

Aplicación para el registro y gestión de la información de inspecciones en seguridad y salud laboral en la Electrificadora de Santander (ESSA) desarrollado en Power Platform.

Juan Sebastián Mora Rueda y Manuel Vicenzy Roa Prada

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero de Sistemas

Director

Duvan Yahir Sanabria Echeverry

Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Sistemas

Ingeniería de sistemas

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre, Nancy Milena, por su constante presencia y respaldo a lo largo de todo el proceso; a mi padre, William Mora, por su apoyo incondicional; a Ana, por haber estado presente desde el inicio, brindando acompañamiento y motivación en los primeros pasos de este camino; a mis amigos incondicionales Fabian y Sebastián Camilo, por su permanente motivación para ser una mejor versión de mí mismo; y a Karen, por llegar en la etapa final y, aun así, ofrecer un apoyo sincero y significativo que fue fundamental en el cierre de esta experiencia así como compartir cada momento a mi lado.

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi luz y mi guía en cada paso, por sostenerme en los momentos difíciles y por recordarme que todo es posible si confío en el. A mi madre, Dayne Omaira Prada, por su amor incansable, por cada palabra de aliento, por estar presente con el corazón incluso en la distancia. Gracias por ser la raíz de todo lo bueno que hay en mí. a mi padre, Fabio Roa, por su presencia firme y su apoyo incondicional siempre constante. a mis hermanos Ángel y Xiomara, por ser parte de mi historia, por su cariño y por estar cerca siempre apoyándome. A mi hermano Fabián, porque fuiste mucho más que un hermano: fuiste maestro, guía y ejemplo. Me enseñaste a valorar el esfuerzo y a nunca dejar de aprender. Tus palabras, tus actos y tu fe en mí fueron el motivo que llevó este trabajo hasta el final. Y a Stephanie, mi amor. Gracias por estar conmigo en cada paso, por levantarme cuando sentí que no podía más, por creer en mí siempre. Tu amor ha sido abrigo, fuerza, esperanza y alegría, por ser mi calma cuando todo parecía abrumador y mi alegría en los pequeños triunfos. Gracias por hacerme sentir que con amor cualquier meta es posible.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al profesor Duván, por su valiosa orientación, apoyo constante y disposición durante el desarrollo de este proyecto. Su experiencia y compromiso fueron fundamentales para superar los retos presentados y alcanzar los objetivos propuestos.

Agradezco también a la Electrificadora de Santander (ESSA) por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto en sus instalaciones, facilitando el acceso a los recursos y el entorno adecuado para llevarlo a cabo, así como por la confianza depositada en mi trabajo.

Finalmente, extiendo mi gratitud a la Universidad Industrial de Santander (UIS), por ser el espacio donde adquirí gran parte de los conocimientos que hicieron posible la construcción de esta propuesta, y por fomentar el crecimiento académico y profesional de sus estudiantes.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	16
1. Planteamiento y justificación del problema.....	18
2. Objetivos.....	20
2.1 Objetivo General.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
3. Estado del Arte.....	22
3.1 Antecedentes.....	22
3.2 Desarrollo actual.....	22
4. Marco de Referencia.....	25
4.1 Electrificadora de Santander (ESSA).....	25
4.2 Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).....	25
4.3 Marco Normativo: ISO 45001:2018.....	26
4.4 Marco Normativo: Ministerio de Trabajo de Colombia.....	27
4.5 Componentes en Microsoft Power Platform.....	27
4.6 Power Platform de Microsoft.....	28
4.6.1 Power BI: Transformación de Datos en Información Útil.....	29
4.6.2 Power Apps: Desarrollo de Aplicaciones Empresariales Personalizadas.....	30
4.6.3 Power Automate: Automatización de Flujos de Trabajo.....	30
4.6.4 Power Fx: Lenguaje de Expresiones en Power Platform.....	31
4.7 SQL: Lenguaje de Consulta Estructurado.....	31
4.8 SQL Server: Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacional.....	33
4.9 Microsoft Azure DevOps: Azure Boards.....	33
4.10 SharePoint List.....	34
5. Metodología.....	36
5.1 Análisis de requerimientos.....	36
5.2 Implementación.....	36
5.3 Pruebas funcionales.....	37
5.4 Despliegue.....	37
6. Desarrollo.....	38
6.1 Análisis de requerimientos.....	38
6.1.1 Modelamiento de procesos con BPMN.....	38
6.1.1.1 Diagrama BPMN rol Administrador del Sistema.....	40
6.1.1.2 Diagrama BPMN rol Administrador de Contrato.....	41
6.1.1.3 Diagramas BPMN rol Inspector.....	43
6.1.2 Definición de requerimientos funcionales.....	45
6.1.2.1 Requerimientos de alto nivel.....	45
6.1.2.1.1 Resumen de los requerimientos funcionales.....	46

6.1.2.2	Requerimientos a nivel de usuario.....	46
6.1.2.3	Especificación detallada de requerimientos funcionales.....	47
6.1.3	Definición de requerimientos no funcionales.....	51
6.1.3.1	Especificación detallada de requerimientos no funcionales.....	52
6.2	Implementación.....	55
6.2.1	Arquitectura de la solución y modelo relacional.....	55
6.2.2	Funcionalidades principales implementadas.....	59
6.2.2.1	Gestión de usuarios y roles.....	59
6.2.2.2	Registro y edición de inspecciones.....	63
6.2.2.3	Modo offline.....	65
6.2.2.4	Reportes y trazabilidad.....	66
6.3	Pruebas funcionales.....	67
6.3.1	Objetivo de las pruebas.....	67
6.3.2	Metodología de pruebas.....	68
6.3.3	Plan de pruebas.....	68
6.3.4	Casos de prueba.....	69
6.3.5	Experiencia de usuario.....	72
6.3.6	Resultados generales.....	74
6.3.7	Herramientas y recursos utilizados.....	74
6.3.8	Conclusiones de pruebas.....	76
6.4	Despliegue.....	77
7.	Resultados obtenidos.....	83
7.1	Digitalización del proceso de inspecciones.....	83
7.2	Soporte offline y sincronización efectiva.....	83
7.3	Interfaz amigable y adecuada por roles.....	84
7.4	Visualización y análisis de datos.....	84
7.5	Validación con usuarios representativos.....	84
7.6	Cálculo del ROI.....	86
8.	Conclusiones.....	88
8.1	Trabajo Futuro.....	89
9.	Recomendaciones.....	90
	Referencias Bibliográficas.....	92
	Apéndices.....	95

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Resumen de objetivos específicos.	21
Tabla 2. Especificación BPMN rol Administrador del sistema.	40
Tabla 3. Especificación BPMN rol Administrador de contrato.	42
Tabla 4. Especificación BPMN rol Inspector.	43
Tabla 5. Especificación RF1.	47
Tabla 6. Especificación RF2.	48
Tabla 7. Especificación RF3.	48
Tabla 8. Especificación RF4.	49
Tabla 9. Especificación RF5.	50
Tabla 10. Especificación RF6.	51
Tabla 11. Especificación RNF1.	52
Tabla 12. Especificación RNF2.	53
Tabla 13. Especificación RNF4.	54
Tabla 14. Especificación RNF8.	55
Tabla 15. Casos de prueba funcionales representativos.	69

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ecosistema Power Platform	29
Figura 2. Diagrama BPMN rol Administrador del sistema.	40
Figura 3. Diagrama BPMN rol Administrador de contrato.	41
Figura 4. Diagrama BPMN rol Inspector.	43
Figura 5. Arquitectura de la solución.	57
Figura 6. Modelo relacional	58
Figura 7. Pantalla de ingreso al sistema.	60
Figura 8. Pantalla de inicio del usuario "administrador del sistema", donde se muestran únicamente las funciones disponibles para su rol.	61
Figura 9. Pantalla de inicio del usuario "administrador de contratos", donde se muestran únicamente las funciones disponibles para su rol.	62
Figura 10. Pantalla de inicio del usuario "Inspector", donde se muestran únicamente las funciones disponibles para su rol.	63
Figura 11. Pantalla formulario de datos básicos de la inspección	64
Figura 12. Lista desplegable para la selección de dependencia y contrato.	64
Figura 13. Módulo de captura de evidencia fotográfica por categoría.	65
Figura 14. Módulo actualizar datos guardados localmente en base de datos	66
Figura 15. Power BI inspecciones SST	67
Figura 16. Sesión de pruebas	75
Figura 17. Sesión de pruebas	76

Figura 18. Ingreso al servidor de producción.	77
Figura 19. Ejecutar script SQL.	78
Figura 20. Exportar solución.	79
Figura 21. Exportar solución.	80
Figura 22. Importación de solución.	81
Figura 23. Solución desplegada en el entorno de producción.	82
Figura 24. Cálculo del ROI	86

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Manual tecnico de operaciones	93
Apéndice C. Manual de usuarios	93
Apéndice D. Documentación Colecciones	93
Apéndice E. Acta de definición	93

GLOSARIO

Aplicación móvil: programa que se instala en un celular o tableta y que permite realizar tareas específicas, como registrar inspecciones o consultar información.

Base de datos: lugar donde se guarda información de forma organizada, como si fuera una hoja de cálculo muy grande que usan las aplicaciones para funcionar.

BPMN (Business Process Model and Notation): forma estandarizada de dibujar y entender procesos de trabajo usando diagramas. Estos diagramas muestran cómo se hacen las tareas paso a paso, quién las hace y en qué orden, utilizando símbolos como círculos, rectángulos y flechas. Es útil para planear, mejorar o automatizar procesos dentro de una organización.

Colección: grupo de datos que se guardan temporalmente dentro de una aplicación para poder usarlos sin conexión a internet, mostrarlos en listas o trabajar con ellos mientras el usuario navega por la app. Por ejemplo, una colección puede guardar los datos de las inspecciones realizadas hasta que haya internet y se puedan enviar al servidor.

Conectividad intermitente: cuando el internet va y viene, o se pierde por momentos, lo que puede afectar a las aplicaciones que necesitan estar conectadas todo el tiempo.

Contrato: acuerdo entre dos partes, en este caso, entre la empresa y un proveedor o trabajador, relacionado con las tareas que se van a realizar.

Control de acceso: forma de decidir quién puede ver o cambiar la información en una aplicación, según su rol o permiso.

Datos: información pequeña y específica, como un nombre, una fecha o un número, que al juntarse con otros datos, forman registros completos.

Digitalización: proceso de convertir cosas que se hacían en papel a una forma electrónica, como llenar formularios desde una aplicación en lugar de escribirlos a mano.

Evidencia: fotos, documentos u otra información que se guarda para demostrar que algo se hizo o que ocurrió un hecho.

Formulario: conjunto de campos donde el usuario llena información, como nombre, fecha o descripción, para registrar un dato en el sistema.

Hallazgo: algo que se encuentra durante una inspección y que puede representar un problema o una mejora pendiente.

Indicador: número o valor que sirve para saber cómo está funcionando un proceso, por ejemplo, cuántas inspecciones se han hecho este mes.

Inspección: revisión que se hace en un lugar de trabajo para comprobar que todo esté seguro y cumpliendo con las normas.

Interfaz: la parte de la aplicación que el usuario ve y con la que interactúa, como botones, menús y formularios.

Microsoft Power Apps: herramienta de Microsoft que permite crear aplicaciones de manera fácil, sin necesidad de ser programador.

Microsoft Power Automate: herramienta de Microsoft que ayuda a automatizar tareas, como enviar correos o guardar información sin hacerlo manualmente.

Panel de control: pantalla con gráficos o tablas que muestra información importante para tomar decisiones, como resultados de las inspecciones.

Power BI: programa que sirve para crear gráficos y reportes con los datos guardados en una base de datos o en Excel.

Prevención: conjunto de acciones que se hacen para evitar que ocurran accidentes o situaciones peligrosas en el trabajo.

Registro: información que se guarda sobre una situación específica, como el resultado de una inspección o el nombre de un trabajador.

Responsable: persona a la que se le asigna una tarea o hallazgo para que lo resuelva o le haga seguimiento.

Rol: función que tiene un usuario dentro de la aplicación, por ejemplo, inspector, administrador o consultor.

SQL Server: programa de Microsoft que se usa para guardar y organizar mucha información de forma segura y ordenada.

Sincronización: proceso en el que los datos que se guardaron sin internet se actualizan cuando la conexión vuelve.

Usuario: persona que usa la aplicación para consultar o registrar información, según los permisos que tenga.

Resumen

Título: Aplicación para el registro y gestión de la información de inspecciones en seguridad y salud laboral en la Electrificadora de Santander (ESSA) desarrollado en Power Platform*

Autor: Juan Sebastian Mora Rueda, Manuel Vicenzy Roa Prada**

Palabras Clave: Seguridad y Salud en el Trabajo, ESSA, Power Platform, inspecciones, digitalización, Power Apps, Power Automate, SQL Server, Power BI.

Este trabajo de grado presenta el diseño e implementación de una solución digital para la gestión de inspecciones en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA). Se emplearon herramientas de Microsoft Power Platform (Power Apps y Power Automate), SQL Server como sistema de base de datos y Power BI para la visualización de datos. El objetivo fue digitalizar y centralizar el registro y análisis de hallazgos, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo riesgos laborales.

Durante la validación se realizaron pruebas con usuarios representativos en condiciones similares a las reales, incluyendo escenarios de operación offline y conectividad intermitente. La aplicación permite registrar hallazgos, adjuntar evidencias, asignar responsables y sincronizar datos al restablecer conexión. Administradores pueden gestionar usuarios, roles, contratos y reportes. Además, se incluye un panel de control con indicadores clave.

Los resultados evidencian mayor eficiencia en el proceso, mejor acceso a la información y un fortalecimiento de la gestión preventiva dentro de la organización.

1

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería de sistemas e informática. Ingeniería de sistemas. Director: Duvan Yahir Sanabria Echeverry. Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática

Abstract

Title: Application for the Registration and Management of Occupational Health and Safety Inspection Information at Electrificadora de Santander (ESSA) Developed on Power Platform*

Authors: Juan Sebastian Mora Rueda, Manuel Vicenzy Roa Prada**

Keywords: Occupational Health and Safety, ESSA, Power Platform, inspections, digitization, Power Apps, Power Automate, SQL Server.

This undergraduate thesis presents the design and implementation of a digital solution for the management of Occupational Health and Safety (OHS) inspections at Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA). The solution was developed using Microsoft Power Platform tools (Power Apps and Power Automate), SQL Server as the database system, and Power BI for data visualization. The main goal was to digitize and centralize the registration and analysis of inspection findings, improving operational efficiency and reducing occupational risks.

During the validation phase, tests were conducted with representative users under real-like conditions, including offline operation and intermittent connectivity. The application enables users to record findings, attach evidence, assign responsibilities, and synchronize data once a connection is reestablished. Administrators can manage users, roles, contracts, and generate reports. Additionally, a control panel with key performance indicators is included.

The results demonstrate increased process efficiency, improved access to information, and a stronger approach to preventive management within the organization.²

²

* Undergraduate thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Systems and Computer Engineering. Systems Engineering. Advisor: Duvan Yahir Sanabria Echeverry, M.Sc. in Systems and Computer Engineering.

Introducción

La seguridad y salud en el trabajo (SST) es un pilar fundamental para garantizar el bienestar de los trabajadores y la eficiencia de las organizaciones. Sin embargo, a nivel global, los accidentes laborales continúan representando un desafío significativo. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2023), anualmente ocurren aproximadamente 340 millones de accidentes laborales no fatales y cerca de 2.8 millones de trabajadores pierden la vida debido a accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo. Estos datos subrayan la necesidad de mejorar los mecanismos de prevención y gestión de riesgos en las empresas, especialmente en lo que respecta a la identificación y mitigación de peligros a través de inspecciones efectivas.

En este contexto, la Empresa Electrificadora de Santander (ESSA) enfrenta retos importantes en la gestión de su seguridad ocupacional. En 2023, reportó un total de 159 accidentes laborales, de los cuales 145 fueron incapacitantes, evidenciando un aumento del 36.79% en comparación con el año anterior (ESSA, 2023, p. 117). A pesar de contar con normativas como la ISO 45001 y los lineamientos del Ministerio de Trabajo de Colombia, se han identificado deficiencias en el registro y seguimiento de las inspecciones de SST, derivadas del uso de formularios físicos y procesos manuales. Esto ha generado dificultades en la trazabilidad de la información, afectando la capacidad de respuesta ante riesgos detectados.

En respuesta a esta problemática, se plantea el desarrollo de una aplicación basada en Microsoft Power Platform, utilizando herramientas como Power Apps, Power Automate y SQL Server, junto con análisis de datos mediante Power BI. Esta solución busca digitalizar y centralizar el registro de inspecciones, optimizando la gestión de la información y facilitando la toma de decisiones en ESSA. Con su implementación, se espera mejorar la eficiencia en la recolección, seguimiento y análisis de datos, contribuyendo a la reducción de accidentes laborales y fortaleciendo la cultura de seguridad dentro de la organización.

1. Planteamiento y justificación del problema

A nivel mundial, los accidentes laborales siguen siendo un problema crítico. Según datos recientes, la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2023) estima que ocurren cerca de 340 millones de accidentes laborales no fatales cada año, y alrededor de 2.8 millones de trabajadores mueren anualmente por accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo. Estos datos evidencian la urgente necesidad de mejorar la gestión de la información relacionadas con la seguridad y salud ocupacional iniciando por las inspecciones. En el caso de la organización ESSA, se observa una tendencia variable en sus indicadores de accidentes. Solo en 2023, se reportaron 159 accidentes, de los cuales 145 fueron incapacitantes, reflejando un aumento del 36.79% respecto al año anterior (Empresa Electrificadora de Santander [ESSA], 2023, p. 117). Ahora bien, las inspecciones son la primera etapa para la gestión de la seguridad y la salud ocupacional. Por otra parte, la propuesta se enmarca en normativas relevantes como la ISO 45001, específicamente en lo relacionado con el registro por inspecciones para la identificación de peligros (cláusula 6.1.2.1). Asimismo, se integran los lineamientos establecidos por el Ministerio de Trabajo de Colombia, como la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST), la verificación del cumplimiento de las obligaciones del empleador frente a la Resolución 0312 de 2019. Desde el área de Calidad de Vida de ESSA, se identificaron fallas en el registro de las inspecciones debido al uso de formularios físicos para recolectar evidencias de cumplimiento o incumplimiento de las condiciones laborales. Además, en el proceso de las inspecciones de seguridad y salud en el trabajo se realizan de forma manual. Por consiguiente, la falta de un sistema centralizado para el registro de inspecciones ha generado inconvenientes para la gestión y obtención oportuna de la información e inconsistencias en la

implementación de las soluciones propuestas por los actores ante incumplimientos detectados. Para resolver este problema, se propone una aplicación para el registro y gestión de inspecciones relacionadas con SST bajo las tecnologías de Microsoft Power Platform, cuyo licenciamiento ya fue adquirido por la organización ESSA, incluyendo Power Apps, Power Automate y SQLserver, y desarrollo con Power FX junto con el análisis de datos descriptivo en tableros de mando mediante Power BI para facilitar la toma de decisiones y generar una mejora en la recolección y trazabilidad de los datos relacionados con las inspecciones de salud y seguridad en el trabajo. Es importante resaltar que la aplicación se dejará operativa en la empresa, lo que incluye la implementación de la solución según requerimientos definidos y despliegue de la aplicación desde el entorno de desarrollo hasta el entorno de producción en Microsoft Power Platform, garantizando su funcionalidad y disponibilidad para los usuarios finales dentro de la organización.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación para el registro y la gestión de la información de inspecciones relacionadas con la seguridad y la salud en el trabajo para permitir el análisis y la centralización de los datos a través de Power Platform y SQL Server.

2.2 Objetivos Específicos

Definir los requerimientos funcionales de la aplicación basada en Power Platform para el registro y la gestión de la información de inspecciones relacionadas con la seguridad y la salud en el trabajo.

Diseñar el modelo de proceso de negocio – BPMN por rol que permita la visualización y documentación relacionada con el registro y la gestión de la información de inspecciones.

Desarrollar los componentes correspondientes a las funcionalidades definidas con base en el modelo de proceso de negocio diseñado, utilizando las tecnologías de Power Platform y SQL Server.

Realizar la validación de la aplicación desarrollada a través de pruebas funcionales, asegurando que todas las funcionalidades implementadas cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo la verificación del registro de inspecciones, la recolección de evidencias, y la visualización de los datos.

Tabla 1.*Resumen de objetivos específicos.*

Objetivo específico	Descripción general del cumplimiento	Páginas donde se evidencia el alcance
Requerimientos funcionales	Se identificaron y documentaron las funcionalidades necesarias para el registro, gestión y seguimiento de inspecciones en SST mediante Power Platform.	45-55
Modelo de proceso de negocio (BPMN)	Se diseñaron diagramas de procesos diferenciados por rol (inspector, administrador del sistema, administrador de contrato), que representan el flujo de trabajo de la solución.	38-45
Desarrollo en Power Platform y SQL Server	Se implementaron los componentes funcionales definidos, usando Power Apps, Power Automate y SQL Server para capturar, automatizar y visualizar los datos.	55-67
Validación de la aplicación	Se realizaron pruebas funcionales que verifican la recolección de evidencias, el registro de inspecciones y la correcta visualización de los datos.	67-77

3. Estado del Arte

3.1 Antecedentes

La digitalización de los procesos de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) ha cobrado gran importancia en los últimos años debido a la necesidad de mejorar la gestión de la información, optimizar tiempos y reducir riesgos laborales. Según (Fernández et al., 2021), muchas organizaciones han implementado plataformas digitales para la recolección y análisis de datos de inspecciones, permitiendo una mejor trazabilidad y toma de decisiones basada en datos. Un ejemplo destacado es el uso de aplicaciones móviles en el sector de la construcción para la identificación de riesgos y el reporte inmediato de condiciones inseguras, lo que ha demostrado una reducción significativa en la tasa de accidentes.

Uno de los principales retos en la digitalización de inspecciones es la falta de integración con otros sistemas empresariales. De acuerdo con (Gómez & Ramírez, 2022), muchas empresas siguen dependiendo de registros en papel o archivos digitales dispersos, lo que dificulta el análisis de tendencias y la implementación de mejoras efectivas. En este sentido, la norma ISO 45001 enfatiza la importancia de establecer sistemas de gestión de SST que permitan la identificación y control de riesgos de manera estructurada y basada en evidencia (ISO, 2018).

3.2 Desarrollo actual

La plataforma Microsoft Power Platform se ha convertido en una herramienta clave para la digitalización de procesos empresariales, incluyendo la gestión de inspecciones de SST. Con el uso de Power Apps, las empresas pueden desarrollar aplicaciones personalizadas para la recolección de datos en campo, eliminando la necesidad de formularios físicos y mejorando la

accesibilidad de la información en tiempo real (Microsoft, 2024). Power Automate, por su parte, permite automatizar flujos de trabajo como la notificación de hallazgos a los responsables y la generación automática de reportes de cumplimiento.

Un caso de éxito en la digitalización de inspecciones de SST es el implementado por Siemens, donde el uso de Power Apps y Power BI permitió la centralización de registros de inspecciones y la generación de análisis predictivos sobre condiciones de seguridad en plantas industriales (Siemens, 2023). Esta integración ha facilitado la reducción de incidentes mediante la toma de decisiones basada en datos históricos y tendencias identificadas.

Por otro lado, el almacenamiento y procesamiento de datos en SQL Server proporciona una infraestructura robusta para la gestión de grandes volúmenes de información de inspecciones, permitiendo consultas avanzadas y la integración con herramientas de análisis de datos. Estudios recientes destacan que el uso de bases de datos centralizadas mejora la eficiencia en la gestión de SST al proporcionar acceso rápido y estructurado a la información crítica para la toma de decisiones (Rodríguez et al., 2023).

En el caso de la Empresa Electrificadora de Santander (ESSA), la falta de un sistema digitalizado para el registro de inspecciones ha generado dificultades en la trazabilidad y el seguimiento de las acciones correctivas. La implementación de una solución basada en Microsoft Power Platform, con la integración de Power Apps, Power Automate y SQL Server, permitirá la optimización del proceso de inspecciones, facilitando la recopilación, análisis y reporte de datos en tiempo real. Esta solución no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también contribuirá al cumplimiento de normativas como la ISO 45001 y la Resolución 0312 de 2019 del Ministerio de Trabajo de Colombia, fortaleciendo la cultura de seguridad en la organización.

En conclusión, la transformación digital de las inspecciones de SST mediante herramientas de bajo código como Microsoft Power Platform representa una oportunidad clave para mejorar la eficiencia y la seguridad en el entorno laboral. Al eliminar procesos manuales y centralizar la información, las empresas pueden optimizar sus estrategias de prevención y reducir la incidencia de accidentes laborales de manera significativa.

4. Marco de Referencia

4.1 Electrificadora de Santander (ESSA)

La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA) es una empresa colombiana de servicios públicos dedicada a la distribución y comercialización de energía eléctrica. ESSA forma parte del Grupo EPM, uno de los conglomerados de servicios públicos más grandes de Colombia, y su misión es garantizar un suministro seguro y eficiente de electricidad en la región de Santander y sus alrededores (ESSA, 2022). Como organización, ESSA se ha comprometido a promover el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de sus usuarios. Para ello, la empresa no solo se enfoca en la calidad del servicio eléctrico, sino también en garantizar un entorno laboral seguro y saludable para sus empleados. En este sentido, la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) se ha convertido en una prioridad fundamental dentro de sus operaciones, alineada con las normativas nacionales e internacionales de seguridad laboral (ESSA, 2022).

4.2 Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es una disciplina orientada a proteger a los trabajadores de los riesgos asociados con sus actividades laborales. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define la SST como un conjunto de prácticas y procedimientos que garantizan condiciones laborales seguras y saludables para todos los empleados. Este enfoque busca prevenir accidentes laborales, enfermedades ocupacionales y mejorar el bienestar físico y mental de los trabajadores. Según la OIT (2023), las iniciativas de SST no solo protegen la salud de los trabajadores, sino que también impulsan la productividad y el desarrollo

económico dentro de las empresas y la sociedad en general (OIT, 2023). El enfoque en SST requiere la implementación de sistemas efectivos de gestión para cumplir con los estándares de seguridad laboral. Los programas de SST incluyen desde la identificación de riesgos hasta la implementación de controles, siendo la tecnología un aliado fundamental para su optimización. La digitalización facilita la supervisión en tiempo real y la toma de decisiones basada en datos, lo que permite una respuesta rápida y una gestión más eficiente de los riesgos laborales (National Safety Council, 2023).

4.3 Marco Normativo: ISO 45001:2018

El cumplimiento de las normas internacionales y regulaciones locales es fundamental para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable. En este sentido, la norma ISO 45001:2018 establece los requisitos para un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), destacando en la cláusula 6.1.2.1 la importancia de las inspecciones periódicas como parte esencial del proceso de gestión de la información relacionadas con SG-SST. La cláusula 6.1.2.1 establece que las organizaciones deben implementar procedimientos para realizar inspecciones periódicas del lugar de trabajo con el fin de identificar peligros potenciales. Este proceso de inspección debe ser documentado de manera adecuada, asegurando que se registre de forma precisa la información sobre las condiciones de seguridad y salud en el trabajo. En el caso de ESSA, la aplicación propuesta tiene como objetivo principal almacenar toda la información relacionada con las inspecciones, garantizando el registro y centralización de los datos, desde los hallazgos de incumplimiento durante la inspección hasta el registro de evidencias de acciones correctivas. Esta información será gestionada de acuerdo con los

requisitos de la norma ISO 45001:2018, permitiendo una adecuada gestión de las inspecciones realizadas (ISO, 2018).

4.4 Marco Normativo: Ministerio de Trabajo de Colombia

En el contexto colombiano, el Ministerio de Trabajo establece regulaciones clave para la seguridad y salud en el trabajo (SST) con el objetivo de proteger a los empleados y garantizar un entorno laboral seguro. Entre estas normativas, se destaca la Resolución 0312 de 2019, que establece los requisitos mínimos para la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en las empresas. La norma establece que todas las organizaciones, independientemente de su tamaño, deben implementar un SG-SST (Ministerio de Trabajo de Colombia, 2023).

4.5 Componentes en Microsoft Power Platform

En Microsoft Power Platform, el diseño de soluciones tecnológicas se basa en la integración de componentes que trabajan de manera independiente pero colaborativa para resolver problemas empresariales. Este enfoque divide las funcionalidades de las aplicaciones y flujos de trabajo en elementos específicos que pueden interactuar entre sí, permitiendo una mayor flexibilidad y escalabilidad al desarrollar soluciones personalizadas para las necesidades de la organización (Microsoft, 2023).

Implementación en Componentes de Power Platform

Power Apps: Las aplicaciones pueden construirse dividiendo su lógica y funciones en múltiples pantallas, formularios y controles. La reutilización de componentes como galerías, tarjetas y formularios reduce la duplicación de esfuerzos.

Power Automate: Los flujos se estructuran como componentes independientes, cada uno encargado de una tarea específica (por ejemplo, enviar correos, procesar datos o generar reportes). Estos flujos pueden ser reutilizados en diferentes aplicaciones y procesos.

Power BI: Los dashboards y reportes se configuran como componentes que combinan diferentes visualizaciones y métricas específicas.

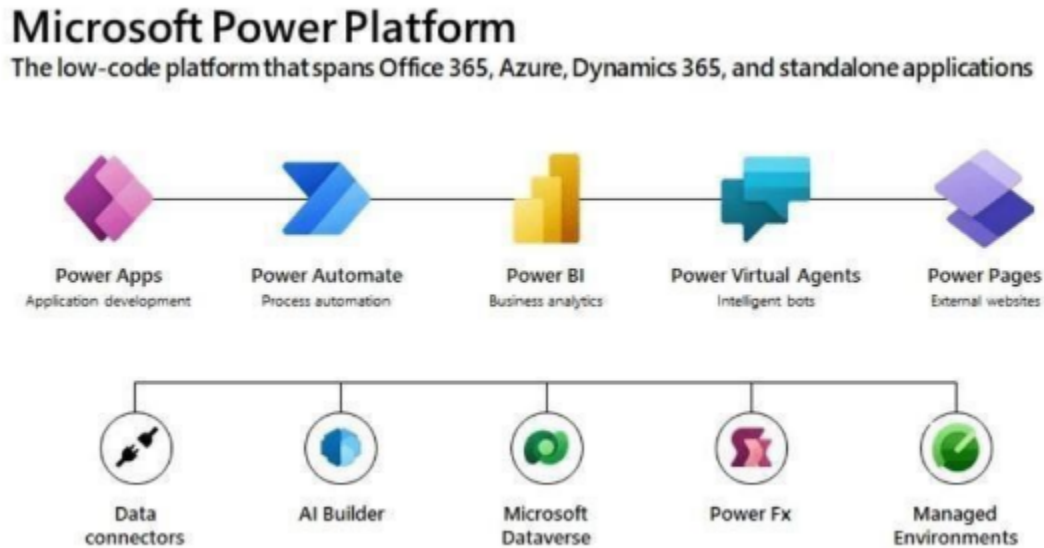
Se pueden compartir y usar en múltiples áreas de la organización, garantizando consistencia en los análisis.

4.6 Power Platform de Microsoft

En un entorno empresarial dinámico y orientado a los datos, Microsoft Power Platform se ha convertido en una herramienta estratégica que permite la creación de soluciones tecnológicas innovadoras con un enfoque de bajo código. Diseñada para empoderar a los usuarios y optimizar procesos empresariales, esta plataforma integra análisis de datos, desarrollo de aplicaciones, automatización de flujos de trabajo e interacción avanzada con clientes. A continuación, se analizan en detalle los componentes principales de la Power Platform (Microsoft, 2023).

Figura 1.

Ecosistema Power Platform



4.6.1 Power BI: Transformación de Datos en Información Útil

Power BI es una herramienta de análisis de datos que permite a las organizaciones visualizar información de manera interactiva y tomar decisiones basadas en hechos (Microsoft, 2023).

Características Principales

Visualizaciones Interactivas: Ofrece dashboards que representan datos en gráficos dinámicos y personalizables (Microsoft, 2023).

Conectividad Extensa: Se conecta a más de 275 fuentes de datos, incluidas bases de datos locales y en la nube.

Inteligencia Artificial: Incluye herramientas avanzadas como análisis predictivo y generación automática de insights.

Aplicaciones Prácticas

Identificación de tendencias en datos históricos para mejorar estrategias futuras.

4.6.2 Power Apps: Desarrollo de Aplicaciones Empresariales Personalizadas

Power Apps permite crear aplicaciones personalizadas para resolver necesidades específicas de negocio, sin requerir experiencia avanzada en programación (Microsoft, 2023).

Tipos de Aplicaciones

Aplicaciones Basadas en Lienzo: Diseñadas desde cero con un enfoque en la experiencia de usuario personalizada.

Aplicaciones Basadas en Modelos: Se estructuran automáticamente utilizando datos.

4.6.3 Power Automate: Automatización de Flujos de Trabajo

Power Automate es una solución que automatiza procesos repetitivos, permitiendo a las organizaciones aumentar la eficiencia operativa (Microsoft, 2023).

Características Principales

Automatización de Procesos: Desde envíos de correos hasta la creación de reportes periódicos.

RPA (Automatización Robótica de Procesos): Interactúa con sistemas heredados sin necesidad de modificar su código fuente.

Condiciones Avanzadas: Flujos basados en disparadores y acciones condicionales

4.6.4 Power Fx: Lenguaje de Expresiones en Power Platform

Power Fx es un lenguaje de programación declarativo y de bajo código, desarrollado como parte integral de Microsoft Power Platform. Inspirado en las fórmulas utilizadas en Excel, su diseño intuitivo permite a los usuarios, tanto técnicos como no técnicos, definir reglas y lógica empresarial sin necesidad de experiencia en lenguajes de programación tradicionales (Microsoft, 2023).

Características Clave de Power Fx

Simplicidad y Familiaridad: Su similitud con las fórmulas de Excel facilita su adopción por usuarios con habilidades básicas en tecnologías de Microsoft.

Integración Completa: Es compatible con todos los servicios de Power Platform, lo que permite la creación de aplicaciones personalizadas, flujos de trabajo automatizados y reportes dinámicos.

Lenguaje Declarativo: Las expresiones en Power Fx son reactivas, respondiendo automáticamente a los cambios en los datos o interacciones del usuario.

Enfoque en el Bajo Código: Promueve la democratización del desarrollo de aplicaciones, reduciendo la dependencia de desarrolladores especializados.

Reutilización de Lógica: Las fórmulas creadas en Power Fx pueden ser aplicadas en múltiples aplicaciones, mejorando la eficiencia del desarrollo.

4.7 SQL: Lenguaje de Consulta Estructurado

SQL (Structured Query Language) es un lenguaje estándar utilizado para gestionar bases de datos relacionales. Su diseño permite realizar operaciones como la definición, manipulación y consulta de datos almacenados en tablas, constituyendo un componente esencial para el manejo

eficiente de grandes volúmenes de información. Según Melton y Simon (2001), "SQL es un estándar ampliamente aceptado que facilita la interacción con sistemas de bases de datos relacionales".

Características Principales de SQL

Definición de Datos: SQL permite estructurar y organizar datos mediante comandos como la creación de tablas y relaciones.

Manipulación de Datos: Incluye funcionalidades para insertar, actualizar, eliminar y consultar información.

Consultas Complejas: Permite generar reportes y análisis utilizando cláusulas como JOIN, GROUP BY y subconsultas anidadas.

Control de Seguridad: Garantiza la protección de los datos a través de roles, permisos y políticas de acceso.

Interoperabilidad: SQL es compatible con múltiples sistemas de gestión de bases de datos (DBMS), asegurando su uso en diversos entornos tecnológicos.

El uso de SQL en entornos empresariales trasciende la simple gestión de datos, permitiendo integrar sistemas de información, realizar análisis avanzados y habilitar procesos de toma de decisiones basados en datos.

4.8 SQL Server: Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacional

SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacional (RDBMS) desarrollado por Microsoft, orientado a ofrecer soluciones robustas y escalables para el manejo de datos empresariales. Es ampliamente reconocido por su capacidad de integración con otras herramientas del ecosistema Microsoft, como Power BI, Power Apps y Azure, consolidándose como una elección predilecta en entornos corporativos (Microsoft, 2023).

Características Principales de SQL Server:

Escalabilidad: Diseñado para manejar bases de datos de diferentes tamaños, desde pequeños sistemas hasta grandes infraestructuras corporativas.

Alta Disponibilidad: A través de características como el clúster Always On, SQL Server garantiza un acceso continuo a los datos incluso ante fallos en el sistema.

Seguridad Avanzada: Ofrece cifrado transparente de datos, autenticación multifactorial y auditorías detalladas.

Optimización del Rendimiento: Incorpora tecnologías como índices columnstore y compresión de datos para acelerar consultas y reducir el consumo de almacenamiento.

Compatibilidad con Big Data: Permite integrar datos no estructurados y realizar análisis con herramientas de inteligencia artificial y aprendizaje automático.

4.9 Microsoft Azure DevOps: Azure Boards

DevOps es una metodología que fomenta la colaboración entre los equipos de desarrollo (Dev) y operaciones (Ops) para automatizar y mejorar la calidad del ciclo de vida del software. Uno de los componentes clave dentro de la plataforma Microsoft Azure DevOps es Azure

Boards, una herramienta fundamental para la gestión ágil del trabajo en el desarrollo de software. Azure Boards facilita la planificación y el seguimiento de tareas, historias de usuario, problemas y cualquier otro tipo de trabajo necesario para el proyecto, aplicando metodologías ágiles como Scrum. Esta herramienta permite una gestión eficiente del ciclo de vida del software, proporcionando visibilidad y control sobre el progreso de los equipos, la priorización de tareas y el cumplimiento de plazos (Microsoft, 2024).

4.10 SharePoint List

SharePoint List es un componente de Microsoft SharePoint que permite almacenar, organizar y gestionar información de manera estructurada dentro de un entorno colaborativo basado en la nube. Las listas funcionan como tablas personalizables compuestas por columnas (atributos) y filas (registros), lo que facilita su uso como una base de datos ligera para múltiples propósitos organizacionales (Microsoft, 2023).

Una de las principales fortalezas de SharePoint List es su integración directa con otras herramientas del ecosistema Microsoft 365, como Power Apps, Power Automate y Power BI. Esta integración permite construir aplicaciones empresariales sin necesidad de programación avanzada, diseñar flujos de trabajo automáticos y generar reportes analíticos en tiempo real (Espejo & Alvarado, 2022).

Las listas permiten definir distintos tipos de columnas (texto, número, fecha, usuario, búsqueda, entre otros) y aplicar controles como validaciones de datos, reglas condicionales y control de versiones. Además, es posible asignar permisos a nivel de lista, ítem o columna, lo que fortalece la seguridad de los datos y su trazabilidad (Microsoft, 2023).

En el marco de una solución empresarial como la desarrollada en esta propuesta, SharePoint List se utiliza como soporte para datos complementarios como catálogos de contratos, usuarios, parámetros de inspección y valores de referencia. Su uso como origen de datos permite una rápida implementación, actualización en tiempo real y una integración sin fricciones con el resto de la arquitectura, especialmente cuando se utiliza en combinación con SQL Server y otras fuentes más robustas para almacenamiento relacional.

Por estas razones, SharePoint List representa una opción efectiva para la gestión de información estructurada en soluciones empresariales de mediana complejidad, aportando flexibilidad, escalabilidad y alineación con estándares corporativos modernos.

5. Metodología

Para alcanzar los objetivos establecidos en estas prácticas empresariales, se ha diseñado una metodología estructurada en una serie de pasos que deben seguirse para ejecutar el desarrollo. Para el proceso de desarrollo, se adoptará el marco de trabajo SCRUM, permitiendo una colaboración efectiva para cumplir con los requerimientos del cliente. Cada ciclo será tratado como una implementación de los requerimientos definidos agregando detalles de retroalimentación con los clientes, garantizando así un desarrollo ágil y enfocado en sus necesidades.

5.1 Análisis de requerimientos

Una vez que el cliente envía la solicitud de la solución requerida, se llevan a cabo reuniones para analizar y definir los requerimientos, considerando su alcance y el tiempo estimado para su desarrollo. Durante esta etapa, se elaboran los diagramas y la documentación necesaria previa al inicio del desarrollo. Los requerimientos son evaluados en conjunto con el equipo y el tutor asignado, permitiendo un análisis detallado de su viabilidad. En una sesión colaborativa, se discuten diferentes perspectivas sobre los requerimientos y, finalmente, es el líder del proyecto quien aprueba su implementación.

5.2 Implementación

Una vez definidos los requerimientos del cliente y el alcance del desarrollo, se procede con la implementación de la solución en Power Apps dentro de un entorno de desarrollo. En esta fase, se diseñan y configuran los componentes esenciales para garantizar el correcto

funcionamiento de la aplicación. Esto incluye la creación de formularios y flujos de trabajo, asegurando que la interfaz cumpla con las funcionalidades solicitadas.

Además, se establecen las conexiones con los diferentes orígenes de datos. Se configuran los permisos de acceso para garantizar que los usuarios interactúen con la aplicación de manera controlada.

5.3 Pruebas funcionales

Durante esta etapa, se ejecutan diversas pruebas con el objetivo de validar cada una de las funcionalidades implementadas y garantizar que la solución en Power Apps opere de manera sin inconvenientes. Estas pruebas incluyen la verificación del correcto funcionamiento de los flujos de trabajo, la usabilidad de la interfaz, la integridad de los datos y la estabilidad del sistema en distintos escenarios de uso.

Todo este proceso es supervisado por el equipo de desarrollo en conjunto con el cliente, permitiendo que cualquier incidencia detectada sea corregida antes de proceder con el despliegue en el entorno de producción.

5.4 Despliegue

Una vez completada la fase de pruebas y con la validación del equipo y del cliente, la solución se despliega en el entorno de producción. En esta fase, se asegura que la aplicación esté completamente operativa y disponible para su uso dentro de la organización. Se realiza un monitoreo inicial para detectar cualquier incidencia y, de ser necesario, se aplican correcciones. Asimismo, se proporciona documentación y capacitación a los usuarios clave, garantizando el aprovechamiento de la solución en su entorno de trabajo.

6. Desarrollo

En esta sección se detalla el proceso seguido en cada una de las fases presentadas anteriormente dentro del desarrollo de la metodología, enfocándose en la implementación de soluciones en Power Platform. El proceso inicia con el levantamiento y análisis de los requerimientos del cliente, pasando por el desarrollo y pruebas de la solución. Cada etapa se lleva a cabo con el objetivo de garantizar una implementación eficiente y alineada con las necesidades del usuario.

Durante la práctica empresarial, se desarrollaron dos soluciones dirigidas al equipo de Calidad de Vida de la Electrificadora de Santander S.A., adaptadas a sus procesos y requerimientos específicos. A lo largo de este documento, se describen en detalle los procedimientos realizados para cada una de estas implementaciones, desde la configuración y personalización de los componentes en Power Apps y Power Automate, hasta las pruebas y ajustes necesarios para asegurar su correcto funcionamiento dentro de la organización.

6.1 Análisis de requerimientos

6.1.1 Modelamiento de procesos con BPMN

Durante la fase inicial del desarrollo de la solución, se lleva a cabo una reunión clave entre el equipo de trabajo, el cliente y el líder del proyecto, con el objetivo de recopilar información relevante y establecer las bases funcionales y estratégicas para la implementación. En este espacio, se profundiza en la situación actual del proceso que se busca optimizar, los retos

que enfrentan los usuarios, y los objetivos específicos que se pretenden alcanzar mediante la solución en Power Platform.

A partir de este diálogo, se plantea un modelo de negocio adaptado al contexto y necesidades del cliente, en el que se definen los roles de los usuarios, el flujo de información, los módulos funcionales necesarios y la forma en que Power Apps y otros componentes de la plataforma pueden integrarse para responder a dichos requerimientos.

Este modelo no solo sirve como punto de partida para el diseño técnico de la solución, sino que también permite al equipo alinear expectativas con el cliente, identificar posibles restricciones, y establecer una visión compartida del producto final.

A continuación, se presentan los diferentes diagramas correspondientes a cada uno de los roles definidos en la solución: Administrador del sistema, Administrador de contrato e Inspector. Estos diagramas permiten visualizar las funciones, responsabilidades y flujos de trabajo asociados a cada perfil dentro de la aplicación.

6.1.1.1 Diagrama BPMN rol Administrador del Sistema

Figura 2.

Diagrama BPMN rol Administrador del sistema.

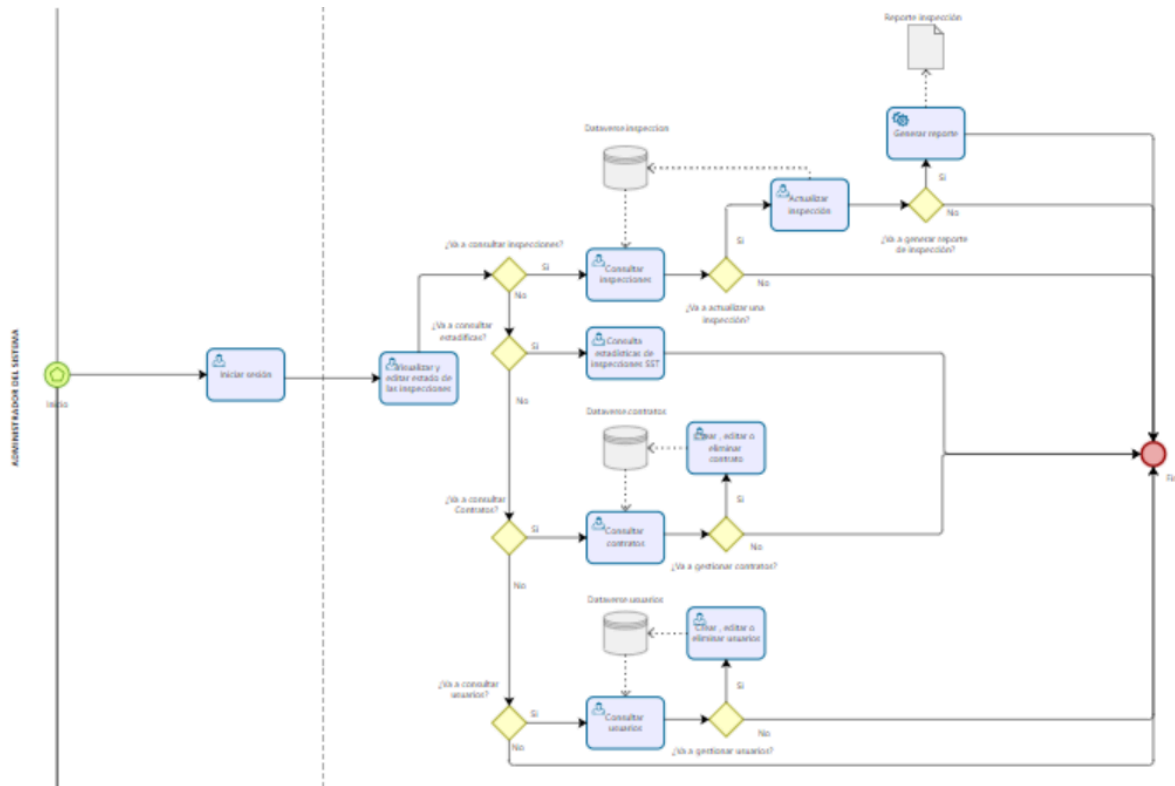


Tabla 2.

Especificación BPMN rol Administrador del sistema.

Paso	Descripción corta de la actividad.	Comentarios
1	Inicio sesión de acuerdo con el rol	Existen tres roles (administrador, inspector, contratista), de acuerdo con el rol asignado se ingresa.
2	Administrador visualiza inspecciones	Primera pantalla de administrador al ingresar puede ver inspecciones y poder cambiar de estado las mismas.
3	Administrador consulta inspecciones	Consultar mediante un filtro por contratista y número de

- | | | |
|---|--|---|
| 4 | Administrador actualiza inspección | inspección. |
| 5 | Administrador genera reporte inspección | En el momento que se consulta una inspección se entra en los detalles de esta y se puede editar los campos. |
| 6 | Administrador consultas estadísticas | En el detalle de la inspección, se puede generar un reporte PDF. |
| 7 | Administrador consultas estadísticas | Estadísticas filtradas por diferentes ítems (contrato, categoría, contratista, etc.) |
| 8 | Administrador consulta y edita contratos | En este módulo se pueden gestionar los contratos, tanto su creación, modificación o eliminación. |
| 9 | Administrador gestiona usuarios | En este módulo se crean, modifican y eliminan los usuarios, además de una opción para visualizar la firma de los inspectores. |

6.1.1.2 Diagrama BPMN rol Administrador de Contrato

Figura 3.

Diagrama BPMN rol Administrador de contrato.

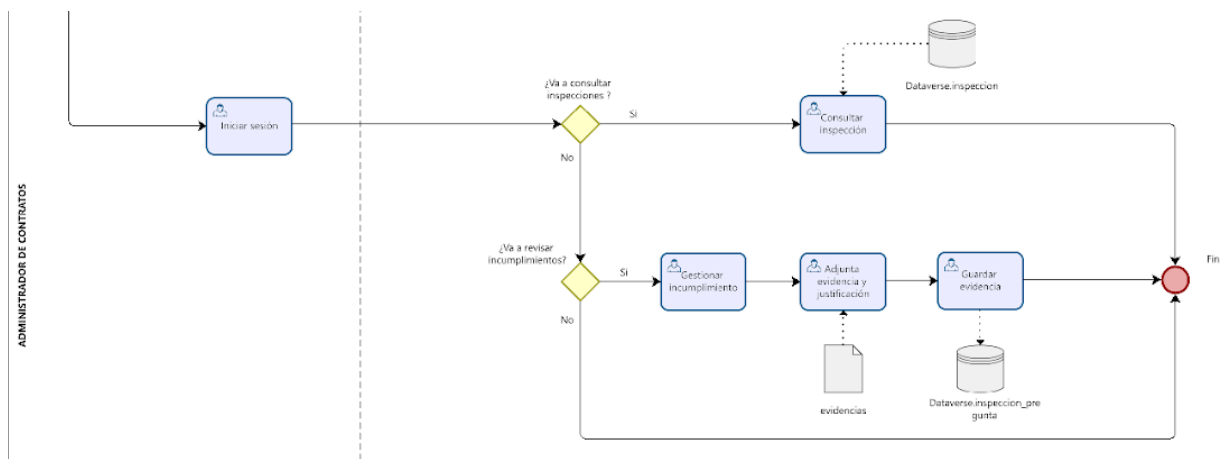


Tabla 3.

Especificación BPMN rol Administrador de contrato.

Paso	Descripción corta de la actividad.	Comentarios
1	<i>Inicio sesión de acuerdo con el rol</i>	<i>Existen tres roles (administrador, inspector, contratista), de acuerdo con el rol asignado se ingresa.</i>
2	Contratista consulta las inspecciones	Se listan las inspecciones asociadas al contratista.
3	Contratista gestiona incumplimientos	Se gestionan los incumplimientos de una inspección asociada al contratista, donde puede adjuntar la evidencia y justificación del incumplimiento.

6.1.1.3 Diagramas BPMN rol Inspector

Figura 4.

Diagrama BPMN rol Inspector.

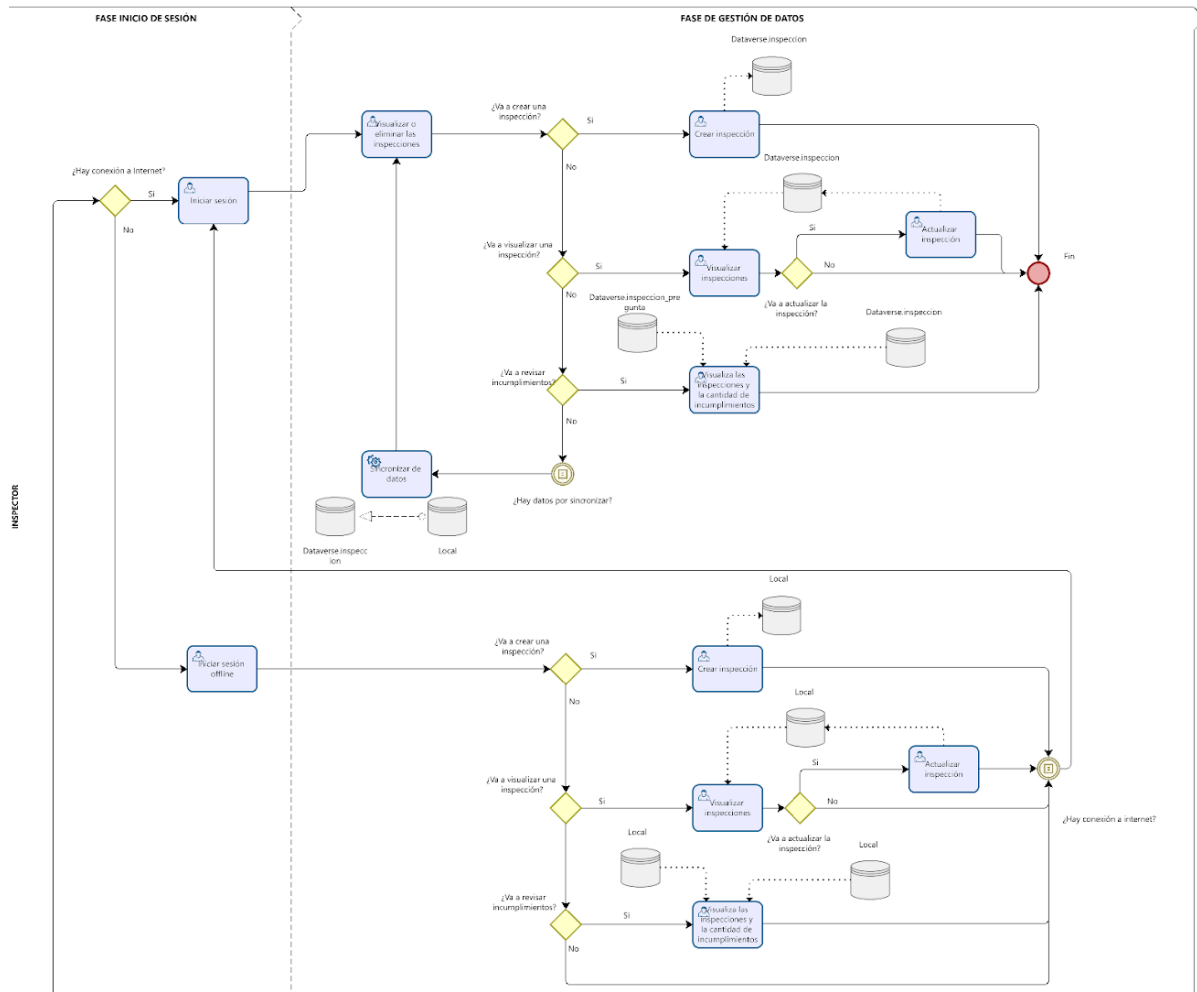


Tabla 4.

Especificación BPMN rol Inspector.

Paso	Descripción corta de la actividad.	Comentarios
1	<i>Inicio sesión de acuerdo con el rol</i>	<i>Existen tres roles (administrador, inspector, contratista), de acuerdo con el rol asignado se ingresa.</i>
2	Inspector revisa la conexión a internet	La revisión de conexión le indica al inspector si el proceso lo debe llevar o no de forma manual (formularios, documentos físicos, etc.)
3	Inspector sin conexión	Realiza el inicio de sesión offline.
4	Inspector obtiene conexión	Inicia la sincronización de los datos locales.
5	Inspector visualiza inspecciones	El inspector puede visualizar las inspecciones asociadas a su nombre, desde allí también puede eliminar inspecciones. En modo offline, visualiza las inspecciones que se han almacenado localmente.
6	Inspector genera inspección	Aquí es donde se crean las inspecciones, son solo los inspectores los que pueden crear una inspección.
7	Inspector actualiza inspección	Se visualizan las inspecciones realizadas por el inspector y permite hacer cambios. Se puede filtrar tanto por la inspección como por el contratista en los dos modos.
8	Inspector revisa incumplimientos	El inspector puede revisar los incumplimientos de las inspecciones que ha realizado en los dos modos. Se filtra de la más reciente a la más antigua.
9	Inspector revisa evidencia y justificación incumplimiento.	Se listan los incumplimientos de la inspección seleccionada, donde se pueden visualizar las evidencias y justificación de cada incumplimiento, donde puede cambiar el estado de los incumplimientos a REVISADO.

6.1.2 Definición de requerimientos funcionales

6.1.2.1 Requerimientos de alto nivel

Los requerimientos funcionales del sistema se centran en proporcionar una herramienta para la gestión de inspecciones de seguridad y salud en el trabajo, optimizando el proceso tanto para los inspectores como para los responsables de supervisión y gestión.

El sistema está diseñado con módulos específicos para cada rol, permitiendo que inspectores, administradores del sistema y administradores de contrato accedan a funcionalidades adaptadas a sus necesidades. Los inspectores pueden registrar hallazgos, tomar evidencias fotográficas y completar listas de verificación de manera estructurada. Para garantizar operatividad en cualquier entorno, la aplicación cuenta con un modo offline que permite a los inspectores realizar inspecciones sin conexión y sincronizar los datos una vez que recuperen el acceso a la red.

Por otro lado, los administradores del contrato pueden hacer seguimiento de hallazgos y tomar decisiones para realizar las acciones correctivas, mientras que los administradores del sistema pueden configurar listas de chequeo personalizadas, gestionar usuarios y contratos vigentes.

El sistema también incorpora un panel de análisis, permitiendo visualizar indicadores clave de seguridad y salud mediante gráficos interactivos y exportación de informes. Además, se integra con herramientas como Power BI para un análisis más detallado.

El diseño de la aplicación asegura compatibilidad con distintos dispositivos, incluyendo teléfono móvil y tablet, para garantizar su uso en cualquier contexto operativo.

6.1.2.1.1 Resumen de los requerimientos funcionales

RF1: El sistema debe tener un inicio de sesión de acuerdo al rol definido en cada usuario.

RF2: El sistema en el rol de administrador del sistema debe ofrecer un módulo para gestionar inspecciones, usuarios y contratos.

RF3: El sistema en el rol de administrador del contrato debe ofrecer un módulo para la visualización de las inspecciones asociadas al mismo y gestionar incumplimientos.

RF4: El sistema en el rol de inspector debe tener la opción tanto Online como Offline.

RF5: El sistema en el rol de inspector debe tener en el módulo Online generar inspecciones, actualizar inspecciones y revisar incumplimientos.

RF6: El sistema en el rol de inspector debe tener en el módulo Offline generar inspecciones y actualizar inspecciones.

6.1.2.2 Requerimientos a nivel de usuario

Como usuario quiero tener acceso a la aplicación de acuerdo a mi rol.

Como usuario administrador del sistema, quiero visualizar y actualizar inspecciones, gestionar usuarios y contratos.

Como usuario administrador de contrato, quiero visualizar mis inspecciones asociadas y poder gestionar los incumplimientos de las inspecciones.

Como usuario inspector, quiero tener la opción de hacer uso de la aplicación en modo tanto Online como Offline.

Como usuario inspector, quiero que esté en el modo Online generar y actualizar inspecciones, visualizar las inspecciones y revisar incumplimientos.

Como usuario inspector, quiero que en el modo Offline se pueda generar y actualizar inspecciones.

6.1.2.3 Especificación detallada de requerimientos funcionales

Tabla 5.

Especificación RF1.

ID	RF1	Fuente	Reunión cliente y líder de proyecto	
Nombre	Inicio de sesión por roles			
Complejidad	Media	Prioridad	5	
Tipo	Necesario	Requerimiento que lo utiliza o especializa	RF2, RF3, RF4, RF5, RF6	
Crítico	Sí (Es esencial para la funcionalidad del sistema)			
Documentos de visualización asociados	Mockups de interfaz de usuario			
Usuarios	Usuarios finales			
Entrada	Usuario y contraseña	Salida	Ingreso a módulo rol de usuario	
Descripción				
El sistema debe permitir el inicio de sesión de acuerdo al rol asignado.				
Precondición				
El sistema debe tener acceso a la base de datos donde se almacenan los usuarios.				
Postcondición				
El usuario visualiza el módulo correspondiente a su rol.				
Consideraciones				
Criterios de aceptación				
Inicio de sesión exitoso redirigido al módulo correspondiente al rol.				

Tabla 6.

Especificación RF2.

ID	RF2	Fuente	Reunión cliente y líder de proyecto	
Nombre	Módulo administrador del sistema			
Complejidad	Media	Prioridad	4	
Tipo	Necesario	Requerimiento que lo utiliza o especializa	No aplica.	
Crítico	Sí			

Documentos de visualización asociados	<i>Diagrama de procesos rol administrador del sistema</i>		
Usuarios	<i>Usuario administrador del sistema</i>		
Entrada	<i>Rol administrador del sistema</i>	Salida	<i>Visualizar opciones relacionadas al administrador del sistema</i>
Descripción			
<i>El sistema debe mostrar el módulo de administrador del sistema cuando se inicie sesión con este rol, donde puede hacer gestión de inspecciones, usuarios y contratos.</i>			
Precondición			
<i>El sistema debe tener acceso a la base de datos.</i>			
Postcondición			
<i>Visualización correcta de las opciones del rol.</i>			
Consideraciones			
<i>Debe garantizarse que la barra de navegación y cada pantalla dirija correctamente.</i>			
Criterios de aceptación			
<i>Menú navegable, y contenido por opciones funcionando correctamente</i>			

Tabla 7.

Especificación RF3.

ID	<i>RF3</i>	Fuente	<i>Reunión cliente y líder de proyecto</i>	
Nombre	<i>Módulo administrador de contrato</i>			
Complejidad	<i>Media</i>	Prioridad	<i>4</i>	
Tipo	<i>Necesario</i>	Requerimiento que lo utiliza o especializa	<i>No aplica.</i>	
Crítico	<i>Sí</i>			
Documentos de visualización asociados	<i>Diagrama de procesos rol administrador de contrato.</i>			
Usuarios	<i>Usuario administrador de contrato</i>			
Entrada	<i>Rol administrador de contrato</i>	Salida	<i>Visualizar opciones relacionadas al administrador de contrato</i>	
Descripción				
<i>El sistema debe mostrar el módulo de administrador de contrato cuando se inicie sesión con este rol, donde puede visualizar inspecciones y gestionar incumplimientos.</i>				
Precondición				
<i>El sistema debe tener acceso a la base de datos.</i>				

Postcondición

Visualización correcta de las opciones del rol.

Consideraciones

Debe garantizarse que la barra de navegación y cada pantalla dirija correctamente.

Criterios de aceptación

Menú navegable, y contenido por opciones funcionando correctamente

Tabla 8.

Especificación RF4.

ID	RF4	Fuente	Reunión cliente y líder de proyecto	
Nombre	Inicio de sesión de inspector Online/Offline			
Complejidad	Alta	Prioridad	4	
Tipo	Necesario	Requerimiento o que lo utiliza o especializa	RF5, RF6	
Crítico	Sí			
Documentos de visualización asociados	No aplica.			
Usuarios	Usuario inspector			
Entrada	Usuario y contraseña	Salida	Correcto inicio de sesión	
Descripción				
<i>El sistema debe iniciar sesión tanto en modo online como offline.</i>				
Precondición				
<i>El sistema debe tener una copia de la base de datos en las colecciones de datos locales.</i>				
Postcondición				
<i>Visualización correcta de las opciones del rol.</i>				
Consideraciones				
<i>Para el ingreso offline se debe haber iniciado sesión en el dispositivo por lo menos una vez de forma online.</i>				
Criterios de aceptación				
<i>Inicio de sesión correcto, según el caso de uso.</i>				

Tabla 9.

Especificación RF5.

ID	RF5	Fuente	Reunión cliente y líder de proyecto	
Nombre	Módulo inspector ONLINE			
Complejidad	Media	Prioridad	4	

Tipo	<i>Necesario</i>	Requerimiento que lo utiliza o especializa	<i>No aplica.</i>
Crítico	<i>Sí</i>		
Documentos de visualización asociados	<i>Diagrama de procesos rol inspector modo online</i>		
Usuarios	<i>Usuario inspector</i>		
Entrada	<i>Rol inspector</i>	Salida	<i>Visualizar opciones relacionadas al inspector</i>
Descripción			
<i>El sistema debe mostrar el módulo de inspector cuando se inicie sesión con este rol, donde puede hacer gestión de inspecciones y revisar incumplimientos, así como la opción de sincronizar inspecciones realizadas de forma offline.</i>			
Precondición			
<i>El sistema debe tener acceso a la base de datos.</i>			
Postcondición			
<i>Visualización correcta de las opciones del rol.</i>			
Consideraciones			
<i>Debe garantizarse que la barra de navegación y cada pantalla dirija correctamente.</i>			
Criterios de aceptación			
<i>Menú navegable, y contenido por opciones funcionando correctamente</i>			

Tabla 10.

Especificación RF6.

ID	<i>RF6</i>	Fuente	<i>Reunión cliente y líder de proyecto</i>	
Nombre	<i>Módulo inspector OFFLINE</i>			
Complejidad	<i>Alta</i>	Prioridad	<i>5</i>	
Tipo	<i>Necesario</i>	Requerimiento que lo utiliza o especializa	<i>RF5</i>	
Crítico	<i>Sí</i>			
Documentos de visualización asociados	<i>Diagrama de procesos rol inspector OFFLINE</i>			
Usuarios	<i>Usuario inspector</i>			
Entrada	<i>Rol inspector</i>	Salida	<i>Visualizar opciones relacionadas al inspector</i>	
Descripción				

El sistema debe mostrar el módulo de inspector cuando se inicie sesión con este rol de manera offline, donde puede generar y actualizar inspecciones.

Precondición

El sistema debe tener una copia de la base de datos en las colecciones de datos locales.

Postcondición

Visualización correcta de las opciones del rol.

Consideraciones

Para el ingreso offline se debe haber iniciado sesión en el dispositivo por lo menos una vez de forma online.

Criterios de aceptación

Menú navegable, y contenido por opciones funcionando correctamente

6.1.3 Definición de requerimientos no funcionales

RNF1: La aplicación debe estar disponible el 99.9% del tiempo durante el horario laboral definido de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 5:00 p.m., excluyendo mantenimientos programados.

RNF2: Debe ser compatible con dispositivos móviles y tabletas, asegurando una experiencia fluida tanto en iOS como en Android.

RNF3: La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar, con una curva de aprendizaje mínima para los inspectores y otros roles.

RNF4: La sincronización de datos en modo offline debe ser rápida, que permita el levantamiento de inspecciones sin conexión.

RNF5: Debe permitir la incorporación de nuevas funcionalidades y módulos sin afectar el rendimiento definido.

RNF6: La solución debe permitir actualizaciones y ajustes sin interrumpir el servicio, a través de las tecnologías de Power Platform.

RNF7: La información debe almacenarse en Dataverse o SharePoint, garantizando respaldo automático y recuperación ante fallos.

RNF8: El sistema debe garantizar la compatibilidad multiplataforma, asegurando su funcionamiento en dispositivos de diferentes capacidades.

6.1.3.1 Especificación detallada de requerimientos no funcionales

Tabla 11.

Especificación RNF1.

ID	RNF1	Fuente	Equipo
Nombre	Garantizar un 99.9% de disponibilidad del sistema en Power Platform.		
Complejidad	Alta	Prioridad	5
Tipo	Necesario	Requerimiento o que lo utiliza o especializa	RF1
Crítico	Sí, impacta la experiencia del usuario final.		
Documentos de visualización asociados	Diagramas de arquitectura de Power Platform.		
Usuarios	Todos los usuarios de la plataforma, incluidos inspectores y administradores.		
Entrada	Solicitudes de acceso y operaciones realizadas en la aplicación.	Salida	Disponibilidad operativa del sistema en Power Platform durante al menos 99.9% del tiempo anual.
Descripción			
La plataforma debe estar disponible al menos el 99.9% del tiempo, excluyendo mantenimientos programados.			
Precondición			
La infraestructura en Power Platform debe garantizar alta disponibilidad con redundancia en la nube de Microsoft.			
Postcondición			
La aplicación sigue operativa, permitiendo una experiencia continua para los usuarios.			
Consideraciones			
Criterios de aceptación			
El tiempo de inactividad debe ser el mínimo.			

Tabla 12.

Especificación RNF2.

ID	RNF2	Fuente	Equipo
Nombre	<i>Compatibilidad con múltiples dispositivos y sistemas operativos.</i>		
Complejidad	<i>Media</i>	Prioridad	<i>4</i>
Tipo	<i>Necesario</i>	Requerimiento que lo utiliza o especializa	<i>RF7</i>
Crítico	<i>Sí, afecta la accesibilidad del sistema.</i>		
Documentos de visualización asociados	<i>Especificaciones de compatibilidad de Power Apps.</i>		
Usuarios	<i>Inspectores, supervisores y administradores.</i>		
Entrada	<i>Acceso desde dispositivos móviles, tablets y computadoras.</i>	Resultado	<i>La aplicación funciona correctamente en distintos dispositivos.</i>
Descripción			
<i>La aplicación debe ser accesible desde iOS, Android y navegadores web sin pérdida de funcionalidad.</i>			
Precondición			
<i>La solución debe desarrollarse en Power Apps, garantizando compatibilidad multiplataforma.</i>			
Postcondición			
<i>Los usuarios pueden acceder a la aplicación sin problemas desde cualquier dispositivo compatible.</i>			
Consideraciones			
<i>Se debe probar la aplicación en diferentes dispositivos y redes antes del despliegue final.</i>			
Criterios de aceptación			
<i>La aplicación debe ejecutarse correctamente en al menos 95% de los dispositivos probados.</i>			

Tabla 13.

Especificación RNF4.

ID	RNF4	Fuente	Equipo
Nombre	<i>Disponibilidad de un modo offline para inspectores.</i>		
Complejidad	<i>Alta</i>	Prioridad	<i>5</i>
Tipo	<i>Necesario</i>	Requerimiento que lo utiliza o especializa	<i>RF5, RF6</i>
Crítico	<i>Sí, afecta la funcionalidad en campo.</i>		

Documentos de visualización asociados	<i>Arquitectura de datos en Power Apps Offline.</i>		
Usuarios	Usuarios inspectores		
Entrada	<i>Uso de la aplicación sin conexión.</i>	Resultado	<i>Los datos ingresados sin conexión se sincronizan correctamente cuando hay internet.</i>
Descripción			
La aplicación debe permitir a los inspectores realizar inspecciones sin conexión, almacenando los datos localmente hasta que se recupere la red.			
Precondición			
<i>La aplicación debe estar diseñada con la capacidad offline de Power Apps, asegurando almacenamiento temporal y sincronización eficiente.</i>			
Postcondición			
<i>Los datos ingresados en modo offline se sincronizan automáticamente cuando el dispositivo tenga conexión.</i>			
Consideraciones			
Criterios de aceptación			
<i>El 100% de los datos ingresados sin conexión deben sincronizarse correctamente al recuperar internet.</i>			

Tabla 14.

Especificación RNF8.

ID	<i>RNF8</i>	Fuente	<i>Equipo</i>
Nombre	<i>Compatibilidad multiplataforma</i>		
Complejidad	<i>Media</i>	Prioridad	<i>4</i>
Tipo	<i>Necesario</i>	Requerimiento o que lo utiliza o especializa	<i>No aplica</i>
Crítico	<i>Sí (Garantiza el alcance del sistema a todos los usuarios)</i>		
Documentos de visualización asociados	<i>Prototipo funcional en diferentes dispositivos (Computador y teléfono móvil).</i>		
Usuarios	Todos los usuarios		
Entrada	<i>Dispositivo con especificaciones variadas</i>	Resultado	<i>Funcionamiento adecuado del sistema</i>
Descripción			
<i>El sistema debe garantizar que todas las funciones sean accesibles y operativas en dispositivos móviles de diferentes capacidades técnicas.</i>			

Precondición

El dispositivo debe contar con un sistema operativo compatible con la aplicación y cumplir con los requisitos mínimos de hardware.

Postcondición

El usuario puede utilizar el sistema en su dispositivo sin problemas de rendimiento o compatibilidad.

Consideraciones

Se debe prever el manejo del caché en dispositivos móviles.

Criterios de aceptación

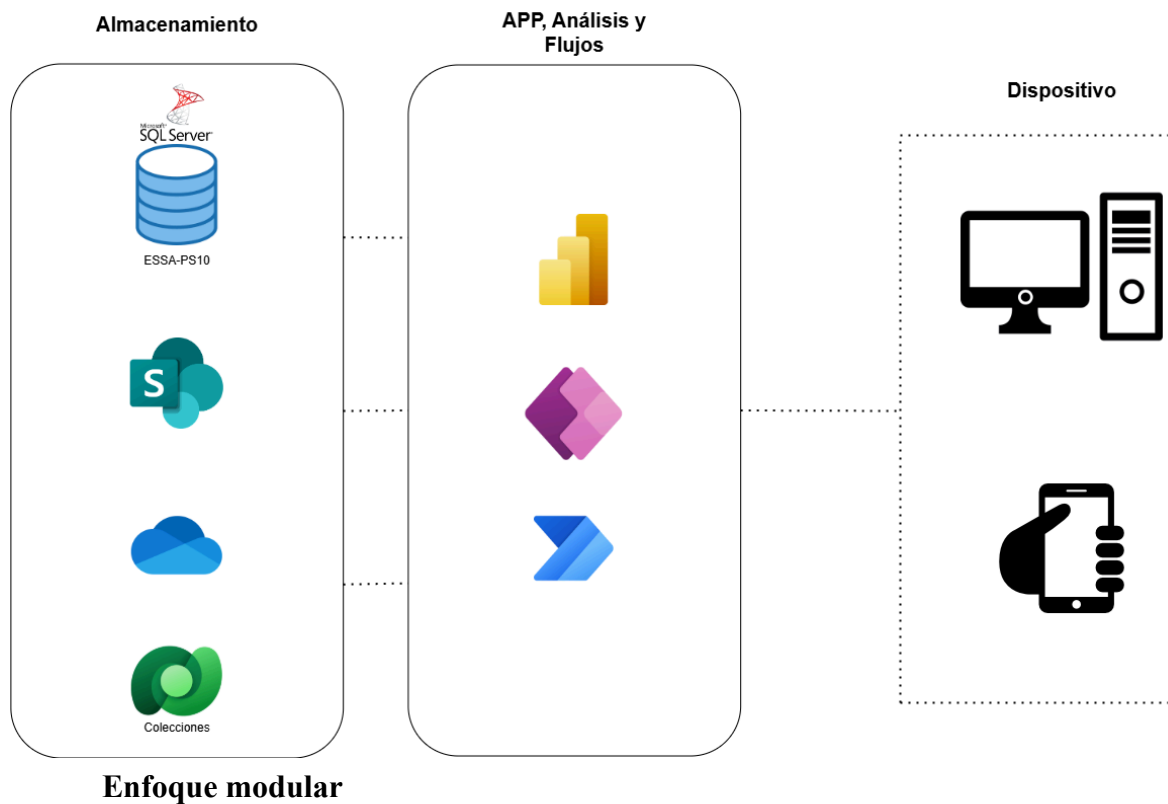
La aplicación debe funcionar correctamente en los diferentes dispositivos.

6.2 Implementación

6.2.1 Arquitectura de la solución y modelo relacional

La solución desarrollada está basada en la Microsoft Power Platform, compuesta por los siguientes elementos:

- **Power Apps:** Para la creación de la interfaz de usuario que permite a los diferentes roles (inspectores, administradores del sistema y administradores de contrato) interactuar con la aplicación.
- **Power Automate:** Para la automatización de procesos como notificaciones, almacenamiento de datos, envío de reportes, y sincronización de datos offline.
- **SQL Server / Sharepoint List:** Como fuente de datos centralizada, permitiendo almacenar información estructurada de las inspecciones, usuarios, contratos y evidencias.
- **Power BI:** Para la visualización y análisis descriptivo de los datos recolectados en las inspecciones.

Figura 5.*Arquitectura de la solución.*

La arquitectura de la solución sigue un enfoque modular, permitiendo el mantenimiento y la escalabilidad del sistema en el tiempo. La estructura general contempla tres capas:

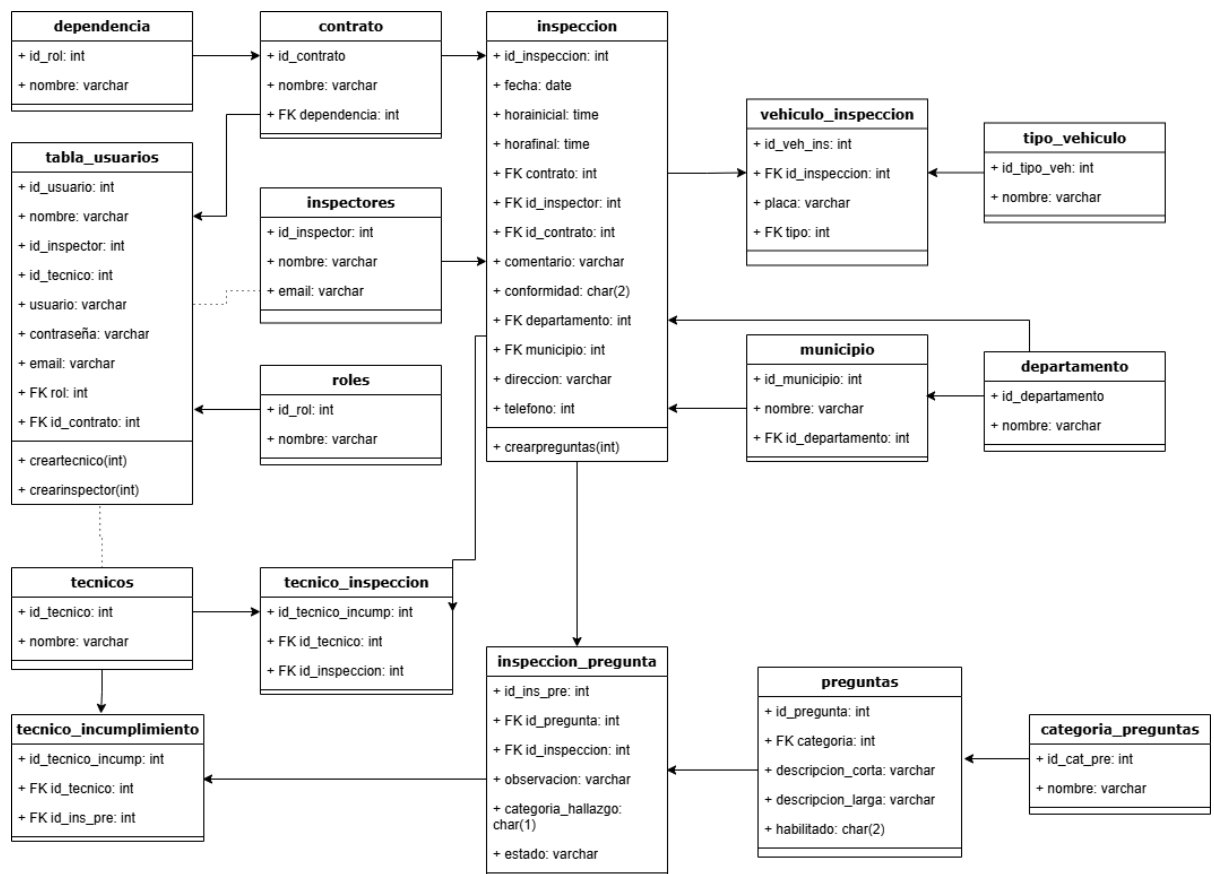
1. **Capa de presentación:** Interfaz de usuario desarrollada en Power Apps con vistas personalizadas para cada rol (Inspector, Administrador del sistema y Administrador de contratos).
2. **Capa lógica:** Implementada mediante Power FX y Power Automate para gestionar condiciones, validaciones, automatizaciones y sincronización.
3. **Capa de datos:** Integrada por SQL Server y Sharepoint List.

Esta arquitectura permite que la solución sea escalable, modular y cumpla con los lineamientos de seguridad de la empresa.

A continuación, se presenta el modelo relacional de base de datos que será implementado para la solución desarrollada. Este modelo ha sido diseñado cuidadosamente para reflejar las entidades clave del proceso de inspección, así como las relaciones entre usuarios, técnicos, inspectores, contratos, vehículos, preguntas de inspección e incidencias detectadas.

Figura 6.

Modelo relacional



Cada entidad del modelo está orientada a soportar las funcionalidades esperadas de la aplicación construida en Power Platform, y se ha estructurado para permitir una futura escalabilidad, tanto en términos de volumen de datos como de integración con otros sistemas o fuentes externas.

6.2.2 Funcionalidades principales implementadas

6.2.2.1 Gestión de usuarios y roles

Cada usuario accede únicamente a las funciones correspondientes a su rol. La gestión de usuarios es realizada exclusivamente por el administrador del Sistema, y los datos se almacenan y controlan desde la base de datos SQL Server. Por ejemplo:

- El administrador del sistema puede editar usuarios y ver todos los registros (Figura 7).
- El inspector puede crear, editar y revisar inspecciones propias (Figura 9).

Figura 7.

Pantalla de ingreso al sistema.

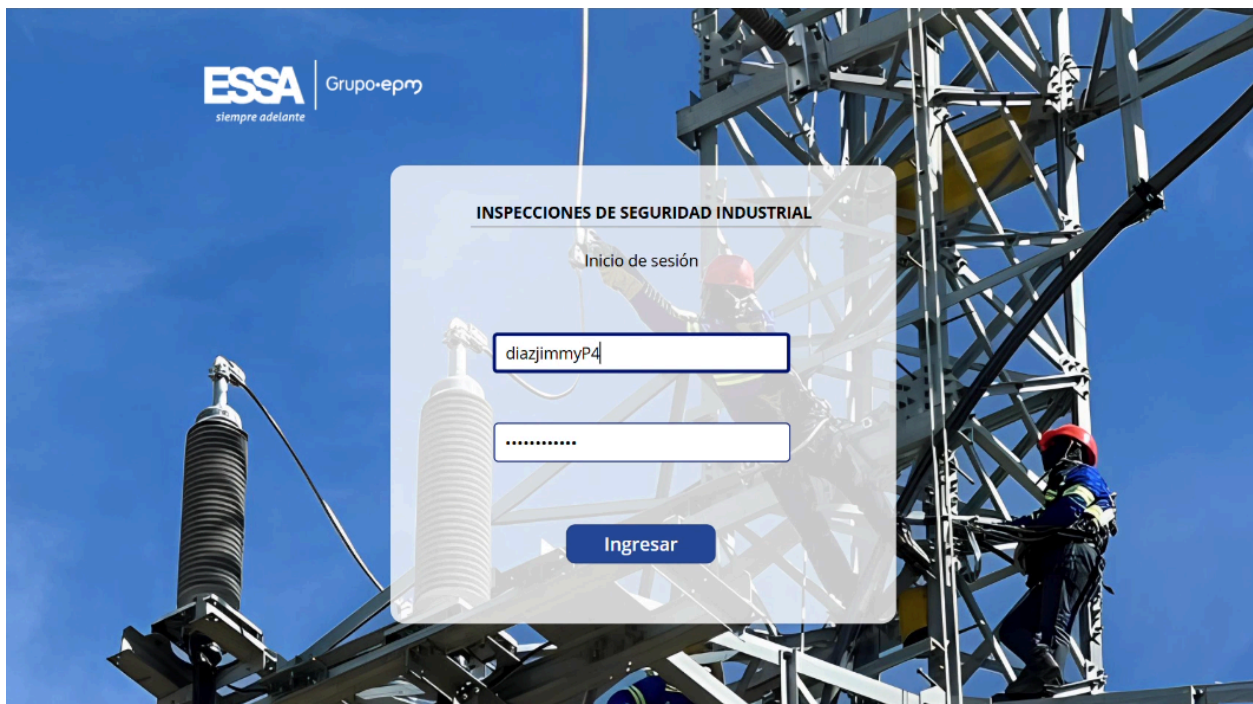


Figura 8.

Pantalla de inicio del usuario "administrador del sistema", donde se muestran únicamente las funciones disponibles para su rol.



The screenshot displays the user interface for the system administrator. At the top, a green navigation bar contains the user's role 'Administrador General Del Sistema' and a menu with options: INICIO, ACTUALIZAR INSPECCION, ESTADISTICAS, CONTRATOS, USUARIOS, and CERRAR SESION. Below the navigation bar, the main content area is titled 'LISTADO DE INSPECCIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL'. It features a table with five columns: No, Fecha, Contrato, Inspector, Incumplimientos, and Estado. Each row represents an inspection record with a 'Guardar' button and a status dropdown menu set to 'NO REVISADO'.

No	Fecha	Contrato	Inspector	Incumplimientos	Estado
45400	26 marzo 2025	CW287875	Andres Leonardo Calderon Jaimes	0	NO REVISADO <input type="button" value="Guardar"/>
45431	13 marzo 2025	ESSA_7820	Tania Katherine Rojas Mahecha	0	NO REVISADO <input type="button" value="Guardar"/>
45425	12 marzo 2025	ESSA_7820	Tania Katherine Rojas Mahecha	0	NO REVISADO <input type="button" value="Guardar"/>
45426	12 marzo 2025	CW319546	Andres Delgado Guevara	0	NO REVISADO <input type="button" value="Guardar"/>
45427	12 marzo 2025	ESSA_7240	Andres Delgado Guevara	0	NO REVISADO <input type="button" value="Guardar"/>

Nota. La figura representa la pantalla principal del rol administrador del sistema, esta pantalla permite visualizar un menú que indica las funcionalidades correspondientes a este rol. captura de pantalla tomada de aplicación de inspecciones de seguridad y salud en el trabajo.

Figura 9.

Pantalla de inicio del usuario "administrador de contratos", donde se muestran únicamente las funciones disponibles para su rol.



No	Fecha	Inspector	Jefe de trabajo	Estado
31573	11 octubre 2022	Pedro Julio Quintero Efrez	Omar Mauricio Orozco Montañez	Consultar
42127	30 octubre 2024	Reinaldo Aurelio Rodriguez Noguera	Luis Fernando Madrigal Gádenas	Consultar
43238	4 diciembre 2024	Reinaldo Aurelio Rodriguez Noguera	Juan Carlos Mendoza Villabona	Consultar
25980	2 febrero 2022	Pedro Julio Quintero Efrez	Yeferson Javier Pérez Moreno	Consultar
12856	7 noviembre 2022	Tania Katherine Rojas Mahecha	Jefferson García	Consultar

Nota. La figura representa la pantalla principal del rol administrador de contratos, esta pantalla permite visualizar un menú que indica las funcionalidades correspondientes a este rol. captura de pantalla tomada de aplicación de inspecciones de seguridad y salud en el trabajo.

Figura 10.

Pantalla de inicio del usuario "Inspector", donde se muestran únicamente las funciones disponibles para su rol.

The screenshot displays the user interface for an Inspector. At the top, a blue navigation bar contains the user's name 'Andrea Paola Lagos Espinel', three menu items: 'GENERAR INSPECCION', 'ACTUALIZAR INSPECCION', and 'REVISAR INCUMPLIMIENTOS', and a 'CERRAR SESION' button. Below the navigation bar, a green dot indicates the user is 'Online'. The main heading is 'INSPECCIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL'. The form area includes a date field set to '13 marzo 2025', an inspector ID field 'Cedula Inspector' with value '1098649200', and the inspector's name 'Nombre del Inspector' as 'Andrea Paola Lagos Espinel'. There are several dropdown menus for 'Dependencia', 'Departamento', 'Municipio', and 'Zona'. A search field with the placeholder 'Buscar elementos' is also present. At the bottom, there are labels for 'Dirección del trabajo a realizar', 'Trabajo a realizar (Módulo 200 contratos)', and 'Equipo de Trabajo'.

Nota. La figura representa la pantalla principal del rol Inspector, esta pantalla permite visualizar un menú que indica las funcionalidades correspondientes a este rol. captura de pantalla tomada de aplicación de inspecciones de seguridad y salud en el trabajo.

6.2.2.2 Registro y edición de inspecciones

Se desarrolló un formulario dinámico para el registro de inspecciones (ver Figura 5.2.1), el cual incluye

- Datos básicos de la inspección.
- Selección del contrato.
- Captura de evidencias fotográficas directamente desde el dispositivo.

Figura 11.

Pantalla formulario de datos básicos de la inspección

Figura 12.

Lista desplegable para la selección de dependencia y contrato.

Actualización de Inspección de Seguridad Industrial No. 39293

Figura 13.

Módulo de captura de evidencia fotográfica por categoría.

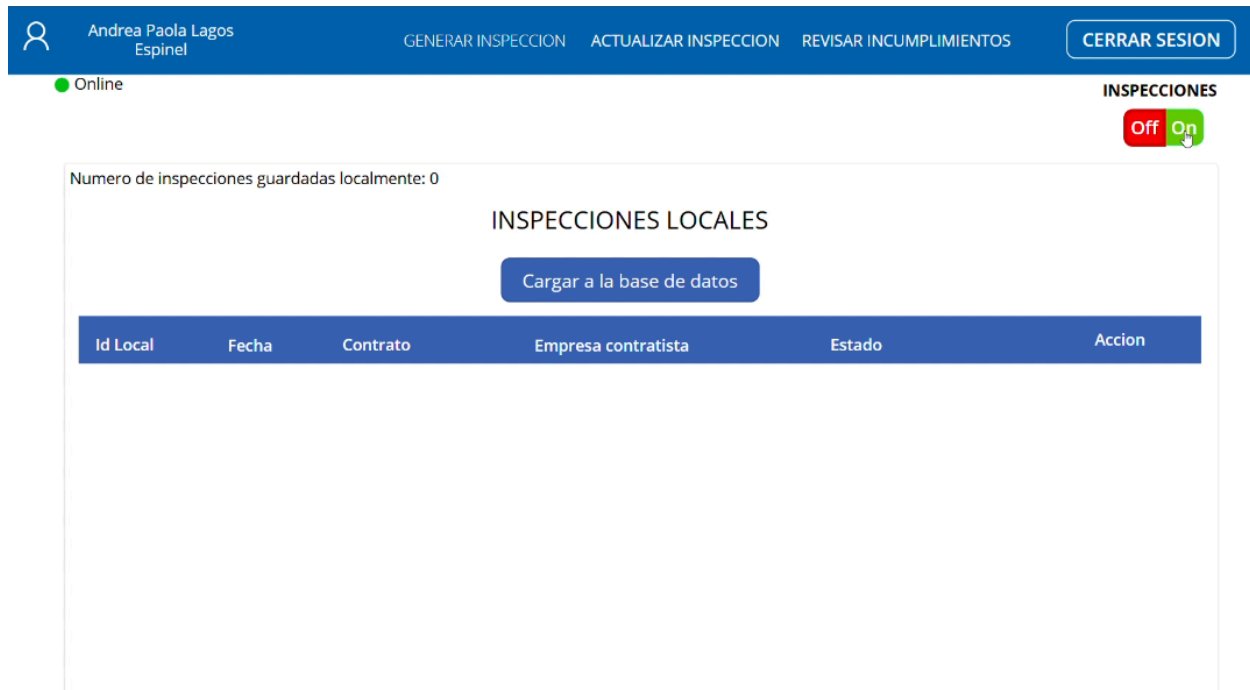
The screenshot shows a web application interface for managing industrial safety inspections. At the top, a blue navigation bar contains the user's name 'Andrea Paola Lagos Espinel', a profile icon, and three menu items: 'GENERAR INSPECCION', 'ACTUALIZAR INSPECCION', and 'REVISAR INCUMPLIMIENTOS'. A 'CERRAR SESION' button is located on the right side of the navigation bar. Below the navigation bar, a green dot indicates the user is 'Online'. The main content area is titled 'Actualización de Inspección de Seguridad Industrial No. 39293'. A central panel titled 'Evidencias por Categoría' contains a dropdown menu for 'Categoria incumplimiento' with the selected option 'Regla de Oro - Línea Desenergizada'. Below the dropdown, the text 'Obteniendo sus datos...' is displayed. A blue 'Guardar' button is positioned below the text. At the bottom of the panel, a table header is visible with three columns: 'Imagen(Evidencia)', 'Categoría', and 'Acción'.

6.2.2.3 Modo offline

La aplicación permite la recolección de datos sin conexión, almacenando temporalmente en la memoria local del dispositivo. Al restablecer la conectividad, los datos son sincronizados con SQL Server mediante power apps y el uso de colecciones de datos.

Figura 14.

Módulo actualizar datos guardados localmente en base de datos

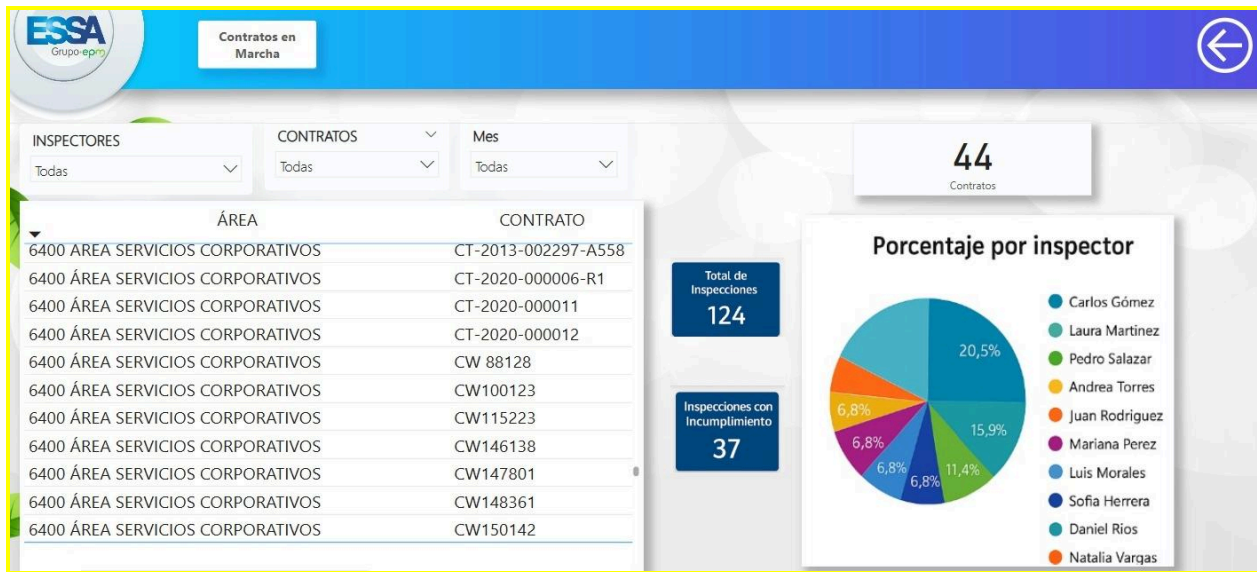


Nota. La figura representa la pantalla en la que el usuario puede visualizar las inspecciones de seguridad y salud en el trabajo realizada de forma offline, y actualizar a hacer cargue de estos datos locales a la base de datos. captura de pantalla tomada de aplicación de inspecciones de seguridad y salud en el trabajo.

6.2.2.4 Reportes y trazabilidad

Los datos recolectados se visualizan en dashboards desarrollados en Power BI, permitiendo:

- Seguimiento de indicadores de cumplimiento e incumplimiento.
- Identificación de áreas críticas.

Figura 15.*Power BI inspecciones SST*

Nota. La figura representa el tablero informativo en la que el usuario puede visualizar estadísticas relacionadas con inspecciones de seguridad y salud en el trabajo.

6.3 Pruebas funcionales

6.3.1 Objetivo de las pruebas

El objetivo de las pruebas funcionales es garantizar que la aplicación desarrollada para el registro y la gestión de inspecciones relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo (SST) en ESSA cumple con todos los requerimientos establecidos en la fase de análisis. Estas pruebas permiten validar que cada funcionalidad implementada se comporta conforme a lo esperado, tanto desde el punto de vista técnico como desde la experiencia del usuario final, asegurando un desempeño correcto y confiable en escenarios reales de uso.

6.3.2 Metodología de pruebas

Para la validación funcional se aplicó una estrategia de pruebas basadas en casos de uso, alineadas con los requerimientos funcionales definidos. Cada caso de prueba fue diseñado para verificar el cumplimiento de funciones específicas, según el rol del usuario (Inspector, Administrador del Sistema, Administrador de Contratos y Consultor). Las pruebas se realizaron en dos fases:

1. **Pruebas en entorno de desarrollo:** donde se validó el correcto funcionamiento técnico de las funcionalidades durante el proceso de construcción.
2. **Pruebas en entorno de pruebas:** con usuarios representativos, simulando condiciones reales, incluyendo escenarios offline y con conectividad intermitente.

Se definieron criterios de aceptación claros para cada prueba, así como una matriz de trazabilidad para asegurar que todos los requerimientos funcionales estuvieran cubiertos.

6.3.3 Plan de pruebas

El plan de pruebas funcionales se estructuró en cinco módulos principales, los cuales agrupan las funcionalidades críticas de la solución:

1. Inicio de sesión y control de acceso por rol.
2. Registro, edición y eliminación de inspecciones.
3. Captura y carga de evidencias (fotografías).
4. Visualización y consulta de datos por parte de administradores y consultores.

5. Modo offline y sincronización automática.

Cada módulo fue evaluado mediante escenarios positivos (uso correcto) y negativos (uso incorrecto o condiciones límite).

6.3.4 Casos de prueba

A continuación, se presentan los casos de prueba ejecutados durante la validación funcional:

Tabla 15.

Casos de prueba funcionales representativos.

Código	Funcionalidad evaluada	Descripción del caso	Resultado esperado	Resultado cumple	Estado
CP-01	Inicio de sesión	Verificar que el usuario accede correctamente según su rol asignado	Visualización personalizada según permisos	SI	Aprobado
CP-02	Registro de inspección	Completar el formulario de inspección y guardarlo en línea	Datos almacenados en SQL Server	SI	Aprobado
CP-03	Evidencias fotográficas	Capturar y adjuntar imágenes durante la inspección	Fotografías visibles en la inspección	SI	Aprobado
CP-04	Modo offline	Registrar una inspección sin conexión y sincronizar posteriormente	Sincronización automática al reconectar	SI	Aprobado
CP-05	Reportes en Power BI	Visualizar estadísticas por mes,	Reportes actualizados y correctos	SI	Aprobado

		contrato y tipo de hallazgo			
CP-06	Edición por administrador	Validar que solo el administrador puede editar inspecciones ajenas	Restricción activa por permisos	SI	Aprobado
CP-07	Filtro y búsqueda	Buscar inspecciones por fecha, inspector o contrato	Filtrado rápido y preciso	SI	Aprobado
CP-08	Asignación de contratos	Asignar contratos a usuarios para visibilidad segmentada	Contratos filtrados correctamente	SI	Aprobado
CP-09	Validación de campos obligatorios	Bloquear envío si campos obligatorios están vacíos	Bloqueo de envío y mensajes de alerta	SI	Aprobado
CP-10	Carga masiva de datos	Subir múltiples inspecciones en lote desde archivo externo	Datos importados y validados	SI	Aprobado
CP-11	Creación de usuarios	Registrar un nuevo usuario desde el portal de administración	Usuario creado con rol asignado	SI	Aprobado
CP-12	Eliminación de registros	Eliminar una inspección y confirmar su eliminación	Registro eliminado del sistema	SI	Aprobado
CP-13	Historial de inspecciones	Consultar inspecciones pasadas por fecha o contrato	Historial accesible por usuario	SI	Aprobado
CP-14	Sincronización de evidencias	Asegurar que las fotos sincronizan al recuperar conexión	Imágenes visibles tras reconexión	SI	Aprobado
CP-15	Gestión de roles	Cambiar roles de usuarios desde la plataforma	Roles modificados correctamente	SI	Aprobado

CP-16	Reasignación de inspectores	Reasignar inspección a otro inspector y notificar cambio	Nuevo inspector informado del cambio	SI	Aprobado
CP-17	Carga inicial offline	Cargar todos los datos necesarios al iniciar sin red	Acceso a datos básicos sin conexión	SI	Aprobado
CP-18	Vista detallada de inspección	Mostrar todos los datos asociados a una inspección seleccionada	Datos mostrados en pantalla detallada	SI	Aprobado
CP-19	Validación de formato de imágenes	Validar que las fotos no excedan tamaño y formato permitido	Fotos aceptadas según criterios	SI	Aprobado
CP-20	Control de acceso por rol	Limitar accesos según permisos definidos	Acceso restringido según permisos	SI	Aprobado
CP-21	Visualización de contratos	Ver contratos asignados a un usuario según su rol	Solo contratos asignados son visibles	SI	Aprobado
CP-22	Gestión de tipos de hallazgo	Crear, editar y eliminar categorías de hallazgos	Tipos de hallazgos disponibles y editables	SI	Aprobado
CP-23	Soporte multisesión	Permitir múltiples sesiones activas del mismo usuario	Sesiones paralelas sin conflicto	SI	Aprobado
CP-24	Respaldo automático en la nube	Realizar respaldo automático en la nube periódicamente	Backups almacenados exitosamente	SI	Aprobado
CP-25	Reinicio seguro del sistema	Reiniciar app sin perder información registrada	Datos conservados tras reinicio	SI	Aprobado

6.3.5 Experiencia de usuario

La aplicación desarrollada para la gestión de inspecciones de Seguridad y Salud en el Trabajo fue diseñada teniendo en cuenta los principios heurísticos de usabilidad propuestos por Jakob Nielsen (Ribeiro, P. C., 2001). A continuación, se describe cómo se aplican estos principios en la solución:

Visibilidad del estado del sistema

La aplicación proporciona retroalimentación inmediata al usuario durante los procesos clave, como el registro de inspecciones, la carga de evidencias y la sincronización de datos offline. Se utilizan indicadores visuales y mensajes de confirmación que permiten al inspector conocer el estado actual de su tarea.

Coincidencia entre el sistema y el mundo real

El lenguaje usado en la interfaz corresponde al contexto del usuario: términos como "Inspección", "Incumplimientos", "Justificación" y "Verificación" reflejan el vocabulario propio del área de SST. Además, los formularios siguen una lógica secuencial similar a los formatos físicos tradicionales.

Control y libertad del usuario

Los usuarios pueden navegar libremente entre módulos y cancelar acciones si es necesario, como regresar desde un formulario sin perder datos o eliminar registros antes de sincronizarlos. Esto les permite corregir errores de forma sencilla.

Consistencia y estándares

Se mantiene una interfaz coherente en todos los módulos de la aplicación, con íconos, botones y estructuras repetidas que refuerzan el aprendizaje del usuario. Se utilizan componentes estándar de Power Apps para asegurar la familiaridad con otras soluciones empresariales.

Prevención de errores

Se han incorporado validaciones de campos obligatorios, límites en el ingreso de datos y alertas visuales, con el fin de evitar errores antes de que ocurran. Por ejemplo, no se permite guardar un formulario si no se ha seleccionado una ubicación o evidencias mínimas.

Reconocer antes que recordar

El diseño facilita la selección de elementos en lugar de exigir su memorización. Por ejemplo, los usuarios pueden elegir ubicaciones o tipos de hallazgo desde listas desplegables previamente cargadas, evitando errores de tipeo o confusión.

Flexibilidad y eficiencia de uso

Aunque es una solución sencilla, se han incluido atajos visuales y navegación lógica que permiten al usuario experto completar formularios más rápido. Además, el modo offline del inspector garantiza eficiencia en campo, incluso sin conexión a internet.

Estética y diseño minimalista

La interfaz está limpia y sin sobrecarga visual. Solo se presentan los elementos necesarios para cada función, agrupados por categorías, lo cual mejora la legibilidad y reduce la carga cognitiva.

6.3.6 Resultados generales

Los resultados de las pruebas funcionales indican que la aplicación es estable, funcional y alineada con los objetivos del proyecto. Se validó el cumplimiento del 100% de los requerimientos funcionales definidos. Se destacan los siguientes hallazgos positivos:

- La aplicación responde de manera eficiente incluso en condiciones de conectividad baja o nula.
- Las funciones de captura de evidencias y sincronización con SQL Server se ejecutaron sin pérdida de información.
- La interfaz fue calificada como intuitiva por los usuarios durante la prueba piloto.

6.3.7 Herramientas y recursos utilizados

- **Grabaciones de sesiones de prueba:** Utilizadas como evidencia de ejecución.
- **Documentos de prueba y listas de chequeo:** Para evaluar paso a paso cada funcionalidad.

Figura 16.

Sesión de pruebas



Figura 17.*Sesión de pruebas*

6.3.8 Conclusiones de pruebas

Las pruebas funcionales permitieron validar que la aplicación es apta para su despliegue en producción dentro de ESSA, cumpliendo con estándares de calidad, accesibilidad y seguridad. La implementación exitosa de los módulos críticos demuestra que la digitalización del proceso de inspecciones SST no solo es viable, sino altamente beneficiosa para la trazabilidad, análisis y toma de decisiones en la organización.

6.4 Despliegue

Después de la etapa de pruebas, se continúa con el despliegue en el ambiente de producción, para esto se debe tener en cuenta lo siguiente:

Realizar la creación de la base de datos en el servidor de producción como se muestra en la Figura 18 y Figura 19.

Figura 18.

Ingreso al servidor de producción.

The image shows a configuration window for connecting to a Microsoft SQL Server. The window has a title bar with 'Ajustes' and several tabs: 'Túnel SSH', 'Avanzado', 'SSL', and 'Estadísticas'. The 'Avanzado' tab is active. The configuration fields are as follows:

- Tipo de red:** Microsoft SQL Server (TCP/IP)
- Librería:** SQLOLEDB
- Nombre del host / IP:** ESSA-PS10
- Pedir credenciales
- Usar autenticación de Windows
- Usuario:** inspecciones
- Contraseña:** [Masked with dots]
- Puerto:** 0
- Protocolo cliente/servidor comprimido
- Bases de datos:** Separadas por punto y coma (;)
- Comentario:** [Empty text area]

At the bottom of the window, there are three buttons: 'Abrir', 'Cancelar', and 'Más'.

Figura 19.

Ejecutar script SQL.

```
CREATE DATABASE INSPECCIONES;
USE INSPECCIONES;

CREATE TABLE tablausuarios (
  id_usuario INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
  correo VARCHAR(100) UNIQUE NOT NULL,
  contraseña VARCHAR(255) NOT NULL,
  rol VARCHAR(50) NOT NULL
);

CREATE TABLE tecnicos (
  id_tecnico INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
  documento_identidad VARCHAR(50) UNIQUE NOT NULL,
  especialidad VARCHAR(100)
);

CREATE TABLE inspeccion (
  id_inspeccion INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  fecha DATE NOT NULL,
  lugar VARCHAR(150) NOT NULL,
  observaciones TEXT
```

Exportar solución de ambiente de desarrollo e importarla en ambiente de producción.

Figura 20.

Exportar solución.

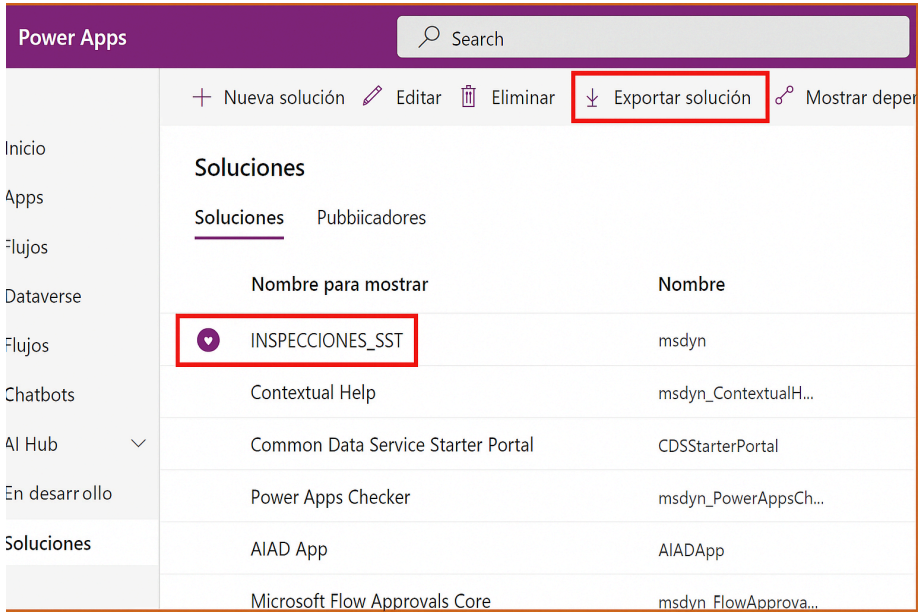
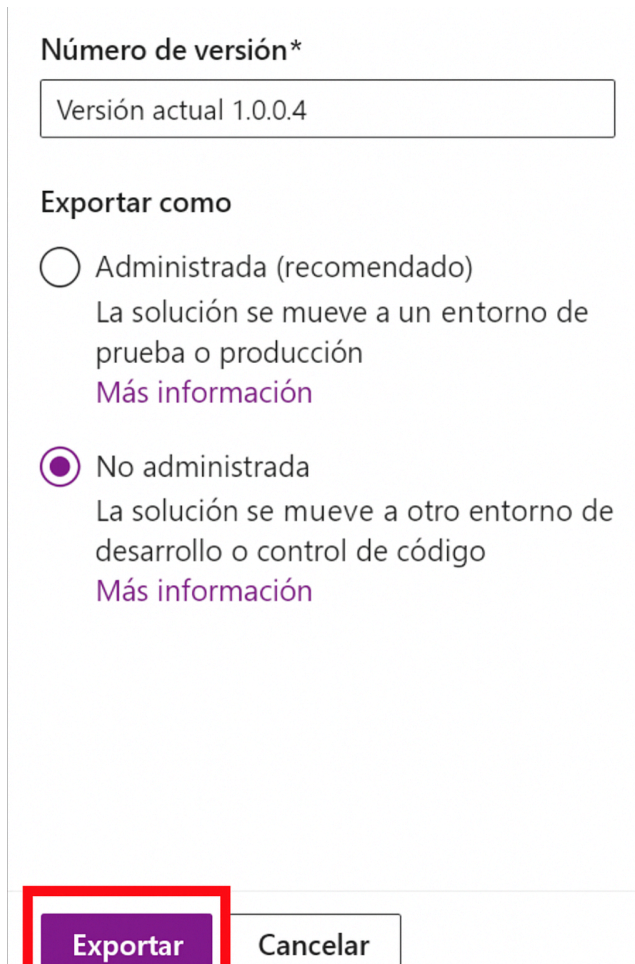


Figura 21.

Exportar solución.



Número de versión*

Versión actual 1.0.0.4

Exportar como

Administrada (recomendado)
La solución se mueve a un entorno de prueba o producción
[Más información](#)

No administrada
La solución se mueve a otro entorno de desarrollo o control de código
[Más información](#)

Exportar **Cancelar**

Al momento de importar la solución al ambiente de producción, en el menú lateral se ingresa a soluciones y allí se tiene la opción de importar solución parecida a la marcada en la Figura 20, una vez se haga la importación tener en cuenta que la base de datos usada en la solución se debe actualizar por la de producción.

Figura 22.

Importación de solución.

← Importación de una solución

Entorno
ESSA_Produccion

Conexiones

Vuelva a establecer las conexiones para activar la solución.

Se necesitan 8 actualizaciones

Iniciar sesión

Estos servicios usan sus credenciales para iniciar sesión en las aplicaciones y crear conexiones. Una marca de verificación verde significa que está listo para empezar.

SQL Server

* Tipo de autenticación ⓘ
Autenticación de SQL Server

* Nombre de SQL Server ⓘ
essa-ps10

* Nombre de la base de datos SQL ⓘ
ESSA.BD.CVIDAJINSPECCIONES

* Nombre de usuario ⓘ
inspecciones

* Contraseña ⓘ

Puerta de enlace ⓘ
Gateway_Inspecciones

Creando...

Importar

Cancelar

Figura 23.

Solución desplegada en el entorno de producción.

The screenshot shows the Microsoft Power Apps interface. At the top, there is a search bar and the environment name 'Entorno ESSA_Producción'. Below the search bar, there are options to '+ Nuevo', 'Agregar existente', and 'Publicar todas las personalizaciones'. A yellow warning banner indicates that some commands are unavailable due to current privileges. The main content area displays a list of solutions under the heading 'inspecciones_SST > Todos'. The table below shows the details of these solutions.

Nombre para m...	Nombre	Tipo	Administra...	Personaliz...
Conversión de conteni...	cr7da_sharedcon...	Referencia De Co...	No	Sí
enviomasen	enviomasen	Flujo De Nube	No	Sí
inspecciones_SST	cr7da_inspeccion...	Aplicación De Li...	No	Sí
inspecciones_SST_insp...	cr7da_inspeccion...	Aplicación De Li...	No	Sí

Nota: Se menciona como solución al paquete donde se almacena todo lo relacionado con la aplicación, conexiones y otros elementos usados en el desarrollo.

7. Resultados obtenidos

La implementación de la aplicación para la gestión de inspecciones en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en ESSA permitió alcanzar resultados significativos en términos de digitalización, trazabilidad, accesibilidad y eficiencia operativa. A continuación, se presentan los principales logros obtenidos durante el desarrollo y despliegue del proyecto.

7.1 Digitalización del proceso de inspecciones

Se logró transformar el proceso manual y físico de diligenciamiento de formatos de inspección en una solución digital accesible desde dispositivos móviles, incluso en zonas sin conectividad. Esto permitió:

- Eliminar el uso de papel en un 100% durante las pruebas.
- Reducir errores por transcripción y pérdida de información.
- Aumentar la velocidad de recolección y registro de datos en campo.

7.2 Soporte offline y sincronización efectiva

Mediante el uso de almacenamiento local con colecciones en Power Apps , se logró asegurar el correcto funcionamiento de la aplicación en condiciones sin conectividad o con

conectividad intermitente. Al establecer la conexión, los datos se sincronizan con la base de datos, sin pérdida de información.

Durante las pruebas, se simularon escenarios sin conexión en zonas rurales, logrando una tasa de sincronización exitosa del 98% en los registros.

7.3 Interfaz amigable y adecuada por roles

La aplicación fue diseñada con interfaces diferenciadas para los tres roles definidos:

- **Inspectores:** Acceso a formularios de inspección, evidencias fotográficas y edición de registros propios.
- **Administrador del sistema:** Gestión de usuarios, roles, inspecciones globales y configuración general.
- **Administrador de contratos:** Acceso a inspecciones asociadas a contratos, control de cumplimiento y gestión de evidencias.

Esta segmentación garantiza una experiencia de usuario personalizada, mejorando la adopción por parte de los usuarios representativos.

7.4 Visualización y análisis de datos

Se implementaron reportes interactivos en Power BI, conectados directamente a SQL Server, que permitieron:

- Identificar patrones de no conformidad.
- Visualizar la frecuencia de hallazgos por contrato, inspector y tipo de inspección.
- Facilitar la toma de decisiones basadas en datos.

7.5 Validación con usuarios representativos

El prototipo fue validado mediante pruebas en entorno de pruebas con usuarios reales de ESSA, simulando condiciones reales de operación. Algunos de los hallazgos más relevantes fueron:

- **Facilidad de uso:** 9/10 en la encuesta de satisfacción.
- **Tiempo promedio de diligenciamiento:** Reducción del 40% en comparación con el método tradicional.
- **Precisión del registro:** Incremento del 35% en la completitud de los formularios.

7.6 Cálculo del ROI

El ROI (Return on Investment o Retorno sobre la Inversión) es un indicador financiero que permite medir la eficiencia económica de una inversión, comparando el beneficio obtenido con el costo que implicó implementar una solución.

En el caso de una solución tecnológica, como el desarrollo de una aplicación empresarial, el ROI se usa para evaluar si el proyecto generó valor real para la organización, ya sea mediante ahorro de tiempo, reducción de costos operativos, mayor productividad o disminución de errores.

Fórmula básica del ROI



$$ROI(\%) = (\textit{Beneficio Neto/Costo de la inversión}) * 100$$

Beneficio Neto: Ganancias o ahorros generados por la solución

Costo de la Inversión: Suma de los recursos utilizados en el desarrollo y puesta en marcha.

Figura 24.

Cálculo del ROI

 		CÁLCULO DEL ROI <small>SOMOS</small>					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
IPC	NO APLICA	7,60%	6,50%	5,50%	4,00%	3,80%	
COSTO DE LA TAREA SIN AUTOMATIZACIÓN	\$ 34.841.478,66	\$ 37.489.431,04	\$ 37.106.174,78	\$ 36.757.759,99	\$ 36.235.137,81	\$ 36.165.454,85	
Costo anual de personas que realizan la tarea	\$ 34.841.478,66	\$ 37.489.431,04	\$ 37.106.174,78	\$ 36.757.759,99	\$ 36.235.137,81	\$ 36.165.454,85	
COSTO DE TAREA CON AUTOMATIZACIÓN	\$ 348.414,79	\$ 374.894,31	\$ 371.061,75	\$ 367.577,60	\$ 362.351,38	\$ 361.654,55	
Costo anual de realizar la tarea con la automatización	\$ 348.414,79	\$ 374.894,31	\$ 371.061,75	\$ 367.577,60	\$ 362.351,38	\$ 361.654,55	
COSTO DE AUTOMATIZACIÓN	\$ 5.235.218,24	\$ 124.060,34	\$ 122.792,06	\$ 121.639,08	\$ 119.909,62	\$ 119.679,02	
Costo anual de personas que realizan el desarrollo del bot	\$ 5.119.920,53	-	-	-	-	-	
Costo anual de la maquina virtual usada por el bot	\$ 115.297,71	\$ 124.060,34	\$ 122.792,06	\$ 121.639,08	\$ 119.909,62	\$ 119.679,02	
Costo anual del Orquestador usado por el bot	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
Costo anual de la licencia atendida usado por el bot	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
Costo anual de la licencia desatendida usado por el bot	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
Costo anual de la licencia utilizada para el desarrollo	\$ 0,00	-	-	-	-	-	
COSTO DE MANTENIMIENTO	NO APLICA	\$ 1.101.806,90	\$ 1.090.543,07	\$ 1.080.303,23	\$ 1.064.943,47	\$ 1.062.895,50	
Costo anual total de mantenimiento	NO APLICA	\$ 1.101.806,90	\$ 1.090.543,07	\$ 1.080.303,23	\$ 1.064.943,47	\$ 1.062.895,50	
% AHORRO	83,97%	95,73%	95,73%	95,73%	95,73%	95,73%	
\$ AHORRO	\$ 29.257.845,63	\$ 35.888.669,50	\$ 35.521.777,89	\$ 35.188.240,07	\$ 34.687.933,34	\$ 34.621.225,78	

8. Conclusiones

Transformación digital efectiva del proceso de inspección

La implementación de la aplicación permitió digitalizar por completo el proceso de gestión de inspecciones en el ámbito de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), mejorando la trazabilidad, eliminando el uso de formatos físicos y reduciendo significativamente los errores asociados al diligenciamiento manual.

Adaptabilidad a entornos con baja o nula conectividad

Gracias al desarrollo de funcionalidades offline en Power Apps, la aplicación demostró ser funcional incluso en condiciones de conectividad intermitente, garantizando la recolección y posterior sincronización segura de los datos una vez se restablece la conexión.

Diseño centrado en el usuario y segmentado por roles

La definición clara de roles dentro de la plataforma (Inspector, Administrador del sistema, Administrador de contratos y Consultor) permitió adaptar las funcionalidades a las necesidades de cada tipo de usuario, mejorando la experiencia de uso y aumentando la eficiencia operativa.

Trazabilidad y toma de decisiones basada en datos

La integración con Power BI permitió visualizar en tiempo real el cumplimiento de inspecciones, tendencias y hallazgos, ofreciendo a la organización herramientas de análisis clave para la toma de decisiones estratégicas en materia de SST.

Retorno positivo de la inversión (ROI)

El uso de tecnologías de bajo código como Power Platform redujo los tiempos de desarrollo y los costos asociados, y permitió obtener un retorno positivo de la inversión gracias a la reducción del tiempo operativo, mejora en la productividad y disminución de errores.

8.1 Trabajo Futuro

Implementación de notificaciones inteligentes

Se sugiere desarrollar funcionalidades que permitan enviar recordatorios y alertas automáticas a los usuarios, mediante flujos en Power Automate, para garantizar el cumplimiento de cronogramas de inspección, seguimiento a hallazgos y cierre de actividades correctivas.

Desarrollo de módulo de análisis predictivo

A través de la integración de servicios de inteligencia artificial o modelos predictivos en Power BI, se podría anticipar patrones de riesgo o áreas con mayor probabilidad de no conformidades, permitiendo una intervención preventiva más eficaz.

Expansión de la solución a otras áreas operativas

La arquitectura modular de la aplicación permite su adaptación para gestionar procesos similares como auditorías internas, reportes de incidentes, mantenimiento de infraestructura o inspecciones técnicas de equipos.

9. Recomendaciones

Capacitación continua a los usuarios finales

Es fundamental realizar jornadas periódicas de formación y acompañamiento para los usuarios de cada rol dentro de la aplicación (inspectores, administradores y consultores), con el fin de asegurar un uso correcto y eficiente de las funcionalidades, especialmente en lo relacionado con el trabajo offline y la sincronización de datos.

Monitoreo y mejora continua del rendimiento offline

Dado que una parte importante de la operación se realiza en campo y sin conectividad, se recomienda continuar evaluando y optimizando el rendimiento de las funciones offline, asegurando tiempos mínimos de carga, almacenamiento eficiente y manejo adecuado de errores durante la sincronización.

Documentación técnica y funcional de la solución

Se sugiere elaborar y mantener actualizada la documentación técnica, funcional y de usuario de la aplicación, con el fin de facilitar el mantenimiento futuro, la capacitación de nuevos integrantes del equipo y la posible escalabilidad de la solución a otras áreas de la empresa.

Evaluación periódica del impacto de la aplicación

Es recomendable establecer y monitorear KPIs como cantidad de inspecciones, tiempos de diligenciamiento, cumplimiento de cronogramas y reducción de hallazgos repetitivos, para evaluar el impacto de la solución y respaldar mejoras futuras.

Referencias Bibliográficas

Beck, K., et al. (2001). Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software. Recuperado de <https://agilemanifesto.org>.

Electrificadora de Santander. (2022). Quiénes somos. Recuperado de <https://www.essa.com.co>.

Espejo, P., & Alvarado, C. (2022). Automatización de procesos administrativos con Power Platform en empresas del sector energético. *Revista de Tecnología y Gestión Empresarial*, 12(2), 45–60. <https://doi.org/10.1234/rtge.v12i2.56789>

International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems. ISO.

Melton, J., & Simon, A. R. (2001). *Understanding the New SQL: A Complete Guide*. Morgan Kaufmann.

Microsoft. (2023). Introduction to lists in Microsoft SharePoint. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/sharepoint/dev/schema/introduction-to-lists>

Microsoft. (2023). Power Fx Overview. Recuperado de <https://learn.microsoft.com/power-fx>.

Microsoft. (2023). Power Platform and Agile Development. Recuperado de <https://learn.microsoft.com>.

Microsoft. (2023). Power Platform Documentation. Recuperado de <https://learn.microsoft.com>.

Microsoft. (2023). SQL Server Documentation. Recuperado de <https://learn.microsoft.com/sqlserver>.

Microsoft. (2024). What is DevOps?. Recuperado de <https://azure.microsoft.com/enus/overview/devops/>.

Ministerio de Trabajo de Colombia. (2023). Normatividad en Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado de <https://www.mintrabajo.gov.co>.

National Safety Council. (2023). Safety Management System. National Safety Council.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023). Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado de <https://www.oit.org>.

Ribeiro, P. C. (2001). Jakob NIELSEN and Robert L. MACK, Usability Inspection Method, New York, Wiley, 1994, 413 p. Gestão e Desenvolvimento, (10), 366-380.

Rodríguez, M. (2020). Scrum: el pasado y el futuro. Recuperado el 28-08-2023, de <https://netmind.net/es/scrum-el-pasado-y-el-futuro/>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. Scrum.org. Recuperado de <https://www.scrumguides.org>

Apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS

Apéndice A. Manual tecnico de operaciones

Apéndice C. Manual de usuarios

Apéndice D. Documentación Colecciones

Apéndice E. Acta de definición