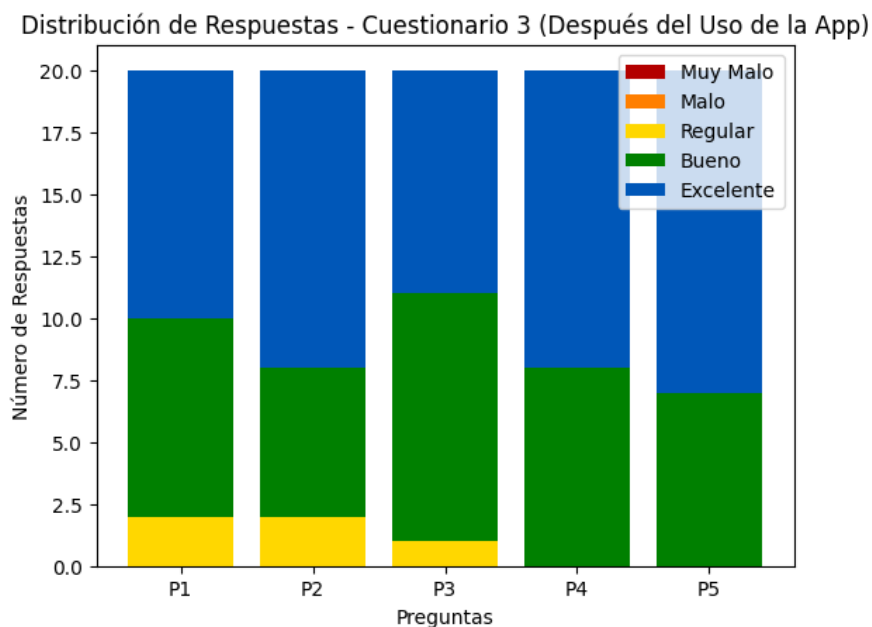
Se observa un predominio claro de la categoría “Excelente” en todas las dimensiones evaluadas. Destaca especialmente la disposición a seguir usando la app en el futuro (P4) y la recomendación a otros usuarios (P5), donde la mayoría de las respuestas se concentran en el nivel más alto de valoración. Esto evidencia no solo satisfacción, sino también aceptación y validación del sistema por parte de los colaboradores.

Asimismo, la percepción de mejora del proceso comparado con el método anterior (P2) presenta una fuerte concentración en “Excelente”, lo que demuestra que los usuarios identifican un cambio tangible y significativo respecto al escenario inicial. En cuanto a la confiabilidad de la información registrada (P3), las respuestas reflejan una mejora sustancial frente al cuestionario previo a la digitalización, donde esta dimensión era la más crítica.

El predominio de colores verde y azul en todas las preguntas transmite estabilidad, eficiencia y alto nivel de aceptación. La reducción progresiva del color amarillo (Regular) respecto al cuestionario “Durante” indica que la percepción positiva no solo se mantiene, sino que se fortalece tras el uso continuo de la herramienta.

Figura 11

Distribución de respuestas del Cuestionario 3 – Evaluación posterior a la implementación de la aplicación



Nota. El gráfico muestra la frecuencia de respuestas por pregunta (P1–P5) después del uso de la herramienta digital, evidenciando una predominancia de valoraciones positivas (Bueno y Excelente) y la reducción de percepciones negativas respecto a la situación inicial.

3.7 Análisis de costos de la solución propuesta

El análisis de costos consideró las fases de diseño, desarrollo, configuración, implementación y puesta en marcha del prototipo digital, con el objetivo de determinar la viabilidad económica de la herramienta desarrollada para la gestión del Sistema de Seguridad.

Los costos fueron clasificados en tres categorías principales:

- **Costos de desarrollo**, relacionados con el diseño funcional, arquitectura y programación de la aplicación.
- **Costos de implementación**, asociados a la configuración de la base de datos y despliegue del sistema.

- **Costos operativos**, vinculados al uso de licencias tecnológicas y capacitación de usuarios.

Es importante señalar que la solución se desarrolló sobre el ecosistema Microsoft 365, utilizando Power Apps, SharePoint y Power BI, herramientas ya adoptadas en la organización. No obstante, se incluye el costo anual de licenciamiento como parte del análisis financiero para estimar el costo real de sostenibilidad de la plataforma, como se evidencia en la tabla 2.

Tabla 2

Resumen de costo estimados del proyecto

Concepto	Costo estimado
Diseño de la solución (arquitectura y modelado de datos)	100 USD
Desarrollo en Power Apps	500 USD
Configuración y estructuración de listas en SharePoint	200 USD
Diseño de dashboard básico en Power BI	200 USD
Capacitación básica a usuarios finales	100 USD
Licenciamiento Microsoft 365 (anual estimado)	240
Costo total estimado primer año	1.340 USD

Nota. La estimación incluye costos de diseño, desarrollo, implementación, capacitación y licenciamiento anual de Microsoft 365 para el primer año de operación.

Desde el punto de vista financiero, la solución presenta viabilidad económica favorable, considerando que la inversión inicial del primer año asciende aproximadamente a 1.340 USD, incluyendo licenciamiento.

En comparación con soluciones comerciales especializadas en gestión de SST, cuyos costos pueden superar varios miles de dólares anuales, la alternativa desarrollada resulta significativamente más accesible y adaptable a las necesidades específicas de la organización.

Asimismo, la solución demuestra factibilidad tecnológica, al utilizar plataformas escalables, seguras y compatibles con la infraestructura digital existente, lo que permite futuras ampliaciones sin requerir reinversiones significativas.

En consecuencia, el análisis confirma que la herramienta digital no solo es económicamente sostenible en el corto plazo, sino que constituye una inversión estratégica para la modernización y eficiencia del sistema de gestión.

CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Las conclusiones que se presentan a continuación se fundamentaron en los resultados obtenidos durante el desarrollo, implementación y evaluación de la herramienta digital para la gestión de comportamientos inseguros y condiciones peligrosas en la hacienda cacaotera seleccionada. Cada conclusión se encuentra directamente vinculada con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

1. Los resultados evidenciaron que el sistema manual previo presentaba debilidades significativas en términos de trazabilidad, participación del personal y seguimiento de acciones correctivas. Esta caracterización permitió establecer una línea base clara, sobre la cual se diseñó la solución digital propuesta.

2. La adopción de un modelo dimensional con tablas de hechos y dimensiones interconectadas mediante identificadores únicos permitió organizar la información de forma estructurada, evitar duplicidades y facilitar el análisis agregado de los datos. Este enfoque representó un aporte técnico relevante, al incorporar principios de modelado de datos aplicados al ámbito de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

3. La herramienta digital se adaptó a las condiciones operativas de la hacienda, incluyendo limitaciones de conectividad y nivel de alfabetización digital de los usuarios. La segregación entre actos inseguros y condiciones peligrosas mejoró la claridad en el registro de información, mientras que la estructura modular permitió un uso intuitivo por parte del personal operativo y de supervisión.

4. La prueba piloto se evidenció un aumento progresivo en el número de reportes registrados, lo que indicó una mejora en la cultura de participación preventiva. La línea de tiempo de adopción mostró una curva creciente, asociada a la familiarización con la herramienta digital.

5. Los resultados de los cuestionarios mostraron una disminución de valoraciones negativas (Muy Malo/Malo) y un incremento significativo en las categorías Bueno y Excelente, confirmando el impacto positivo de la herramienta.

6. El Dashboard de Condiciones permitió monitorear estados, niveles de riesgo y evolución mensual. El Dashboard de Actos permitió analizar comportamientos, clasificación por riesgo y trabajos críticos. Ambos paneles facilitaron la toma de decisiones basada en datos.

7. El análisis de costos evidenció que la implementación se apoyó en herramientas ya disponibles en el ecosistema Microsoft 365, lo que redujo significativamente la inversión requerida. En relación con los beneficios obtenidos —mejor control, reducción de tiempos administrativos y fortalecimiento del sistema preventivo—, la solución demostró ser económicamente justificable.

4.2 Recomendaciones

1. Se recomienda implementar la solución durante un periodo mayor a seis meses, con el fin de evaluar su impacto sostenido en la reducción de incidentes y en la mejora continua del sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

2. Considerando las limitaciones de conectividad en zonas rurales, se recomienda fortalecer la capacidad de operación offline de la aplicación, permitiendo la sincronización automática cuando exista conexión disponible.

3. La arquitectura basada en esquema estrella permite escalar la solución hacia otros módulos, como inspecciones planificadas, auditorías internas, gestión de equipos de protección personal y evaluación ergonómica.

4. Para garantizar la sostenibilidad del sistema, se recomienda implementar capacitaciones periódicas orientadas al uso adecuado de la herramienta y a la importancia del reporte preventivo.

5. Dado que la solución demostró ser tecnológicamente factible y económicamente viable, se recomienda evaluar su implementación en otras plantaciones o empresas del sector agrícola, adaptándola a sus características específicas.

REFERENCIAS

- AKYILDIZ, C. (2023). Integration of digitalization into occupational health and safety and its applicability: a literature review. *The European Research Journal*, 9(6), 1509–1519.
<https://doi.org/10.18621/EURJ.1352743>
- Albújar-Verona, C. E., Celis-Castillo, D. J., Rojas-Sánchez, E. A., & Medina-Cardozo, I. I. (2022). Digital platforms and indicators in the occupational safety and health management system: a systematic review. *DYNA (Colombia)*, 89(224), 165–172.
<https://doi.org/10.15446/DYNA.V89N224.103170>
- Badea, D. O., Darabont, D. C., Trifu, A., Ivan, I., & Ciocirlea, V. (2025). A Digital Model for Incident Reporting to Support Occupational Safety and Health in Laboratories. *Laboratories 2025, Vol. 2, Page 13*, 2(2), 13.
<https://doi.org/10.3390/LABORATORIES2020013>
- Cagno, E., Accordini, D., Neri, A., Negri, E., & Macchi, M. (2024). Digital solutions for workplace safety: An empirical study on their adoption in Italian metalworking SMEs. *Safety Science*, 177, 106598. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2024.106598>
- Carlos-Baptista Lucio, P. H. S. R. F. C. (2006). *Metodología de la Investigación*.
- El Bouchikhi, M., Weerts, S., & Clavien, C. (2024). Behind the good of digital tools for occupational safety and health: a scoping review of ethical issues surrounding the use of the internet of things. *Frontiers in Public Health*, 12, 1468646.
<https://doi.org/10.3389/FPUBH.2024.1468646/BIBTEX>
- European Agency for Safety and Health at Work. (2022). *Smart digital monitoring systems for occupational safety and health: workplace resources for design, implementation and use*. 1–26. <https://doi.org/10.2802/315859>
- Haas, E. J., Demich, B., & McGuire, J. (2020). Learning from Workers' Near-miss Reports to

Improve Organizational Management. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 37(3), 873.
<https://doi.org/10.1007/S42461-020-00206-9>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2024). *NTP 415: Actos inseguros en el trabajo: guía de intervención - PDF*.

https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/12-serie-ntp-numeros-401-a-435-ano-1997/ntp-415-actos-inseguros-en-el-trabajo-guia-de-intervencion?utm_source=chatgpt.com

International Labour Office. (2025). The role of AI and digitalization at work. Global report.

Revolutionizing health and Safety: The Role of AI and Digitalization at Work, 1(2024), 1–62.

<https://doi.org/10.54394/KNZE0733>

ISO 45001:2018. (2018). *ISO 45001:2018 - Occupational health and safety management systems*. Occupational Health and Safety Management Systems.

<https://www.iso.org/standard/63787.html>

Koh, D., & Tan, A. (2024). Applications and Impact of Industry 4.0: Technological Innovations in Occupational Safety and Health. *Safety and Health at Work*, 15(4), 379–381.

<https://doi.org/10.1016/J.SHAW.2024.09.001>

Marshall, P., Hirmas, A., & Singer, M. (2018). Heinrich's pyramid and occupational safety: A statistical validation methodology. *Safety Science*, 101, 180–189.

<https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2017.09.005>

Meliá Jose Luis. (2007, December 1). *Seguridad Basada en el Comportamiento*. Seguridad Basada En El Comportamiento.

https://www.researchgate.net/publication/268273170_Seguridad_Basada_en_el_Comportamiento

Ministerio del Trabajo. (2024, May 2). *Decreto Ejecutivo 255*. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE->

SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf

- Ryabov, S. V. (2024). DIGITAL SOLUTIONS FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH MANAGEMENT: THE TRANSFORMATION OF ERG IN KAZAKHSTAN. *Social Policy and Innovation*, 1(1), 37–39. <https://doi.org/10.70842/RNIIOT.2024.1.1.008>
- Tang, X., Qiu, J., Chen, R., Zhang, W., Iosifidis, V., Liu, Z., Meng, W., Zhang, M., & Zhang, J. (2020). A Data-driven Human Responsibility Management System. *Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2020*, 5834–5838. <https://doi.org/10.1109/BigData50022.2020.9378484>
- Tang, X., Qiu, J., Zhang, W., Toure, I., Zhang, M., Messina, E., Xie, X., Wang, X., & Yu, S. (2023). The Internet of Responsibilities-Connecting Human Responsibilities using Big Data and Blockchain. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2019*, 6226–6228. <https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9006521>