



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico Superior de
Guasave

Tesis

Integración de tecnologías de la industria 4.0 para la
mejora de la calidad del servicio en una PyME de
Guasave, Sinaloa

presentada por

Luis Ramses Rivera Ramírez

como requisito para la obtención del grado de
Ingeniero en sistemas Computacionales

Director de tesis

M.C. Raúl Loredo Medina

Codirector de tesis

Dr. Jesús Aurelio Meléndrez Rojas

Guasave, Sinaloa, México. Febrero de 2026.

CARTA DE LIBERACIÓN O APROBACIÓN DE TESIS

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar e implementar una solución tecnológica basada en los principios de la Industria 4.0 e integrada con un sistema de gestión de la calidad conforme a la norma ISO 9001:2015, con el propósito de mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad de los procesos y la calidad del servicio en una pequeña y mediana empresa (PyME) del sector comercial ubicada en el municipio de Guasave, Sinaloa. El estudio surge ante la necesidad de fortalecer los sistemas de gestión de la calidad en las PyMEs, las cuales enfrentan limitaciones tecnológicas y operativas que dificultan la correcta implementación y seguimiento de los requisitos normativos.

La investigación parte de un análisis del contexto actual de las PyMEs del sector comercial, donde la gestión de la calidad suele apoyarse en registros manuales, documentos físicos y procedimientos poco estandarizados. Esta situación genera problemas relacionados con la dispersión de la información, la falta de trazabilidad de los procesos, la dificultad para monitorear el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de calidad y la limitada disponibilidad de información confiable para la toma de decisiones. En este sentido, se realizó un diagnóstico del estado actual de los procesos y del sistema de gestión de la calidad de la empresa objeto de estudio, con el fin de identificar las principales áreas de oportunidad y establecer las bases para el diseño de la solución tecnológica.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación adopta un enfoque aplicado, con un alcance descriptivo y una orientación tecnológica. El desarrollo del estudio se estructuró en diversas etapas, que incluyeron el diagnóstico del sistema de gestión de la calidad, el diseño de la solución tecnológica, la implementación de un prototipo funcional y la evaluación de los resultados obtenidos. Para el diagnóstico se emplearon instrumentos que permitieron evaluar el nivel de cumplimiento de los procesos y requisitos del sistema de calidad, así como identificar las debilidades existentes en el control documental, el seguimiento de actividades y la gestión de evidencias.

A partir de los resultados del diagnóstico, se diseñó e implementó un prototipo funcional que integra plataformas digitales, bases de datos y herramientas de visualización de indicadores, alineadas con los principios de la Industria 4.0. La solución tecnológica desarrollada permite el registro y control de actividades, la gestión de documentos y evidencias, el seguimiento del cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de la calidad y la generación de reportes e indicadores que facilitan el análisis del desempeño. Asimismo, el sistema contribuye a centralizar la información, mejorar la accesibilidad a los datos y fortalecer la trazabilidad de los procesos.

Los resultados obtenidos evidencian mejoras significativas en la organización de la información, una mayor trazabilidad de los procesos y una reducción en el tiempo requerido para el seguimiento y control del sistema de gestión de la calidad. De igual manera, la solución tecnológica facilita la visualización del porcentaje de cumplimiento de los procesos, la identificación de brechas en el sistema y la definición de acciones correctivas orientadas a la mejora continua. Estos resultados demuestran el potencial de las tecnologías digitales para apoyar la gestión de la calidad en contextos organizacionales con recursos limitados.

Finalmente, se concluye que la integración de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 constituye una alternativa viable y efectiva para fortalecer la gestión de la calidad del servicio en las PyMEs, contribuyendo a la mejora de los procesos internos, al apoyo en la toma de decisiones y al cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma ISO 9001:2015. La investigación aporta un enfoque práctico que puede servir como referencia para futuras implementaciones tecnológicas en organizaciones de características similares.

Palabras clave: Industria 4.0, ISO 9001:2015, gestión de la calidad, PyME, trazabilidad.

ABSTRACT

The objective of this research is to design and implement a technological solution based on Industry 4.0 principles and integrated with a quality management system compliant with ISO 9001:2015, with the aim of improving operational efficiency, process traceability, and service quality in a small and medium-sized enterprise (SME) in the commercial sector located in the municipality of Guasave, Sinaloa. The study arises from the need to strengthen quality management systems in SMEs, which face technological and operational limitations that hinder the correct implementation and monitoring of regulatory requirements.

The research is based on an analysis of the current context of SMEs in the commercial sector, where quality management often relies on manual records, physical documents, and poorly standardized procedures. This situation creates problems related to the dispersion of information, the lack of traceability of processes, the difficulty in monitoring compliance with quality management system requirements, and the limited availability of reliable information for decision-making. In this regard, a diagnosis of the current state of the processes and quality management system of the company under study was carried out in order to identify the main areas of opportunity and establish the basis for the design of the technological solution.

From a methodological point of view, the research adopts an applied approach, with a descriptive scope and a technological orientation. The study was structured in several stages, which included the diagnosis of the quality management system, the design of the technological solution, the implementation of a functional prototype, and the evaluation of the results obtained. The diagnosis used tools to assess the level of compliance with the quality system's processes and requirements, as well as to identify weaknesses in document control, activity monitoring, and evidence management.

Based on the results of the diagnosis, a functional prototype was designed and implemented that integrates digital platforms, databases, and indicator

visualization tools, aligned with Industry 4.0 principles. The technological solution developed allows for the recording and control of activities, the management of documents and evidence, the monitoring of compliance with quality management system requirements, and the generation of reports and indicators that facilitate performance analysis. The system also contributes to centralizing information, improving data accessibility, and strengthening process traceability.

The results obtained show significant improvements in the organization of information, greater traceability of processes, and a reduction in the time required for monitoring and control of the quality management system. Similarly, the technological solution facilitates the visualization of the percentage of process compliance, the identification of gaps in the system, and the definition of corrective actions aimed at continuous improvement. These results demonstrate the potential of digital technologies to support quality management in organizational contexts with limited resources.

Finally, it is concluded that the integration of technologies associated with Industry 4.0 is a viable and effective alternative for strengthening service quality management in SMEs, contributing to the improvement of internal processes, decision-making support, and compliance with the requirements established by the ISO 9001:2015 standard. The research provides a practical approach that can serve as a reference for future technological implementations in organizations with similar characteristics.

Keywords: Industry 4.0, ISO 9001:2015, quality management, SME, traceability.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. Planteamiento del problema	4
2. JUSTIFICACIÓN.....	5
3. OBJETIVOS.....	7
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. MARCO TEÓRICO	8
4.1 Sistema de gestión de la calidad.....	8
4.2 Norma ISO 9001:2015.....	9
4.3 Trazabilidad de procesos en sistemas de calidad.....	10
4.4 Industria 4.0	12
4.5 Integración de la Industria 4.0 con los sistemas de gestión de la calidad	13
4.6 Sistemas de información para la gestión de actividades y evidencias	14
5. MATERIALES Y MÉTODOS	16
5.1 Materiales y Recursos Tecnológicos	16
5.2 Plataforma de Desarrollo e Ingeniería de Software Asistida por Inteligencia Artificial.....	17
5.3 Framework de Desarrollo Móvil: React Native	18
5.4 Infraestructura de Datos y Almacenamiento en la Nube.....	19
5.4.1 Hardware y Dispositivos de Campo	19
5.5 Procedimiento metodológico	20
Desarrollo de actividades alineadas a los objetivos específicos.....	20
5.5.1 Diagnóstico del estado actual de los procesos	21
5.5.2 Diseño de la propuesta tecnológica.....	24
5.5.3 Implementación del prototipo funcional.....	26
5.5.3.1 Desarrollo funcional del sistema y construcción de interfaces.....	28
5.5.3.1.1 Pantalla de inicio de sesión y autenticación de usuarios.....	29
5.5.3.1.2 Pantalla principal del usuario y gestión de actividades	31
5.5.3.1.3 Panel de administración y control del sistema	32
5.5.3.1.4 Pantalla de detalle de actividad y gestión de evidencias.....	33
5.5.3.1.5 Creación y asignación de actividades.....	34

5.5.3.1.6 Módulo de auditoría ISO 9001:2015	35
5.5.3.1.7 Pantalla de seguimiento de correcciones ISO	36
5.5.3.1.8 Reporte de resultados del sistema de gestión de calidad	37
5.5.3.1.9 Diagnóstico inicial del sistema de gestión de calidad.....	38
5.5.3.1.10 Flujos operativos del sistema.....	39
5.5.4 Incorporación de funcionalidades para la gestión de evidencias	39
5.5.5 Visualización de indicadores de alcance	40
5.5.6 Evaluación del impacto de la solución tecnológica	41
5.6 Cierre del capítulo.....	42
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
6.1 Resultados del diagnóstico inicial del sistema de gestión de calidad.....	44
6.2 Resultados de la implementación del sistema desde la perspectiva del usuario.....	45
6.2.1 Acceso al sistema y autenticación de usuarios	45
6.2.2 Pantalla principal del usuario y seguimiento de actividades	46
6.2.3 Gestión de evidencias documentales	47
6.3 Resultados de la implementación del sistema desde la perspectiva del administrador	48
6.3.1 Panel de administración y control general.....	48
6.3.2 Creación y asignación de actividades	49
6.3.3 Módulo de auditoría ISO 9001:2015.....	50
6.3.4 Seguimiento de acciones correctivas	51
6.3.5 Reportes e indicadores del sistema de gestión de calidad	52
6.3.6 Diagnóstico inicial digital del sistema de gestión de calidad	53
6.3.7 Flujos operativos del sistema	54
6.4 Discusión de los resultados	54
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	56
Experiencia profesional adquirida.....	58
8. REFERENCIAS	60
9. ANEXOS.....	62
Anexo A. Manual de usuario del sistema.....	62
Aplicación móvil	62
1.Introducción.....	62

2. Descripción general de la aplicación	63
3. Requisitos del sistema.....	63
3.1 Requisitos de Hardware.....	63
3.2 Requisitos de software.....	63
3.3 Requisitos del usuario.....	64
4. Procedimiento de login	64
4.1 Acceso a la aplicación	64
4.2 Identificación del rol	65
5. Funcionalidades del administrador	66
5.1 Creación de actividades.....	66
5.2 Edición de actividades	67
5.3 Revisión de evidencias	68
5.4 Aprobación o rechazo de actividades	69
5.5 Acceso al módulo de auditorías ISO 9001	69
6. Funcionalidades del usuario regular.....	69
6.1 Visualización de actividades asignadas	69
6.2 Filtro de actividades por estado	69
6.3 Carga de evidencias	71
6.4 Consulta de detalles de la actividad	72
7. SISTEMA DE AUDITORÍA ISO 9001	72
7.1 Cuestionario de autoevaluación.....	72
7.2 Registro de correcciones y mejoras	73
7.3 Cálculo del nivel de calidad.....	73
8. GENERACIÓN DE REPORTE.....	74
8.1 Reportes de cumplimiento de actividades.....	74
8.2 Reportes de auditoría ISO 9001.....	74
9. Solución de problemas comunes.....	75
9.1 Problemas de inicio de sesión.....	75
9.2 Error al cargar evidencias	76
9.3 Actividades no visibles	76
10. Consideraciones finales	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de un sistema de gestión de la calidad.....	9
Figura 2. Enfoque a procesos de la norma ISO 9001:2015	10
Figura 3. Trazabilidad de procesos en un sistema de gestión de la calidad	11
Figura 4. Componentes de la Industria 4.0 aplicados a la gestión organizacional.....	13
Figura 5. Integración de la Industria 4.0 con sistemas de gestión de la calidad	14
Figura 6. Arquitectura general de la solución tecnológica propuesta.....	17
Figura 7. Flujo metodológico del desarrollo de la investigación.....	20
Figura 8. Implementación del módulo de autenticación de usuarios	29
Figura 9. Implementación técnica del dashboard del usuario operativo	31
Figura 10. Arquitectura técnica del panel administrativo del sistema	32
Figura 11. Implementación del módulo de gestión de evidencias.....	33
Figura 12. Implementación técnica del formulario de creación de actividades	34
Figura 13. Implementación técnica del módulo de auditoría ISO 9001:2015.....	35
Figura 14. Implementación del seguimiento técnico de acciones correctivas.....	36
Figura 15. Implementación del módulo de reportes y métricas de cumplimiento.....	37
Figura 16. Implementación técnica del diagnóstico inicial del sistema de calidad	38
Figura 17. Implementación de los flujos operativos y navegación del sistema	39
Figura 18. Interfaz de inicio de sesión del sistema de gestión de calidad.....	45
Figura 19. Pantalla principal del usuario y actividades asignadas.....	46
Figura 20. Pantalla de carga y visualización de evidencias documentales.....	47
Figura 21. Panel de administración del sistema.....	48
Figura 22. Formulario de creación y asignación de actividades	49
Figura 23. Módulo de auditoría ISO 9001:2015.....	50
Figura 24. Seguimiento de correcciones ISO	51
Figura 25. Reporte de resultados del sistema de gestión de calidad.....	52
Figura 26. Módulo de diagnóstico inicial del sistema.....	53

Figura 27. Diagramas de flujo de los procesos operativos del sistema	54
Figura 28. Pantalla de inicio de sesión.....	65
Figura 29. Formulario de creación de actividades	67
Figura 30. Visualización de evidencias	68
Figura 31. Filtro de actividades	70
Figura 32. Carga de evidencia	71
Figura 33. Cuestionario ISO 9001	73
Figura 34. Reporte de auditoría	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Procesos analizados en el diagnóstico inicial.....	22
Tabla 2. Instrumento de diagnóstico del sistema de gestión de calidad.....	24
Tabla 3. Relación entre requisitos ISO 9001:2015 y funcionalidades del sistema	26
Tabla 4. Módulos del prototipo funcional implementado	27
Tabla 5. Comparación del estado del sistema de calidad antes y después de la implementación	41
Tabla 6. Indicadores de impacto de la solución tecnológica	42
Tabla 7. Cronograma de actividades del proyecto	62

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) se desarrollan en un entorno económico caracterizado por una alta competitividad, constantes cambios en las preferencias de los clientes y una creciente exigencia en la calidad de los productos y servicios ofrecidos. Estas condiciones obligan a las organizaciones a replantear sus estrategias de operación y gestión, con el objetivo de mantener su participación en el mercado y asegurar su sostenibilidad a largo plazo. En este contexto, la mejora continua de los procesos internos y la calidad del servicio se han convertido en factores determinantes para el éxito organizacional.

En la práctica, es común que las PyMEs gestionen su sistema de calidad mediante registros manuales, documentos físicos o el uso de aplicaciones digitales aisladas que no se encuentran integradas entre sí. Esta situación genera una dispersión de la información, dificulta la trazabilidad de los procesos y limita la capacidad de la organización para acceder a datos confiables de manera oportuna. Además, la gestión manual de la información incrementa el riesgo de errores, omisiones y pérdida de evidencias, lo que afecta negativamente la eficiencia operativa y la confiabilidad del sistema de gestión de la calidad.

La falta de integración de la información también dificulta el seguimiento del cumplimiento de los requisitos de normas como la ISO 9001:2015, así como la identificación de brechas, no conformidades y oportunidades de mejora. En organizaciones que operan con múltiples sucursales, estos problemas se intensifican, ya que resulta más complejo mantener un control homogéneo de los procesos y asegurar que las actividades se realicen de manera estandarizada en todas las unidades operativas. En consecuencia, la ausencia de sistemas tecnológicos integrados limita la visibilidad del estado real del sistema de gestión de la calidad y reduce la capacidad de la dirección para tomar decisiones informadas.

En el contexto regional de Guasave, Sinaloa, se han identificado PyMEs del sector comercial que enfrentan este tipo de problemáticas, particularmente aquellas que cuentan con más de una sucursal y que requieren coordinar sus operaciones de manera eficiente. La dispersión geográfica de las sucursales, combinada con la gestión manual de la información, genera dificultades para el control del cumplimiento de los requisitos de calidad, la gestión de evidencias y el seguimiento de acciones correctivas. Estas condiciones impactan directamente en la eficiencia operativa de las empresas y en la calidad del servicio percibida por los clientes.

Ante esta situación, surge la necesidad de diseñar e implementar soluciones tecnológicas que permitan fortalecer la gestión de la calidad del servicio en las PyMEs, sin requerir inversiones elevadas ni infraestructuras complejas. La integración de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 ofrece una oportunidad para modernizar los sistemas de gestión de la calidad, al facilitar la centralización de la información, la trazabilidad de los procesos y el monitoreo continuo del cumplimiento de los requisitos. Asimismo, estas tecnologías permiten generar indicadores y reportes que apoyan la toma de decisiones y contribuyen a la mejora continua.

En este contexto, el presente trabajo de investigación tiene como propósito diseñar e implementar una solución tecnológica basada en principios de la Industria 4.0, integrada con un sistema de gestión de la calidad conforme a la norma ISO 9001:2015, orientada a mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad de los procesos y la calidad del servicio en una PyME del sector comercial ubicada en Guasave, Sinaloa. La propuesta se enfoca en el desarrollo de un sistema digital que apoye el diagnóstico del estado actual del sistema de calidad, el registro y control del cumplimiento de los requisitos, la gestión de evidencias y la generación de información útil para el monitoreo y la toma de decisiones.

De manera general, la investigación aborda la integración de plataformas digitales, bases de datos y herramientas de visualización de información como un medio para reducir la dependencia de registros manuales, minimizar errores en el manejo de la información y proporcionar una visión clara, centralizada y

actualizada del estado del sistema de gestión de la calidad. El estudio busca aportar un enfoque práctico que pueda servir como referencia para otras PyMEs del sector comercial interesadas en fortalecer su gestión de la calidad mediante el uso de tecnologías digitales.

La estructura de la presente tesis se organiza de la siguiente manera: en primer lugar, se presenta el planteamiento del problema y la justificación del estudio, donde se describe la situación que motiva la investigación y la relevancia de la propuesta. Posteriormente, se establecen los objetivos que orientan el desarrollo del trabajo. En el marco teórico se exponen los conceptos, enfoques y antecedentes que sustentan la investigación. A continuación, se describe la metodología empleada para el diseño e implementación de la solución tecnológica. Finalmente, se presentan el análisis de resultados, las conclusiones y las recomendaciones derivadas del desarrollo del proyecto.

1. Planteamiento del problema

En muchas PyMEs, el control y seguimiento del cumplimiento de actividades asociadas a la gestión de la calidad se realiza de forma manual, mediante documentos impresos, hojas de cálculo o archivos físicos. Este enfoque suele ser propenso a errores y genera una carga administrativa considerable para el personal, ya que el seguimiento del estado de cumplimiento, la recolección de evidencias y la gestión de no conformidades pueden convertirse en actividades tediosas que consumen tiempo y recursos.

En el caso de una empresa comercial con varias sucursales, estas dificultades suelen intensificarse: la información puede quedar dispersa entre tiendas, variar en su forma de registro y depender del criterio de cada responsable. Esto limita la estandarización, dificulta la trazabilidad y complica la verificación de que los procedimientos se ejecuten de la misma manera en todas las unidades. Adicionalmente, la ausencia de un sistema centralizado impide generar reportes automatizados y mantener una visión clara y actualizada del estado de la calidad. Cuando no se dispone de datos precisos sobre porcentaje de cumplimiento, brechas detectadas o acciones correctivas pendientes, se dificulta la toma de decisiones y la preparación para auditorías; además, depender de documentos físicos incrementa el riesgo de pérdida o daño de información crítica.

Por lo anterior, resulta fundamental implementar un sistema digital que permita gestionar el seguimiento del cumplimiento de ISO 9001:2015 de manera eficiente. Esta herramienta debe agilizar el registro de evidencias, facilitar la documentación de brechas y proporcionar indicadores de avance y reportes en tiempo real, con el fin de modernizar y optimizar la gestión de la calidad.

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la transformación digital representa un eje estratégico para elevar la competitividad y la calidad del servicio en las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), particularmente en contextos regionales donde la competencia es creciente y las decisiones dependen cada vez más de información oportuna y confiable. En Sinaloa, y específicamente en entornos donde predominan el comercio y los servicios, se han identificado rezagos en la sistematización de procesos, en la gestión de datos y en la generación de indicadores clave de desempeño, lo cual limita la capacidad de las empresas para evaluar su operación y mejorar de forma continua.

Bajo este escenario, el presente trabajo se centra en una PyME del giro comercial dedicada a la venta de artículos para dama y caballero como ropa, calzado, accesorios y productos relacionados, que opera a través de varias sucursales. Esta característica multipunto incrementa la necesidad de contar con procesos estandarizados y mecanismos de control que aseguren una experiencia de servicio consistente, independientemente de la ubicación o del personal asignado a cada tienda. En este sentido, el proyecto propone una intervención estructurada que inicia con un diagnóstico basado en los requisitos de la norma ISO 9001:2015 y evoluciona hacia el desarrollo e implementación de una solución tecnológica que integre plataformas digitales y bases de datos inteligentes, con el propósito de mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad y la percepción de la calidad del servicio.

Este trabajo se justifica porque plantea una alternativa concreta para modernizar la gestión de calidad en una PyME del sector comercial, reduciendo los inconvenientes asociados a procesos manuales y dispersos. Un sistema digital de control y seguimiento del cumplimiento ISO 9001:2015 permite organizar evidencias, documentar brechas y dar seguimiento a acciones correctivas de manera más clara, accesible y consistente para todos los involucrados.

Desde el plano organizacional, la solución favorece la trazabilidad y la estandarización de procesos, elementos esenciales cuando la empresa opera

con múltiples sucursales y requiere asegurar uniformidad en el servicio. Además, facilita condiciones para el cumplimiento progresivo de los requisitos de ISO 9001:2015, al habilitar el seguimiento sistemático y la toma de decisiones basada en datos.

En el plano tecnológico, la propuesta incorpora el desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma y un backend para gestión de datos, autenticación y almacenamiento de archivos, lo cual automatiza tareas administrativas y posiciona a la empresa como una organización que utiliza herramientas digitales para mantener competitividad y eficiencia.

Finalmente, en el plano económico-operativo, la digitalización contribuye a reducir costos asociados a impresión, almacenamiento y gestión de documentos físicos, además de optimizar el tiempo del personal al agilizar la recolección de evidencias y la preparación para auditorías, lo que puede traducirse en mejoras sostenibles de la eficiencia operativa y de la calidad del servicio

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una solución tecnológica basada en principios de la Industria 4.0 e integrada con un sistema de gestión de calidad conforme a la norma ISO 9001:2015, con el propósito de mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad de los procesos y la calidad del servicio en una pequeña y mediana empresa del sector comercial ubicada en Guasave, Sinaloa.

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual de los procesos operativos y del sistema de gestión de calidad de la PyME, mediante un instrumento alineado a los requisitos de la norma ISO 9001:2015, con el fin de identificar brechas y áreas de mejora.
- Diseñar una propuesta tecnológica que integre plataformas digitales, automatización de procesos y bases de datos, conforme a los principios de la Industria 4.0 y orientada a la gestión del sistema de calidad del servicio.
- Implementar un prototipo funcional que permita centralizar la información, fortalecer la trazabilidad de los procesos y facilitar el control de actividades, evidencias y resultados del sistema de gestión de calidad.
- Incorporar funcionalidades para la gestión de evidencias documentales y la generación de reportes que reflejen el estado de cumplimiento, las brechas detectadas y las acciones correctivas requeridas.
- Visualizar indicadores de avance, tales como el porcentaje de cumplimiento y los requisitos pendientes, que apoyen el monitoreo del desempeño del sistema de gestión de calidad y la toma de decisiones.
- Evaluar el impacto de la solución tecnológica implementada en la eficiencia operativa, la trazabilidad de los procesos y la calidad del servicio de la PyME.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Sistema de gestión de la calidad

Un sistema de gestión de la calidad se define como el conjunto de políticas, procesos, procedimientos, prácticas organizacionales y recursos necesarios para planificar, ejecutar, controlar y mejorar de manera sistemática las actividades de una organización, con el objetivo de asegurar que los productos o servicios ofrecidos cumplan con los requisitos del cliente, los requisitos legales y reglamentarios aplicables, así como con los estándares de calidad previamente establecidos (ISO, 2015; Evans & Lindsay, 2017). Este enfoque permite a las organizaciones estructurar sus operaciones bajo un marco ordenado y documentado que facilite el control y la mejora continua de sus procesos.

La implementación de un sistema de gestión de la calidad contribuye de manera significativa a la mejora del desempeño organizacional, ya que promueve la estandarización de procesos, la reducción de errores, el uso eficiente de los recursos y el fortalecimiento de la satisfacción del cliente (Juran & Godfrey, 1999; Deming, 1986). Asimismo, un sistema de calidad bien implementado permite a la organización identificar de manera oportuna desviaciones en los procesos, analizar sus causas y establecer acciones correctivas y preventivas que eviten la recurrencia de problemas (ISO, 2015).

En el caso de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), los sistemas de gestión de la calidad representan una herramienta estratégica para fortalecer su competitividad y garantizar la consistencia en la prestación del servicio (Tarí, 2011). No obstante, muchas PyMEs enfrentan dificultades para implementar y mantener estos sistemas debido a limitaciones económicas, falta de personal especializado, resistencia al cambio y una alta dependencia de procesos manuales (González-Benito & González-Benito, 2006). Estas condiciones suelen provocar que la gestión de la calidad se realice de manera informal o reactiva, dificultando el control efectivo de los procesos.

La gestión moderna de la calidad enfatiza la necesidad de documentar los procesos organizacionales, establecer responsabilidades claras, medir el desempeño mediante indicadores y utilizar evidencia objetiva para sustentar la toma de decisiones (ISO, 2015; Evans & Lindsay, 2017). En este contexto, el uso de

tecnologías digitales se presenta como un factor clave para fortalecer la administración del sistema de gestión de la calidad, al permitir un manejo más eficiente, confiable y accesible de la información (Santos & Escanciano, 2002).

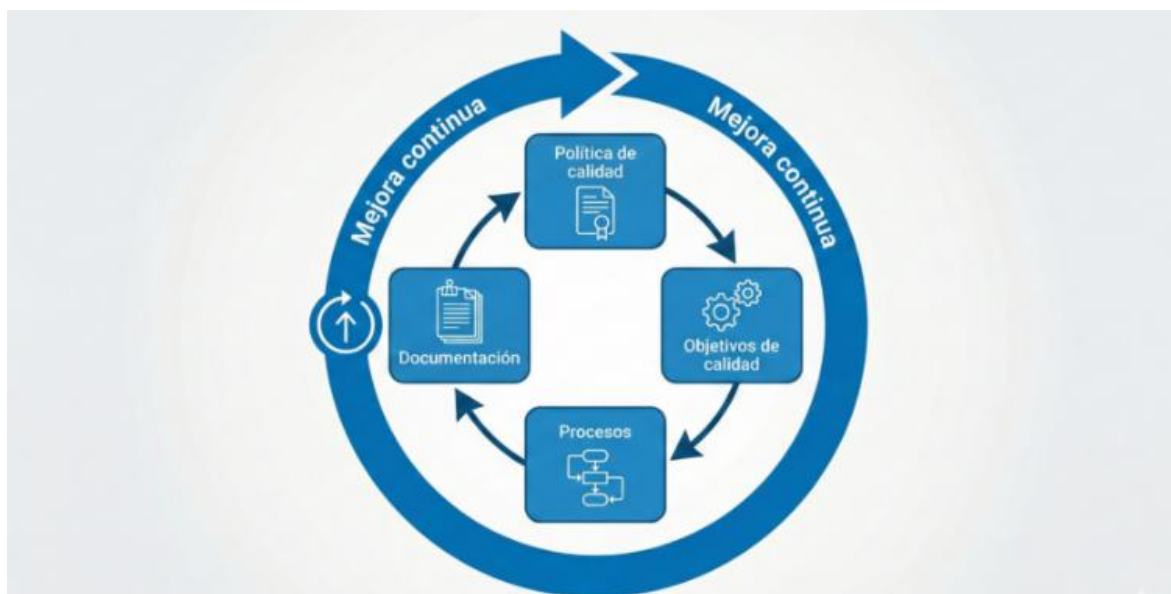


Figura 1. Estructura general de un sistema de gestión de la calidad. Fuente: Elaboración propia.

4.2 Norma ISO 9001:2015

La norma ISO 9001:2015 es un estándar internacional desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) que establece los requisitos para la implementación de un sistema de gestión de la calidad aplicable a cualquier tipo de organización, independientemente de su tamaño, sector o actividad económica (ISO, 2015). Esta norma proporciona un marco estructurado que permite a las organizaciones asegurar la calidad de sus productos y servicios, mejorar la satisfacción del cliente y promover la mejora continua (Evans & Lindsay, 2017).

Uno de los principales enfoques de la norma ISO 9001:2015 es la gestión por procesos, la cual implica identificar, comprender y gestionar los procesos interrelacionados que conforman el sistema de gestión de la calidad (ISO, 2015). Este enfoque permite a las organizaciones analizar cómo interactúan sus procesos, optimizar su desempeño y asegurar que los resultados obtenidos sean coherentes

con los objetivos establecidos. Asimismo, la norma introduce el pensamiento basado en riesgos como un elemento clave para anticipar y prevenir posibles desviaciones en los procesos (Hoyle, 2018).

Entre los principios fundamentales de la norma ISO 9001:2015 se encuentran el enfoque al cliente, el liderazgo, la participación del personal, el enfoque a procesos, la mejora continua, la toma de decisiones basada en evidencia y la gestión de las relaciones (ISO, 2015). Estos principios orientan la implementación del sistema de gestión de la calidad y fomentan una cultura organizacional enfocada en la excelencia y la satisfacción del cliente (Juran & Godfrey, 1999).

La norma exige que las organizaciones documenten y controlen sus procesos, mantengan registros confiables, evalúen su desempeño mediante indicadores y realicen auditorías internas para verificar la eficacia del sistema de gestión de la calidad (ISO, 2015; Fonseca, 2015). Estas disposiciones permiten asegurar la trazabilidad de la información, fortalecer el control organizacional y consolidar un enfoque sistemático de mejora continua.



Figura 2. Enfoque a procesos de la norma ISO 9001:2015. **Fuente:** Elaboración propia.

4.3 Trazabilidad de procesos en sistemas de calidad

La trazabilidad de procesos se refiere a la capacidad de identificar, registrar y dar seguimiento a cada etapa de un proceso, desde su inicio hasta su conclusión, incluyendo las actividades realizadas, los responsables involucrados, las evidencias generadas y los resultados obtenidos (ISO, 2015; Hoyle, 2018). En el contexto de un sistema de gestión de la calidad, la trazabilidad es un elemento

fundamental para demostrar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma ISO 9001:2015 y para garantizar la transparencia de las operaciones.

La trazabilidad permite a las organizaciones reconstruir el historial de un proceso, identificar el origen de posibles desviaciones y analizar las causas que las generaron. Asimismo, facilita la evaluación del desempeño del sistema de calidad y proporciona evidencia objetiva durante auditorías internas y externas (Juran & Godfrey, 1999; Evans & Lindsay, 2017). Sin un adecuado nivel de trazabilidad, la gestión de la calidad se vuelve reactiva y dependiente de la memoria organizacional, lo que incrementa el riesgo de incumplimientos.

Cuando los procesos se gestionan mediante documentos físicos o herramientas digitales no integradas, la trazabilidad suele verse limitada, ya que la información se encuentra dispersa y resulta difícil de consolidar (Tarí, 2011). Esta situación impacta negativamente en la capacidad de la organización para generar reportes confiables, evaluar tendencias y tomar decisiones oportunas. En contraste, el uso de sistemas de información centralizados permite fortalecer la trazabilidad al integrar datos, evidencias y resultados en una sola plataforma, favoreciendo la toma de decisiones basada en evidencia y la mejora continua (ISO, 2015; Fonseca, 2015).



Figura 3. Trazabilidad de procesos en un sistema de gestión de la calidad.

Fuente: elaboración propia

4.4 Industria 4.0

La Industria 4.0 hace referencia a la cuarta revolución industrial, caracterizada por la integración de tecnologías digitales, sistemas de información, automatización y análisis de datos en los procesos productivos y de servicios (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013; Schwab, 2016). Este concepto surge como respuesta a la necesidad de las organizaciones de adaptarse a entornos altamente dinámicos y competitivos, mediante el uso inteligente de la tecnología para mejorar la eficiencia, la flexibilidad y la capacidad de respuesta.

Entre las tecnologías asociadas a la Industria 4.0 se encuentran la digitalización de procesos, el uso de plataformas tecnológicas, el almacenamiento de datos en la nube, los sistemas de información integrados y la visualización de indicadores en tiempo real (Lasi et al., 2014; Xu, Xu, & Li, 2018). Estas herramientas permiten a las organizaciones recopilar, almacenar y analizar grandes volúmenes de datos, facilitando la toma de decisiones basada en información confiable y actualizada.

En el contexto de las PyMEs, la Industria 4.0 representa una oportunidad para modernizar tanto los procesos operativos como los administrativos, sin requerir grandes inversiones en infraestructura (Moeuf et al., 2018). El uso de soluciones tecnológicas escalables y accesibles permite a estas organizaciones mejorar su desempeño y fortalecer su competitividad, incluso en entornos con recursos limitados. Asimismo, la digitalización favorece la trazabilidad, la automatización del control documental y la generación de indicadores en tiempo real, elementos que pueden integrarse eficazmente en los sistemas de gestión de la calidad (Sony & Naik, 2020).



Figura 4. Componentes de la Industria 4.0 aplicados a la gestión organizacional.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Integración de la Industria 4.0 con los sistemas de gestión de la calidad

La integración de tecnologías de la Industria 4.0 con los sistemas de gestión de la calidad permite automatizar el registro de información, mejorar la trazabilidad de los procesos y facilitar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma ISO 9001:2015 (Sony & Naik, 2020; Zonnenshain & Kenett, 2020). Esta integración favorece la transición de sistemas de calidad tradicionales, basados en documentación física o herramientas aisladas, hacia modelos digitales más eficientes, flexibles y dinámicos, alineados con los principios de mejora continua y toma de decisiones basada en evidencia.

El uso de plataformas tecnológicas centralizadas posibilita la gestión estructurada de actividades, el control digital de evidencias y la generación automática de reportes de cumplimiento en tiempo real (Xu, Xu, & Li, 2018). Asimismo, la visualización de indicadores clave de desempeño contribuye a una mejor comprensión del estado del sistema de calidad, permitiendo identificar desviaciones, brechas y oportunidades de mejora con mayor rapidez y precisión.

Diversos estudios señalan que la digitalización de los sistemas de gestión fortalece la transparencia organizacional, reduce errores asociados a procesos manuales y mejora la capacidad de respuesta ante auditorías internas y externas (Antony, McDermott, & Sony, 2021). Estas características resultan especialmente relevantes para PyMEs que operan con múltiples sucursales o áreas funcionales, donde la dispersión de información puede afectar la coherencia y el control de los procesos.

En este sentido, la convergencia entre la Industria 4.0 y los sistemas de gestión de la calidad no solo implica la adopción de tecnología, sino también un cambio en la forma de administrar la información, gestionar riesgos y monitorear el desempeño organizacional. La digitalización del sistema de calidad se convierte así en un habilitador estratégico que fortalece la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones en entornos dinámicos.



Figura 5. Integración de la Industria 4.0 con sistemas de gestión de la calidad.

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Sistemas de información para la gestión de actividades y evidencias

Los sistemas de información orientados a la gestión de actividades permiten planificar, asignar, monitorear y evaluar tareas dentro de una organización mediante plataformas digitales estructuradas. Estos sistemas integran bases de datos, interfaces de usuario y mecanismos de control que facilitan la coordinación entre áreas y el seguimiento del cumplimiento de objetivos organizacionales (Laudon & Laudon, 2020). En el ámbito de la gestión de la calidad, su implementación fortalece el control operativo y mejora la visibilidad del estado de las actividades relacionadas con auditorías internas, acciones correctivas, acciones preventivas y cumplimiento de requisitos normativos (Antony et al., 2021).

Desde la perspectiva de los sistemas de gestión de la calidad, el uso de herramientas digitales permite estructurar flujos de trabajo, asignar responsables, establecer fechas límite y registrar avances en tiempo real, lo que contribuye a una administración más eficiente y trazable de los procesos (ISO, 2015). Este enfoque

favorece la estandarización de actividades y reduce la dependencia de métodos manuales o registros dispersos que pueden generar inconsistencias en la información.

La gestión de evidencias constituye un elemento clave dentro de los sistemas de calidad, ya que proporciona respaldo documental del cumplimiento de los procesos establecidos. La norma ISO 9001:2015 enfatiza la necesidad de mantener información documentada adecuada como evidencia de la conformidad y del funcionamiento eficaz del sistema de gestión de la calidad (ISO, 2015). En este sentido, los sistemas de información digitales permiten almacenar, organizar y consultar evidencias de manera estructurada, fortaleciendo el control documental y la integridad de los registros.

El uso de plataformas tecnológicas para la gestión de evidencias reduce el riesgo de pérdida de información, mejora la accesibilidad a los registros y facilita la preparación de auditorías internas y externas (Zonnenshain & Kenett, 2020). Además, la digitalización de evidencias permite implementar controles de acceso, historial de modificaciones y respaldo en la nube, lo cual incrementa la seguridad y confiabilidad de la información almacenada.

En el contexto de las PyMEs, la adopción de sistemas de información para la gestión de actividades y evidencias representa una estrategia eficaz para fortalecer la disciplina organizacional y mejorar la capacidad de respuesta ante evaluaciones de desempeño y auditorías de calidad. La integración de estas herramientas dentro de un sistema centralizado favorece la trazabilidad, la transparencia y la toma de decisiones basada en datos objetivos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales y Recursos Tecnológicos

Para la materialización del objetivo general de esta investigación, se diseñó y construyó una arquitectura de software moderna, escalable y orientada a servicios, seleccionada estratégicamente para responder a las necesidades de agilidad operativa, movilidad del personal y control centralizado de la información, propias de una pequeña y mediana empresa (PyME) con múltiples sucursales operativas. La arquitectura de la solución fue concebida no únicamente como un conjunto de herramientas tecnológicas, sino como un soporte estructural del sistema de gestión de calidad, permitiendo que los procesos definidos por la organización pudieran ejecutarse, registrarse, evaluarse y mejorarse de manera sistemática y documentada. En este sentido, la tecnología se abordó como un habilitador de la calidad, y no como un fin en sí mismo.

La selección de los materiales y recursos tecnológicos se fundamentó en los principios de la Industria 4.0, particularmente en la interoperabilidad entre sistemas, la virtualización de la información, la descentralización del acceso a los datos y la capacidad de respuesta en tiempo casi real. Estos principios resultan especialmente relevantes para las PyMEs, ya que permiten incrementar la eficiencia operativa sin requerir inversiones excesivas en infraestructura física o recursos humanos especializados.

Asimismo, la arquitectura propuesta consideró las limitaciones reales del contexto organizacional, tales como la diversidad de dispositivos utilizados por el personal, la falta de estandarización previa en los procesos y la necesidad de una curva de aprendizaje reducida para facilitar la adopción de la solución tecnológica.

Como resultado, se definió una arquitectura orientada a servicios, en la cual los distintos módulos del sistema interactúan de manera integrada, permitiendo el registro estructurado de actividades, el almacenamiento seguro de evidencias y la generación de información confiable para la toma de decisiones.



Figura 6. Arquitectura general de la solución tecnológica propuesta. **Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se detallan los componentes tecnológicos y recursos utilizados para el desarrollo del prototipo funcional, así como la justificación de su selección en relación con los objetivos de la investigación y los requisitos de la norma ISO 9001:2015.

5.2 Plataforma de Desarrollo e Ingeniería de Software Asistida por Inteligencia Artificial

Para optimizar el ciclo de vida del desarrollo de software (SDLC) y garantizar una implementación ágil sin sacrificar la calidad del código, se utilizó la plataforma a0.dev, la cual representa un avance significativo en el ámbito de la ingeniería de software al integrar capacidades de Inteligencia Artificial Generativa dentro de un entorno de desarrollo integrado (IDE).

El uso de esta plataforma permitió adoptar un enfoque de desarrollo asistido por inteligencia artificial, en el cual los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema fueron expresados mediante instrucciones estructuradas (prompts), facilitando la generación automática de componentes de código base. Este enfoque fue particularmente útil para traducir los requisitos normativos de la ISO 9001:2015, tradicionalmente expresados en lenguaje técnico-administrativo, en funcionalidades concretas del sistema.

La aplicación de técnicas de Prompt Engineering permitió definir con claridad las reglas de negocio, los flujos de información y las validaciones necesarias para asegurar que ninguna actividad pudiera registrarse sin contar con la evidencia

documental correspondiente. De esta manera, la plataforma contribuyó a reforzar el principio de trazabilidad, elemento clave en los sistemas de gestión de calidad. Otro aspecto relevante del uso de a0.dev fue la posibilidad de realizar iteraciones rápidas, lo que permitió incorporar la retroalimentación del personal operativo y administrativo durante las fases tempranas del desarrollo. Esta característica fue fundamental para asegurar que el prototipo se adaptara a las prácticas reales de trabajo de la PyME y no únicamente a una interpretación teórica de los procesos. Adicionalmente, el desarrollo asistido por inteligencia artificial contribuyó a reducir los tiempos de programación, minimizar errores sintácticos y estructurales en el código y facilitar la documentación técnica del sistema, lo cual resulta coherente con los principios de mejora continua promovidos por la norma ISO 9001:2015.

5.3 Framework de Desarrollo Móvil: React Native

Como núcleo tecnológico de la aplicación móvil, se seleccionó el framework React Native, decisión que se fundamentó en un análisis técnico orientado a garantizar la viabilidad operativa del sistema en un entorno organizacional caracterizado por la heterogeneidad de dispositivos y recursos tecnológicos.

React Native permite el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma mediante un único código base escrito en JavaScript/TypeScript, el cual se traduce en componentes nativos para los sistemas operativos Android e iOS. Esta característica resultó determinante para el contexto de la PyME objeto de estudio, donde el personal utiliza distintos tipos de dispositivos móviles bajo el esquema BYOD (Bring Your Own Device).

Desde el punto de vista del rendimiento, React Native ofrece una experiencia cercana a las aplicaciones nativas, lo cual es esencial para asegurar que funciones críticas, como la captura de evidencias fotográficas, la carga de información y la navegación entre módulos, se realicen de manera fluida y sin interrupciones. Esto contribuye directamente a la aceptación del sistema por parte de los usuarios y reduce la resistencia al cambio tecnológico.

Asimismo, la arquitectura basada en componentes reutilizables permitió estandarizar la interfaz de usuario (UX), asegurando que las actividades se registraran de forma consistente, independientemente de la sucursal o del usuario

que las ejecutara. Esta estandarización es especialmente relevante en sistemas de gestión de calidad, donde la uniformidad en el registro de información es un requisito fundamental.

La elección de React Native también favorece la escalabilidad futura del sistema, ya que permite incorporar nuevas funcionalidades sin necesidad de rediseñar la aplicación desde cero, lo cual es congruente con el enfoque de mejora continua promovido por la ISO 9001:2015.

5.4 Infraestructura de Datos y Almacenamiento en la Nube

Para garantizar la integridad, disponibilidad y control de la información documentada, conforme al requisito 7.5 de la norma ISO 9001:2015, se implementó una infraestructura de datos basada en una base de datos relacional alojada en la nube.

La adopción de una infraestructura en la nube permitió centralizar los registros generados en las distintas sucursales de la PyME, consolidando la información en un repositorio único que funciona como fuente única de la verdad (Single Source of Truth). Esto elimina la duplicidad de registros, reduce el riesgo de pérdida de información y facilita el acceso controlado a los datos.

Cada registro almacenado en la base de datos se encuentra asociado a metadatos relevantes, tales como fecha y hora de captura, usuario responsable, proceso asociado y ubicación, lo que fortalece la trazabilidad de la información y facilita la realización de auditorías internas y externas. Este enfoque responde directamente a los requerimientos de control documental establecidos por la norma ISO 9001:2015.

Además, el almacenamiento en la nube proporciona mecanismos de respaldo automático y seguridad de la información, aspectos críticos para garantizar la continuidad operativa del sistema y la protección de los datos organizacionales.

5.4.1 Hardware y Dispositivos de Campo

Para las pruebas de campo y la implementación piloto del prototipo funcional, se utilizaron dispositivos móviles de gama media, tales como smartphones y tablets con sistemas operativos Android 10 o superior, así como iOS 15 o superior.

La selección de este tipo de dispositivos respondió a la necesidad de validar que la solución tecnológica pudiera operar de manera eficiente en hardware accesible, sin requerir equipos especializados o de alto costo. Este criterio es particularmente relevante en el contexto de las PyMEs, donde las decisiones de inversión deben considerar la relación costo–beneficio.

El uso de dispositivos móviles permitió evaluar el desempeño del sistema en condiciones reales de operación, verificando aspectos como la estabilidad de la aplicación, la velocidad de respuesta y la facilidad de uso por parte del personal.

5.5 Procedimiento metodológico

Desarrollo de actividades alineadas a los objetivos específicos

Con la finalidad de dar cumplimiento al objetivo general de la investigación, el desarrollo metodológico del proyecto se estructuró a partir de una serie de actividades secuenciales y sistemáticas, directamente vinculadas con cada uno de los objetivos específicos planteados.

Este enfoque metodológico permitió asegurar la coherencia entre la problemática identificada, la solución tecnológica propuesta y los resultados obtenidos, garantizando además la trazabilidad metodológica del estudio, es decir, la posibilidad de identificar claramente cómo cada actividad realizada contribuyó al logro de los objetivos de la investigación.

El procedimiento se diseñó considerando tanto los requerimientos normativos de la ISO 9001:2015 como las características operativas reales de la PyME, asegurando que las actividades fueran viables, medibles y replicables.



Figura 7. Flujo metodológico del desarrollo de la investigación. **Fuente:**

Elaboración propia.

5.5.1 Diagnóstico del estado actual de los procesos

Se llevó a cabo un diagnóstico inicial del estado de los procesos operativos y del sistema de gestión de calidad de la PyME, con el propósito de identificar el nivel de cumplimiento respecto a los requisitos establecidos en la norma ISO 9001:2015.

La actividad consistió en el análisis detallado de los procesos clave de la organización, tales como ventas, control de inventarios, atención al cliente y actividades operativas generales. Para ello, se elaboró y aplicó un instrumento de diagnóstico alineado a los requisitos relevantes de la norma ISO 9001:2015, permitiendo evaluar aspectos relacionados con el control de registros, la trazabilidad de las actividades, la gestión de evidencias documentales y el seguimiento de acciones correctivas.

Este diagnóstico permitió obtener una visión integral del estado actual del sistema de gestión de calidad, identificando tanto fortalezas como áreas de oportunidad que sirvieron de base para el diseño de la solución tecnológica propuesta.

Como parte del diagnóstico inicial, se identificaron y analizaron los principales procesos que conforman el sistema de gestión de calidad de la PyME, considerando su impacto en la operación y en el cumplimiento de los requisitos normativos. La Tabla 1 presenta los procesos evaluados, el área responsable y una descripción general de cada uno.

El diagnóstico se realizó mediante la revisión de registros existentes, la observación directa de las actividades operativas en las distintas sucursales y la recopilación de información proporcionada por el personal involucrado en los procesos.

Para evaluar el nivel de cumplimiento del sistema de gestión de calidad, se aplicó un instrumento de diagnóstico basado en los requisitos de la norma ISO 9001:2015.

Proceso	Área responsable	Descripción general
Gestión de la calidad	Dirección	Planeación, control y seguimiento del sistema de gestión de la calidad.
Control documental	Administración	Elaboración, actualización y resguardo de documentos y registros.
Operación del servicio	Operaciones	Ejecución de las actividades operativas relacionadas con el servicio principal.
Atención al cliente	Servicio al cliente	Recepción, atención y seguimiento de solicitudes y quejas del cliente.
Evaluación del desempeño	Dirección	Revisión del cumplimiento de objetivos y desempeño de los procesos.

Tabla 1. Procesos analizados en el diagnóstico inicial. **Fuente:** Elaboración propia.

Este instrumento permitió identificar el grado de cumplimiento de cada requisito, así como las principales observaciones detectadas durante el análisis.

La Tabla 2 presenta los resultados obtenidos a partir de dicho instrumento.

Requisito evaluado	Descripción del requisito	Nivel de cumplimiento	Observaciones
Política de calidad	La organización cuenta con una política de calidad documentada y comunicada al personal.	Parcial	Existe una política de calidad, pero no se encuentra formalmente difundida ni actualizada.
Objetivos de calidad	Se establecen objetivos de calidad medibles y alineados con la política de calidad.	Bajo	Los objetivos no se encuentran documentados ni cuentan con indicadores de seguimiento.
Control de la documentación	Se controla la creación, actualización y resguardo de la documentación del sistema de calidad.	Bajo	La documentación se gestiona de forma manual y no existe un control de versiones.
Gestión de procesos	Los procesos se encuentran definidos, documentados y asignados a responsables.	Parcial	Algunos procesos están definidos, pero no existe una estandarización formal.
Seguimiento y medición	Se realizan actividades de seguimiento y medición del desempeño de los procesos.	Bajo	No se utilizan indicadores formales para evaluar el desempeño de los procesos.

Acciones correctivas	Se identifican no conformidades y se implementan acciones correctivas.	Parcial	Las acciones correctivas se aplican de manera reactiva y sin registro sistemático.
Mejora continua	Se promueve la mejora continua del sistema de gestión de calidad.	Bajo	No existe un mecanismo formal para la evaluación y mejora continua del sistema.

Tabla 2. Instrumento de diagnóstico del sistema de gestión de calidad. **Fuente:**
Elaboración propia.

5.5.2 Diseño de la propuesta tecnológica

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial, se diseñó una propuesta tecnológica integral orientada a la digitalización y automatización de los procesos relacionados con el sistema de gestión de calidad de la PyME, incorporando principios propios de la Industria 4.0.

El diseño de la propuesta tecnológica tuvo como finalidad principal transformar los procesos que anteriormente se gestionaban de manera manual o informal en procesos digitales estructurados, capaces de generar información confiable, trazable y disponible en tiempo oportuno para los distintos niveles de la organización.

La actividad incluyó la definición de la arquitectura general de la solución tecnológica, considerando el uso de una aplicación móvil multiplataforma como interfaz principal de interacción con los usuarios, una base de datos centralizada para el almacenamiento de la información y mecanismos digitales para la gestión y validación de evidencias documentales.

Durante esta etapa se identificaron los flujos de información necesarios para garantizar la interoperabilidad entre los usuarios, los procesos operativos y el sistema de gestión de calidad, asegurando que cada actividad registrada pudiera

ser asociada a un proceso específico, un responsable y una evidencia documental válida.

Asimismo, se realizó un análisis detallado de los requisitos de la norma ISO 9001:2015, con el propósito de traducirlos en funcionalidades tecnológicas concretas. Este ejercicio permitió establecer una correspondencia directa entre los elementos normativos y los módulos del sistema, facilitando su implementación y posterior evaluación.

El diseño de la propuesta tecnológica se realizó a partir de los resultados del diagnóstico previo, priorizando aquellos procesos que presentaban mayores deficiencias en términos de trazabilidad, control documental y seguimiento del desempeño.

Se elaboraron esquemas lógicos y funcionales que permitieron visualizar la interacción entre los distintos componentes del sistema, así como diagramas conceptuales que facilitaron la comprensión de los flujos de información. Este proceso de diseño se llevó a cabo de manera iterativa, incorporando la retroalimentación de los responsables de los procesos y asegurando que la solución propuesta fuera coherente con la realidad operativa de la PyME.

La Tabla 3 permitió establecer una base sólida para el desarrollo posterior del prototipo funcional, asegurando que cada funcionalidad implementada respondiera a un requisito normativo específico, lo cual resulta fundamental para la evaluación del sistema de gestión de calidad.

Requisito ISO 9001:2015	Descripción del requisito	Funcionalidad del sistema
Contexto de la organización	Comprensión del contexto interno y externo de la organización.	Registro y consulta de información organizacional relevante.
Liderazgo	Compromiso de la dirección con el sistema de gestión de calidad.	Acceso a indicadores y reportes para la toma de decisiones.
Planificación	Identificación de riesgos, oportunidades y objetivos de calidad.	Registro de objetivos, acciones y seguimiento de actividades.
Apoyo	Gestión de recursos y control de la información documentada.	Almacenamiento digital y control de documentos y evidencias.
Operación	Planificación y control de los procesos operativos.	Registro de actividades operativas y responsables.
Evaluación del desempeño	Seguimiento, medición y análisis de resultados.	Visualización de indicadores de cumplimiento y desempeño.
Mejora	Implementación de acciones correctivas y mejora continua.	Registro y seguimiento de acciones correctivas.

Tabla 3. Relación entre requisitos ISO 9001:2015 y funcionalidades del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

5.5.3 Implementación del prototipo funcional

Se desarrolló e implementó un prototipo funcional de aplicación móvil, orientado a la gestión de actividades y evidencias relacionadas con el sistema de gestión de calidad de la PyME.

La implementación del prototipo tuvo como objetivo principal validar la viabilidad técnica y operativa de la propuesta tecnológica, así como evaluar su capacidad para mejorar la trazabilidad de los procesos y el control de la información

documentada.

El prototipo funcional incluyó diversos módulos diseñados para cubrir las necesidades identificadas durante el diagnóstico y el diseño de la solución. Entre estos módulos se encuentran la gestión de usuarios, el registro de procesos, la gestión documental, la visualización de indicadores y el seguimiento de acciones correctivas.

Cada módulo fue diseñado considerando los principios de mejora continua y control operativo establecidos en la norma ISO 9001:2015, asegurando que las actividades no pudieran cerrarse sin contar con la información y evidencias requeridas. De esta manera, el sistema actúa como un mecanismo preventivo que reduce la probabilidad de registros incompletos o inconsistentes.

Módulo	Función principal	Descripción breve
Gestión de usuarios	Administrar accesos	Permite registrar usuarios y asignar roles dentro del sistema.
Registro de procesos	Control de actividades	Facilita el registro de actividades realizadas en los procesos.
Gestión documental	Almacenamiento de evidencias	Permite cargar, consultar y organizar documentos del sistema de calidad.
Indicadores	Seguimiento del desempeño	Muestra indicadores generales de cumplimiento y avance.
Acciones correctivas	Mejora continua	Permite registrar y dar seguimiento a acciones correctivas.

Tabla 4. Módulos del prototipo funcional implementado. **Fuente:** Elaboración propia.

La definición de los módulos permitió estructurar el sistema de manera clara y funcional, facilitando su uso por parte del personal y asegurando la coherencia en el registro de la información.

La implementación del prototipo se realizó utilizando tecnologías de desarrollo móvil multiplataforma, apoyadas por una plataforma de desarrollo asistida por inteligencia

artificial. El código generado fue revisado, depurado y ajustado manualmente para garantizar el cumplimiento de la lógica del negocio y la correcta aplicación de controles que impidieran el registro de actividades incompletas o sin evidencia documental válida.

Durante esta etapa se llevaron a cabo pruebas funcionales en distintos dispositivos móviles, verificando la estabilidad del sistema, la correcta operación de los módulos y la integridad de la información almacenada. Los ajustes realizados permitieron mejorar la experiencia de usuario y asegurar la confiabilidad del prototipo antes de su implementación piloto.

5.5.3.1 Desarrollo funcional del sistema y construcción de interfaces

En este apartado se describen de manera detallada las principales pantallas, módulos y flujos internos que conforman el prototipo funcional de la aplicación móvil desarrollada. La finalidad de esta sección es documentar el proceso de implementación desde la perspectiva técnica del desarrollador, explicando la arquitectura del código, la estructura de componentes en React Native, los flujos de datos y la interacción con los servicios de backend y almacenamiento en la nube. La descripción técnica de cada módulo permite evidenciar el método de desarrollo empleado, así como las decisiones de diseño y programación adoptadas para garantizar la trazabilidad de la información, el control de evidencias y el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de calidad conforme a la norma ISO 9001:2015.

La inclusión de capturas de pantalla del código fuente y la explicación de su funcionamiento fortalecen la relación entre los requisitos del sistema, la implementación técnica y los resultados funcionales obtenidos.

5.5.3.1.1 Pantalla de inicio de sesión y autenticación de usuarios

```
App.tsx LoginScreen.tsx
20 export default function LoginScreen() { const [email, setEmail] = useState('');
21   const [password, setPassword] = useState('');
22   const [isRegistering, setIsRegistering] = useState(false);
23   const [confirmPassword, setConfirmPassword] = useState('');
24   const [isLoading, setIsLoading] = useState(false);
25   const navigation = useNavigation();
26
27   const shakeAnimation = useRef(new Animated.Value(0)).current;
28   const successAnimation = useRef(new Animated.Value(0)).current; const handleRegister = async () => {
29     console.log(`Starting registration for ${email}`);
30     toast.info('Iniciando registro...');
31     if (!email || !password) {
32       toast.error('Por favor completa todos los campos');
33       return;
34     }
35
36     if (password !== confirmPassword) {
37       toast.error('Las contraseñas no coinciden');
38       return;
39     }
40
41     if (password.length < 6) {
42       toast.error('La contraseña debe tener al menos 6 caracteres');
43       return;
44     }
45
46     setIsLoading(true);
47
48     try {
49       // 1. Registrar el usuario en auth
50       toast.info('Creando tu cuenta...');
51
52       const { data: authData, error: authError } = await supabase.auth.signUp({
53         email,
54         password,
55       }); if (authError) {
56         console.error('Auth error for ${email}:', authError);
57         toast.error(`Error de autenticación: ${authError.message}`);
58         setIsLoading(false);
59         return;
60       }
61     }
62   }
```

Figura 8. Implementación del módulo de autenticación de usuarios. **Fuente:** Elaboración propia.

Desde la perspectiva técnica del desarrollador, esta pantalla implementa el flujo de autenticación de usuarios mediante la integración con el servicio Supabase Auth. El módulo fue desarrollado como un componente funcional en React Native, utilizando hooks para la gestión de estado y el control del ciclo de vida del componente.

El archivo screens/LoginScreen.tsx gestiona el ingreso de credenciales mediante variables de estado controladas con el hook `useState()`, las cuales almacenan el correo electrónico, la contraseña, el estado de carga del proceso y el modo activo

(inicio de sesión o registro). Antes de ejecutar cualquier solicitud de autenticación, el sistema valida el formato del correo electrónico y la longitud mínima de la contraseña, con el objetivo de prevenir solicitudes inválidas al backend.

El proceso de autenticación se realiza mediante funciones asíncronas proporcionadas por Supabase, utilizando `signInWithPassword()` para el inicio de sesión y `signUpWithPassword()` para el registro de nuevos usuarios. Una vez autenticado el usuario, el sistema obtiene el identificador único (`userId`) y consulta la tabla de usuarios para determinar el rol asignado.

Con base en el rol identificado (`admin` o `user`), la aplicación define dinámicamente la ruta de navegación inicial utilizando React Navigation, redirigiendo al usuario a la interfaz correspondiente. Esta lógica permite implementar un control de accesos diferenciado desde el núcleo de la aplicación.

La pantalla principal del usuario operativo fue desarrollada como un dashboard dinámico que muestra las actividades asignadas al usuario autenticado. Desde el punto de vista técnico, este módulo utiliza el hook `useEffect()` para ejecutar consultas a la base de datos en el momento en que el componente es montado.

El archivo `screens/HomeScreen.tsx` ejecuta una consulta filtrada a la base de datos mediante una función que obtiene únicamente las actividades asociadas al identificador del usuario y con un estado específico. Los resultados se almacenan en una variable de estado, permitiendo el renderizado reactivo de la información.

5.5.3.1.2 Pantalla principal del usuario y gestión de actividades

```
36 fetchActivities();
37 });
38
39 return unsubscribe;
40 }, []); useEffect(() => {
41   let filtered = [];
42
43   switch (activeFilter) {
44     case 'assigned_pending':
45       filtered = activities.filter(activity =>
46         activity.status === 'assigned' || activity.status === 'pending_approval'
47       );
48       break;
49     case 'approved':
50       filtered = activities.filter(activity =>
51         activity.status === 'in_progress' || activity.status === 'completed'
52       );
53       break;
54     case 'rejected':
55       filtered = activities.filter(activity =>
56         activity.status === 'not_approved' || activity.status === 'not_delivered'
57       );
58       break;
59     default:
60       filtered = activities;
61   }
62
63   setFilteredActivities(filtered);
64
65   // Animar la transición
66   Animated.timing(filterAnimation, {
67     toValue: 1,
68     duration: 300,
69     useNativeDriver: false
70   }).start(() => {
71     filterAnimation.setValue(0);
72   });
73 }, [activeFilter, activities]); const registerForPushNotifications = async () => {
74   try {
75     const { status: existingStatus } = await Notifications.getPermissionsAsync();
76     let finalStatus = existingStatus;
77
78     if (existingStatus !== 'granted') {
79       const { status } = await Notifications.requestPermissionsAsync();
80       finalStatus = status;
81     }
82
83     if (finalStatus !== 'granted') {
84       toast.error('Se requieren permisos para las notificaciones');
85       return;
86     }
87
88     // Configurar el manejador de notificaciones
89     Notifications.setNotificationHandler({
90       handleNotification: async () => {
91         shouldShowAlert: true,
92         shouldPlaySound: true,
93         shouldSetBadge: true,
```

Figura 9. Implementación técnica del dashboard del usuario operativo. **Fuente:** Elaboración propia.

Las actividades se clasifican internamente por estado (pendientes, en revisión y completadas), utilizando funciones de filtrado que separan los registros antes de ser renderizados. Para el despliegue eficiente de listas, se emplea el componente FlatList de React Native, optimizando el rendimiento en dispositivos móviles.

El uso de navegación basada en parámetros permite que, al seleccionar una actividad, el sistema redirija al usuario a la pantalla de detalle correspondiente, transmitiendo el identificador de la actividad seleccionada para su posterior consulta.

5.5.3.1.3 Panel de administración y control del sistema

```
AdminHomeScreen.tsx
1 import React, { useState, useEffect } from 'react';
2 import { View, Text, StyleSheet, TouchableOpacity, ScrollView, Platform, Animated } from 'react-native';
3 import { useTheme, colors } from '../utils/ThemeContext';
4 import { SafeAreaView } from 'react-native-safe-area-context';
5 import { useNavigation } from '@react-navigation/native';
6 import { supabase } from '../utils/supabase';
7 import { toast } from 'sonner-native';
8 import { MaterialIcons } from '@expo/vector-icons';
9
10 export default function AdminHomeScreen() { const navigation = useNavigation();
11 const { theme, toggleTheme } = useTheme();
12 const themeColors = colors[theme]; const [pendingActivities, setPendingActivities] = useState([]);
13 const [approvedActivities, setApprovedActivities] = useState([]);
14 const [rejectedActivities, setRejectedActivities] = useState([]); const [filteredActivities, setFilteredActivities] = useState([]);
15 const [activeFilter, setActiveFilter] = useState('assigned_pending');
16 const filterAnimation = new Animated.Value(0); const fetchActivities = async () => {
17   try {
18     console.log('Fetching activities...');
19
20     // 1. Obtener todas las actividades con sus asignaciones
21     const { data: activitiesData, error: activitiesError } = await supabase
22       .from('activities')
23       .select(`
24         *,
25         activity_assignments (
26           user_id,
27           usuarios (
28             email
29           )
30         )
31       `)
32       .order('created_at', { ascending: false });
33
34     if (activitiesError) {
35       console.error('Error fetching activities:', activitiesError);
36       toast.error('Error al obtener actividades');
37       return;
38     }
39
40     console.log('Raw activities data:', activitiesData);
41   } catch (error) {
42     console.error('Error fetching activities:', error);
43     toast.error('Error al obtener actividades');
44   }
45 }
```

Figura 10. Arquitectura técnica del panel administrativo del sistema. **Fuente:**

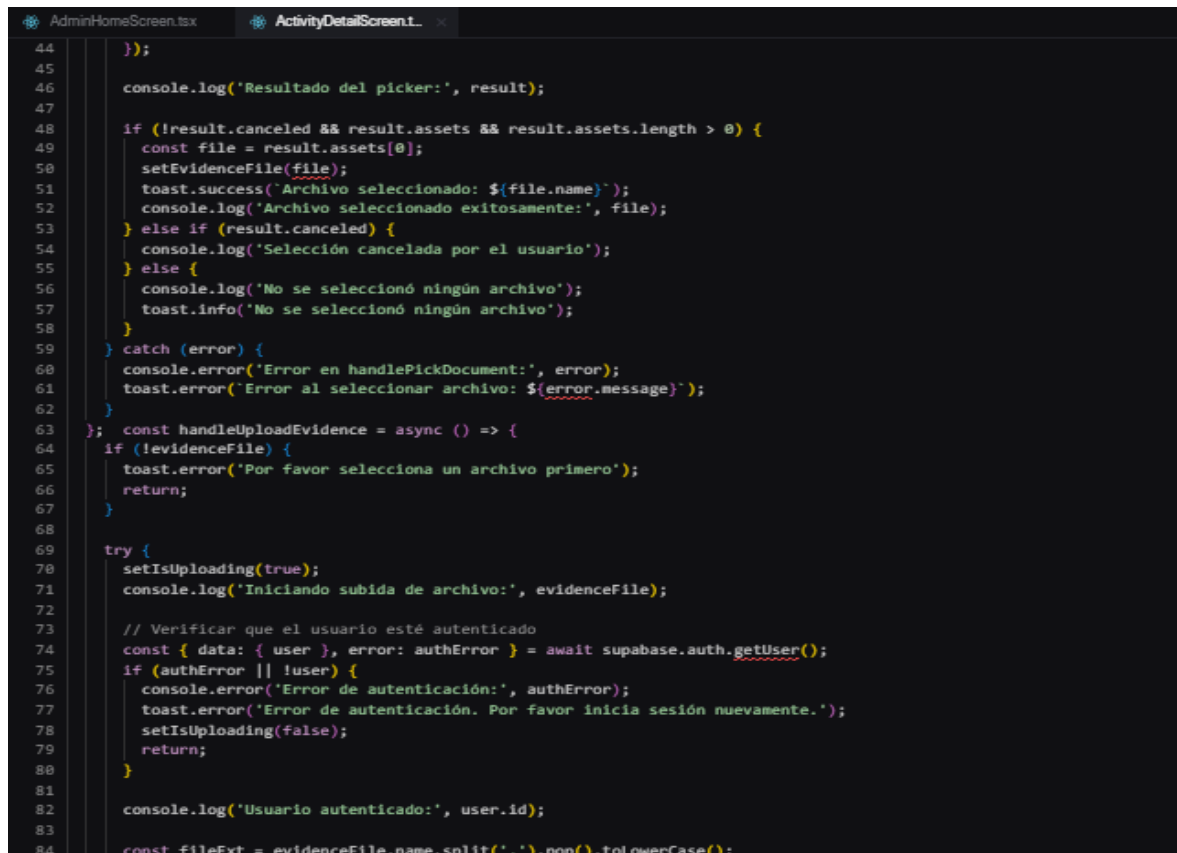
Elaboración propia.

El panel administrativo implementa una vista consolidada del sistema y fue desarrollado utilizando una estructura de navegación basada en pestañas. Desde el punto de vista técnico, este módulo concentra múltiples consultas a la base de datos y cálculos de métricas generales del sistema.

El archivo screens/AdminHomeScreen.tsx utiliza componentes de tipo TabView para organizar secciones independientes relacionadas con actividades, usuarios, auditorías ISO y reportes. Al montarse el componente, se ejecutan consultas paralelas para obtener la información global del sistema, la cual se almacena en variables de estado.

A partir de estos datos, el sistema calcula métricas generales como el número total de actividades, el porcentaje de cumplimiento y el estado de las auditorías, permitiendo al administrador visualizar información consolidada en tiempo casi real.

5.5.3.1.4 Pantalla de detalle de actividad y gestión de evidencias



```
44  });
45
46  console.log('Resultado del picker:', result);
47
48  if (!result.canceled && result.assets && result.assets.length > 0) {
49    const file = result.assets[0];
50    setEvidenceFile(file);
51    toast.success('Archivo seleccionado: ${file.name}');
52    console.log('Archivo seleccionado exitosamente:', file);
53  } else if (result.canceled) {
54    console.log('Selección cancelada por el usuario');
55  } else {
56    console.log('No se seleccionó ningún archivo');
57    toast.info('No se seleccionó ningún archivo');
58  }
59 } catch (error) {
60   console.error('Error en handlePickDocument:', error);
61   toast.error('Error al seleccionar archivo: ${error.message}');
62 }
63
64 }; const handleUploadEvidence = async () => {
65   if (!evidenceFile) {
66     toast.error('Por favor selecciona un archivo primero');
67     return;
68   }
69   try {
70     setIsUploading(true);
71     console.log('Iniciando subida de archivo:', evidenceFile);
72
73     // Verificar que el usuario esté autenticado
74     const { data: { user }, error: authError } = await supabase.auth.getUser();
75     if (authError || !user) {
76       console.error('Error de autenticación:', authError);
77       toast.error('Error de autenticación. Por favor inicia sesión nuevamente.');
```

Figura 11. Implementación del módulo de gestión de evidencias. **Fuente:**
Elaboración propia.

Este módulo implementa la lógica de carga, visualización y validación de evidencias documentales asociadas a cada actividad. Técnicamente, la pantalla obtiene el identificador de la actividad desde los parámetros de navegación y ejecuta una consulta detallada a la base de datos para recuperar toda la información relacionada.

El sistema gestiona las evidencias como un arreglo de objetos que incluye metadatos como nombre del archivo, fecha de carga, estado y referencia de almacenamiento. Para la carga de archivos se utiliza un selector de documentos, validando previamente el tamaño y tipo del archivo.

Una vez cargada una evidencia, esta se almacena en el servicio de almacenamiento en la nube y se registra su referencia en la base de datos. El estado de la actividad se actualiza automáticamente cuando todas las evidencias asociadas han sido aprobadas, cerrando el ciclo de vida de la actividad.

5.5.3.1.5 Creación y asignación de actividades

```

1 import { useNavigation } from '@react-navigation/native';
2 import DateTimePickerModal from 'react-native-modal-datetime-picker';
3 import * as DocumentPicker from 'expo-document-picker';
4 import { MaterialIcons } from '@expo/vector-icons';
5
6
7
8
9 export default function CreateActivityScreen() {
10   const navigation = useNavigation();
11   const [description, setDescription] = useState('');
12   const [assignmentDate, setAssignmentDate] = useState(new Date());
13   const [dueDate, setDueDate] = useState(new Date());
14   const [evidenceUrl, setEvidenceUrl] = useState('');
15   const [evidenceFile, setEvidenceFile] = useState(null);
16   const [showAssignmentPicker, setShowAssignmentPicker] = useState(false);
17   const [showDuePicker, setShowDuePicker] = useState(false);
18   const [usuarios, setUsuarios] = useState([]);
19   const [selectedUsers, setSelectedUsers] = useState({});
20
21   const handlePickDocument = async () => {
22     try {
23       const result = await DocumentPicker.getDocumentAsync({
24         type: 'application/pdf, image/*'
25       });
26       if (result.type === 'success') {
27         setEvidenceFile(result);
28         toast.success('Archivo seleccionado: ${result.name}');
29       }
30     } catch (error) {
31       toast.error('Error al seleccionar archivo: ${error.message}');
32     }
33   };
34
35   const formatDateForWeb = (date) => {
36     // Formato para input datetime-local: "YYYY-MM-DDTHH:mm"
37     const pad = (n) => n < 10 ? `0${n}` : n;
38     const year = date.getFullYear();
39     const month = pad(date.getMonth() + 1);
40     const day = pad(date.getDate());
41     const hours = pad(date.getHours());
42     const minutes = pad(date.getMinutes());
43     return `${year}-${month}-${day}T${hours}:${minutes}`;
44   };
45
46   const formatDateForDisplay = (date) => {
47     // Formato para mostrar: "DD/MM/YYYY HH:mm"
48

```

Figura 12. Implementación técnica del formulario de creación de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

Este módulo permite a los administradores crear nuevas actividades y asignarlas a uno o varios usuarios. El formulario fue desarrollado utilizando variables de estado para cada campo, incluyendo título, descripción, usuarios asignados y fecha de vencimiento.

El sistema valida de manera programática que los campos cumplan con criterios mínimos antes de permitir la creación de la actividad. Una vez validada la información, se genera un registro principal en la tabla de actividades y registros secundarios para cada usuario asignado, estableciendo el estado inicial de la actividad como pendiente.

5.5.3.1.6 Módulo de auditoría ISO 9001:2015

```
4  import {
5    StyleSheet,
6    TouchableOpacity,
7    ScrollView,
8    ActivityIndicator,
9    TextInput,
10   Platform,
11 } from 'react-native';
12 import { MaterialIcons } from '@expo/vector-icons';
13 import * as DocumentPicker from 'expo-document-picker';
14 import { toast } from 'sonner-native';
15 import {
16   ISO9001Questions,
17   DiagnosticResponse,
18   CHAPTER_MAX_SCORES,
19 } from '../types/iso9001';
20 import { DiagnosticService } from '../lib/diagnosticService';
21
22 interface ISO9001QuestionnaireProps {
23   diagnosticId: string;
24   activityId: string;
25   onComplete: (percentages: any) => void;
26 }
27
28 export const ISO9001Questionnaire: React.FC<ISO9001QuestionnaireProps> = ({
29   diagnosticId,
30   activityId,
31   onComplete,
32 }) => {
33   const [currentChapter, setCurrentChapter] = useState<number>(4);
34   const [currentQuestionIndex, setCurrentQuestionIndex] = useState(0);
35   const [responses, setResponses] = useState<Map<string, DiagnosticResponse>>(new Map());
36   const [isLoading, setIsLoading] = useState(false);
37   const [uploadingFile, setUploadingFile] = useState<string | null>(null);
38   const [observation, setObservation] = useState('');
39   const [evidenceFile, setEvidenceFile] = useState<any>(null);
40
41   const chapters = [4, 5, 6, 7, 8];
42   const questionsForCurrentChapter = ISO9001Questions.filter(
43     q => q.chapter === currentChapter
44   );
45   const currentChapterTitle = chapters.find(chapter => chapter === currentChapter);
```

Figura 13. Implementación técnica del módulo de auditoría ISO 9001:2015.

Fuente: Elaboración propia.

El módulo de auditoría implementa una evaluación estructurada del cumplimiento de la norma ISO 9001:2015 mediante un conjunto de preguntas organizadas por capítulo. Desde el punto de vista técnico, las preguntas se definen como estructuras de datos que incluyen ponderaciones y campos de observación.

Las respuestas son capturadas únicamente por usuarios con rol administrativo y se almacenan en tiempo real en la base de datos. El sistema calcula automáticamente el porcentaje de cumplimiento y, en caso de detectar no conformidades, genera acciones correctivas asociadas.

5.5.3.1.7 Pantalla de seguimiento de correcciones ISO

```
export const ISO9001Questionnaire: React.FC<ISO9001QuestionnaireProps> = ({
  const handleUploadEvidence = async (url) => {
    // Update response with evidence url
    97     const updatedResponse = {
    98       ...currentResponse,
    99       question_id: currentQuestion.id,
    100       iso_point: currentQuestion.isoPoint,
    101       fixed_score: currentQuestion.fixedScore,
    102       user_response: currentResponse?.user_response || 0,
    103       evidence_url: url,
    104       observation,
    105     };
    106
    107     responses.set(currentQuestion.id, updatedResponse);
    108     setResponses(new Map(responses));
    109
    110     await DiagnosticService.saveResponse(diagnosticId, updatedResponse);
    111     toast.success('Evidencia cargada correctamente');
    112     setEvidenceFile(null);
    113     setUploadingFile(null);
    114   } catch (error) {
    115     console.error('Error uploading evidence:', error);
    116     toast.error('Error al subir la evidencia');
    117     setUploadingFile(null);
    118   }
    119 };
    120
    121 const handleResponse = async (answer: number) => {
    122   try {
    123     const response: DiagnosticResponse = {
    124       question_id: currentQuestion.id,
    125       iso_point: currentQuestion.isoPoint,
    126       fixed_score: currentQuestion.fixedScore,
```

Figura 14. Implementación del seguimiento técnico de acciones correctivas.

Fuente: Elaboración propia.

Esta pantalla permite a los usuarios operativos visualizar y atender las acciones correctivas asignadas. Técnicamente, el sistema consulta las correcciones vinculadas al usuario autenticado y las clasifica por estado.

El ciclo de vida de cada corrección es gestionado mediante cambios de estado automáticos, permitiendo un seguimiento estructurado y documentado de las no conformidades detectadas durante las auditorías.

5.5.3.1.8 Reporte de resultados del sistema de gestión de calidad

```
ISO9001Questionnair... ReportScreen.tsx x
145 document.body.appendChild(element);
146 })
147 .catch(err => {
148   console.error('Error copiando al portapapeles:', err);
149   toast.error('Error al copiar el reporte');
150 });
151 } else {
152   // iOS/Android: mostrar diálogo nativo para compartir
153   // En iOS, usamos Alert primero para evitar errores de tipo nulo
154   Alert.alert(
155     'Reporte Generado',
156     'Se generó el reporte correctamente. ¿Deseas compartirlo?',
157     [
158       {
159         text: 'Cancelar',
160         style: 'cancel'
161       },
162       {
163         text: 'Compartir',
164         onPress: async () => {
165           try {
166             const { action } = await require('react-native').Share.share({
167               message: reportText,
168               title: 'Reporte de Actividades'
169             });
170             if (action !== require('react-native').Share.dismissedAction) {
171               toast.success('Reporte compartido exitosamente');
172             }
173           } catch (error) {
174             console.error('Error compartiendo:', error);
175             toast.error('Error al compartir el reporte');
176           }
177         }
178       }
179     ]
180   );
181 }
```

Figura 15. Implementación del módulo de reportes y métricas de cumplimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Este módulo genera reportes visuales del cumplimiento del sistema de gestión de calidad mediante cálculos automáticos y renderizado de gráficos. El sistema consolida la información de auditorías previas, calcula métricas por capítulo y presenta los resultados de forma gráfica y tabular.

5.5.3.1.9 Diagnóstico inicial del sistema de gestión de calidad

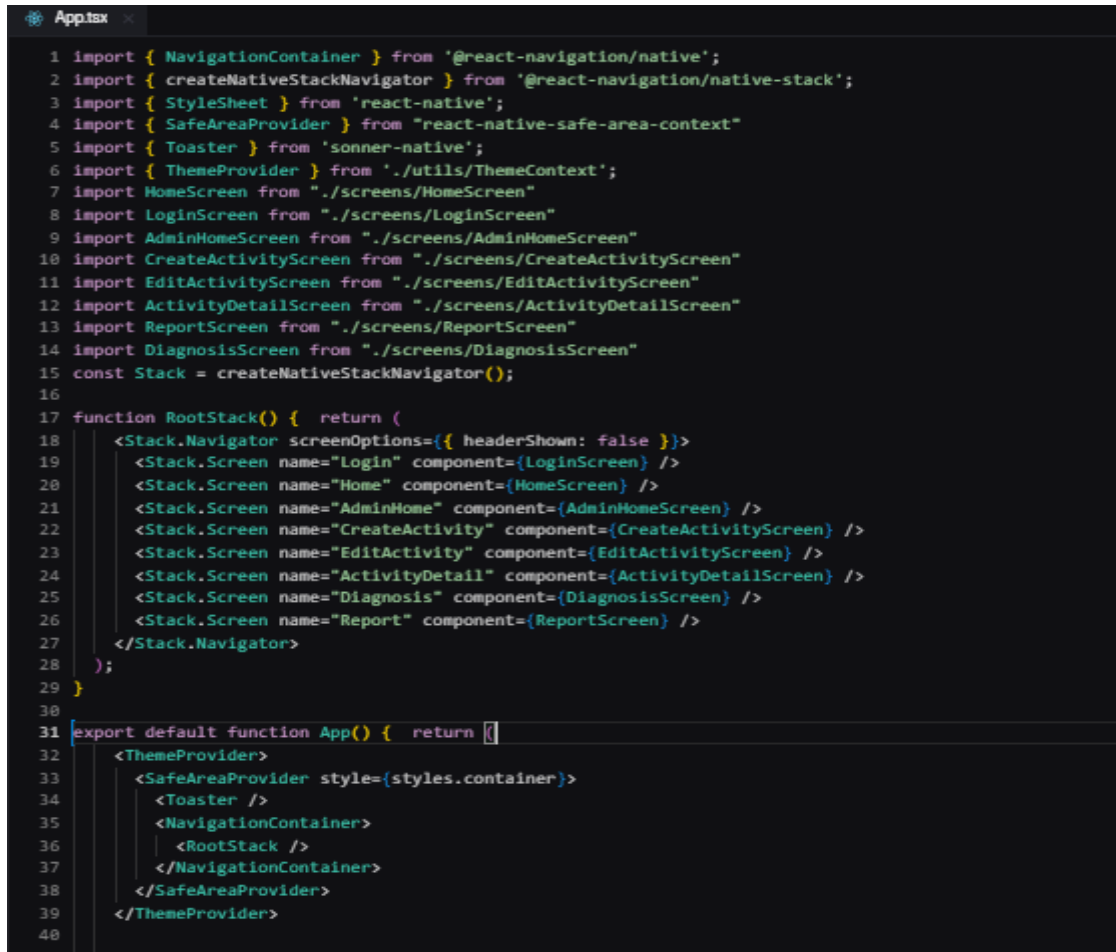
```
ISO9001Questionnair... ReportScreen.tsx HomeScreen.tsx x
36   fetchActivities();
37   });
38
39   return unsubscribe;
40 }, []); useEffect(() => {
41   let filtered = [];
42
43   switch (activeFilter) {
44     case 'assigned_pending':
45       filtered = activities.filter(activity =>
46         activity.status === 'assigned' || activity.status === 'pending_approval'
47       );
48       break;
49     case 'approved':
50       filtered = activities.filter(activity =>
51         activity.status === 'in_progress' || activity.status === 'completed'
52       );
53       break;
54     case 'rejected':
55       filtered = activities.filter(activity =>
56         activity.status === 'not_approved' || activity.status === 'not_delivered'
57       );
58       break;
59     default:
60       filtered = activities;
61   }
62
63   setFilteredActivities(filtered);
64
65   // Animar la transición
66   Animated.timing(filterAnimation, {
67     toValue: 1,
68     duration: 300,
```

Figura 16. Implementación técnica del diagnóstico inicial del sistema de calidad.

Fuente: Elaboración propia.

El diagnóstico inicial se implementa como un cuestionario simplificado que permite evaluar rápidamente el nivel de madurez del sistema antes de una auditoría formal. El sistema calcula automáticamente el índice de madurez y genera recomendaciones técnicas para la mejora del sistema.

5.5.3.1.10 Flujos operativos del sistema



```
1 import { NavigationContainer } from '@react-navigation/native';
2 import { createNativeStackNavigator } from '@react-navigation/native-stack';
3 import { StyleSheet } from 'react-native';
4 import { SafeAreaProvider } from 'react-native-safe-area-context';
5 import { Toaster } from 'sonner-native';
6 import { ThemeProvider } from './utils/ThemeContext';
7 import HomeScreen from './screens/HomeScreen';
8 import LoginScreen from './screens/LoginScreen';
9 import AdminHomeScreen from './screens/AdminHomeScreen';
10 import CreateActivityScreen from './screens/CreateActivityScreen';
11 import EditActivityScreen from './screens/EditActivityScreen';
12 import ActivityDetailScreen from './screens/ActivityDetailScreen';
13 import ReportScreen from './screens/ReportScreen';
14 import DiagnosisScreen from './screens/DiagnosisScreen';
15 const Stack = createNativeStackNavigator();
16
17 function RootStack() { return (
18   <Stack.Navigator screenOptions={{ headerShown: false }}>
19     <Stack.Screen name="Login" component={LoginScreen} />
20     <Stack.Screen name="Home" component={HomeScreen} />
21     <Stack.Screen name="AdminHome" component={AdminHomeScreen} />
22     <Stack.Screen name="CreateActivity" component={CreateActivityScreen} />
23     <Stack.Screen name="EditActivity" component={EditActivityScreen} />
24     <Stack.Screen name="ActivityDetail" component={ActivityDetailScreen} />
25     <Stack.Screen name="Diagnosis" component={DiagnosisScreen} />
26     <Stack.Screen name="Report" component={ReportScreen} />
27   </Stack.Navigator>
28 );
29 }
30
31 export default function App() { return (
32   <ThemeProvider>
33     <SafeAreaProvider style={styles.container}>
34       <Toaster />
35       <NavigationContainer>
36         <RootStack />
37       </NavigationContainer>
38     </SafeAreaProvider>
39   </ThemeProvider>
40 );
41 }
```

Figura 17. Implementación de los flujos operativos y navegación del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Los flujos operativos del sistema están implementados mediante React Navigation, utilizando estructuras condicionales que controlan el acceso a las distintas pantallas según el estado de autenticación y el rol del usuario. Esta arquitectura permite separar claramente los flujos de usuario operativo y administrador, garantizando el control de accesos y la coherencia del sistema.

5.5.4 Incorporación de funcionalidades para la gestión de evidencias

Se integraron funcionalidades específicas para la gestión de evidencias digitales y la generación de reportes, orientadas a fortalecer el control del sistema de gestión de calidad y facilitar el análisis del estado de cumplimiento de los procesos. La actividad contempló el diseño de mecanismos para el almacenamiento

estructurado de evidencias asociadas a cada actividad registrada en el sistema. Estas evidencias incluyen documentos y registros fotográficos que respaldan la ejecución de las actividades y permiten demostrar el cumplimiento de los requisitos normativos.

Asimismo, se definieron los criterios necesarios para la generación de reportes que reflejan el estado de cumplimiento del sistema de gestión de calidad, las brechas detectadas y las acciones correctivas requeridas. Estos reportes fueron diseñados para presentar la información de manera clara, estructurada y comprensible para los distintos niveles de la organización.

Las evidencias fueron gestionadas mediante el uso de infraestructura de almacenamiento en la nube, vinculando cada registro con metadatos relevantes como fecha, usuario responsable, proceso asociado y sucursal. Este enfoque fortaleció la trazabilidad de la información y facilitó la recuperación de evidencias durante auditorías internas o revisiones de desempeño.

Los reportes fueron diseñados a partir de la información almacenada en la base de datos, permitiendo su actualización automática y reduciendo la dependencia de reportes manuales elaborados de manera esporádica.

5.5.5 Visualización de indicadores de alcance

Se implementaron mecanismos de visualización de indicadores clave de desempeño, orientados a permitir el monitoreo continuo del avance del sistema de gestión de calidad.

La actividad se centró en la definición de indicadores que reflejan el estado actual del sistema, tales como el porcentaje de cumplimiento por proceso, el número de actividades pendientes y el nivel de avance general del sistema de gestión de calidad.

Estos indicadores fueron seleccionados por su relevancia para la toma de decisiones y su capacidad para proporcionar una visión clara y sintetizada del desempeño de los procesos, tanto a nivel operativo como estratégico.

Los indicadores fueron calculados automáticamente a partir de los registros almacenados en la base de datos y presentados mediante interfaces gráficas dentro de la aplicación móvil. Este enfoque permitió a los usuarios responsables

contar con información actualizada y confiable en tiempo casi real, facilitando la identificación de desviaciones y la implementación oportuna de acciones correctivas.

5.5.6 Evaluación del impacto de la solución tecnológica

Se llevó a cabo una evaluación del impacto de la solución tecnológica implementada en el entorno operativo de la PyME, con el propósito de identificar los beneficios obtenidos y las áreas de mejora derivadas del uso del prototipo funcional.

La evaluación consideró aspectos relacionados con la facilidad de uso de la aplicación, la mejora en el control y disponibilidad de evidencias documentales, la reducción de errores en el registro de información y el apoyo a la mejora continua del sistema de gestión de calidad.

Para ello, se realizó un análisis comparativo entre la situación inicial diagnosticada y la situación posterior a la implementación del prototipo, permitiendo identificar cambios significativos en la forma en que se gestionan los procesos y la información.

Elemento evaluado	Situación inicial	Situación posterior
Control documental	Documentación dispersa y sin control de versiones.	Documentación centralizada y organizada digitalmente.
Registro de actividades	Registros manuales e incompletos.	Registro digital estandarizado de actividades.
Seguimiento de procesos	Seguimiento limitado y no sistemático.	Seguimiento continuo mediante indicadores generales.
Acciones correctivas	Aplicación reactiva sin registros formales.	Registro y seguimiento estructurado de acciones correctivas.
Acceso a la información	Acceso limitado y dependiente del área administrativa.	Acceso controlado y oportuno a la información relevante.

Tabla 5. Comparación del estado del sistema de calidad antes y después de la implementación. **Fuente:** Elaboración propia.

La comparación evidenció mejoras sustanciales en el control documental, el seguimiento de procesos y la gestión de acciones correctivas, lo cual refleja el impacto positivo de la solución tecnológica en la eficiencia operativa de la organización.

La evaluación se realizó mediante la observación del uso del prototipo durante la implementación piloto, así como el análisis de los registros generados por el sistema y la comparación de los resultados obtenidos respecto a la situación inicial.

Indicador	Descripción	Tipo de impacto
Cumplimiento documental	Nivel de documentos y registros correctamente almacenados.	Administrativo
Seguimiento de procesos	Grado de control y monitoreo de actividades.	Operativo
Tiempo de acceso a la información	Rapidez para consultar registros y evidencias.	Operativo
Gestión de acciones correctivas	Capacidad para registrar y dar seguimiento a acciones.	Administrativo
Apoyo a la toma de decisiones	Disponibilidad de información para la dirección.	Estratégico

Tabla 6. Indicadores de impacto de la solución tecnológica. **Fuente:** Elaboración propia.

Los indicadores definidos permitieron clasificar el impacto de la solución tecnológica en distintos niveles —administrativo, operativo y estratégico— proporcionando una visión integral de los beneficios obtenidos y del valor agregado generado por la implementación del sistema.

5.6 Cierre del capítulo

El desarrollo de los materiales y métodos descritos en este capítulo permitió establecer una base metodológica sólida para el cumplimiento de los objetivos de la investigación. La integración de recursos tecnológicos, procedimientos

estructurados y principios normativos aseguró que la solución propuesta no solo fuera técnicamente viable, sino también coherente con los lineamientos de la norma ISO 9001:2015 y las necesidades reales de la PyME.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se analizan de manera detallada y crítica los resultados obtenidos a partir de la implementación y operación del sistema desarrollado para la gestión de la calidad del servicio en la PyME del sector comercial ubicada en Guasave, Sinaloa. El análisis se enfoca en el comportamiento del sistema en funcionamiento real, considerando la interacción de los usuarios y administradores con la aplicación, así como los beneficios observados en la gestión de los procesos del sistema de gestión de la calidad.

El análisis se realiza en correspondencia con los objetivos planteados en la investigación y se relaciona directamente con la fundamentación teórica presentada previamente, particularmente con los principios establecidos en la norma ISO 9001:2015 y con los enfoques de digitalización y automatización propios de la Industria 4.0. De esta manera, los resultados obtenidos se contextualizan dentro de un marco teórico y normativo que permite evaluar su pertinencia y validez.

Los resultados se presentan de manera estructurada, apoyándose en capturas de pantalla, indicadores y diagramas que permiten visualizar el funcionamiento del sistema y facilitan la interpretación de la información generada durante su uso.

6.1 Resultados del diagnóstico inicial del sistema de gestión de calidad

Como parte del desarrollo de la investigación, se realizó un diagnóstico inicial del sistema de gestión de calidad de la empresa, utilizando un instrumento alineado a los requisitos de la norma ISO 9001:2015. Este diagnóstico tuvo como finalidad evaluar el nivel de cumplimiento de los procesos existentes y establecer una línea base que permitiera comparar la situación previa y posterior a la implementación del sistema.

Los resultados evidenciaron que una parte significativa de los requisitos de la norma no contaba con evidencias claramente identificables o se encontraba documentada de manera dispersa. La información se gestionaba principalmente en formatos físicos y archivos digitales aislados, sin una estructura uniforme ni un repositorio centralizado.

Esta situación generaba dificultades para el seguimiento de las actividades, limitaba la disponibilidad de información actualizada y aumentaba el riesgo de pérdida de

documentos, además de complicar la preparación para auditorías internas o externas. El diagnóstico inicial permitió identificar áreas de oportunidad relacionadas con la documentación de procesos, la trazabilidad de las actividades y el control de evidencias, justificando la necesidad de una solución tecnológica que integrara el sistema de gestión de calidad.

6.2 Resultados de la implementación del sistema desde la perspectiva del usuario

La implementación del sistema permitió a los usuarios interactuar con una plataforma digital diseñada para facilitar la gestión de actividades, el control de evidencias y el seguimiento de los procesos relacionados con el sistema de gestión de la calidad. Desde la perspectiva del usuario final, el sistema ofreció una interfaz clara y funcional que permitió realizar las tareas asignadas de manera estructurada y documentada.

6.2.1 Acceso al sistema y autenticación de usuarios

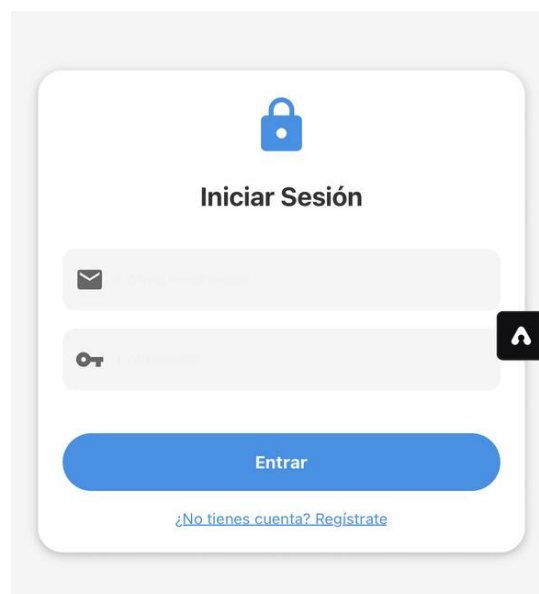


Figura 18. Interfaz de inicio de sesión del sistema de gestión de calidad. **Fuente:** Elaboración propia.

La figura muestra la pantalla de inicio de sesión del sistema, la cual constituye el punto de acceso para los usuarios. Mediante el uso de credenciales únicas, el

sistema identifica de forma segura a cada usuario y asigna permisos de acceso de acuerdo con su rol. Este mecanismo garantiza el control de accesos y la correcta identificación de los usuarios que interactúan con el sistema.

6.2.2 Pantalla principal del usuario y seguimiento de actividades

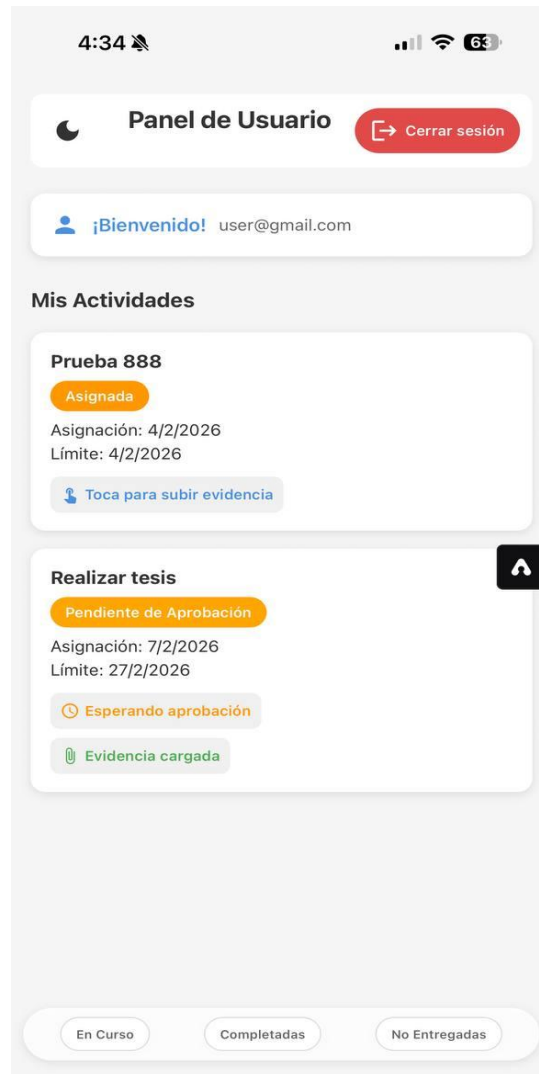


Figura 19. Pantalla principal del usuario y actividades asignadas. **Fuente:** Elaboración propia.

La figura presenta la pantalla principal del usuario, donde se visualizan las actividades asignadas, su estado de cumplimiento, las fechas de ejecución y los indicadores visuales correspondientes. Esta interfaz permitió a los usuarios dar

seguimiento puntual a sus responsabilidades, contribuyendo a una mejor organización del trabajo y al cumplimiento oportuno de las actividades.

6.2.3 Gestión de evidencias documentales



Figura 20. Pantalla de carga y visualización de evidencias documentales. **Fuente:** Elaboración propia.

La figura muestra la interfaz destinada a la carga y consulta de evidencias documentales asociadas a cada actividad. A través de esta funcionalidad, los usuarios pueden adjuntar archivos que respaldan la ejecución de las tareas asignadas, fortaleciendo la trazabilidad de las actividades y el control documental conforme a la norma ISO 9001:2015.

6.3 Resultados de la implementación del sistema desde la perspectiva del administrador

El sistema incorporó funcionalidades específicas para el rol administrativo, orientadas al control, supervisión y evaluación del sistema de gestión de calidad. Estas herramientas permitieron a la dirección contar con información confiable y actualizada para la toma de decisiones.

6.3.1 Panel de administración y control general

The screenshot shows a mobile application interface for editing an activity. At the top, the status bar shows the time 4:35 and battery level 63%. The title bar reads 'Editar Actividad'. The form contains the following sections:

- Descripción:** A text input field containing 'Prueba 888'.
- Fecha de Asignación (Fecha y Hora):** A date and time picker showing '04/02/2026 23:04'.
- Fecha Límite (Fecha y Hora):** A date and time picker showing '04/02/2026 23:23'.
- Evidencia:** A section with a 'Seleccionar archivo' button.
- Asignar a Usuarios:** A section titled 'Selecciona los usuarios para asignar esta actividad:' containing a list of users with checkboxes. Three users are selected: 'user2@gmail.com', 'user1@gmail.com', and 'user@gmail.com'. A fourth user is unselected. A summary bar at the bottom indicates '3 de 4 usuarios seleccionados'.

Figura 21. Panel de administración del sistema. **Fuente:** Elaboración propia.

La figura 21 muestra el panel de administración, desde el cual es posible visualizar el estado general del sistema, revisar actividades, validar evidencias y monitorear el avance de los procesos, proporcionando una visión integral del desempeño del sistema de gestión de calidad.

6.3.2 Creación y asignación de actividades

The screenshot shows a mobile application interface for creating an activity. At the top, the status bar displays the time 4:35, signal strength, Wi-Fi, and battery level at 63%. The app header is titled 'Crear Actividad' with a back arrow on the left. The form consists of several sections: 1. 'Descripción' with a text input field containing the placeholder 'Descripción de la actividad'. 2. 'Fecha de Asignación (Fecha y Hora)' with a date and time picker set to '07/02/2026 16:35'. 3. 'Fecha Límite (Fecha y Hora)' with a date and time picker also set to '07/02/2026 16:35'. 4. 'Evidencia (Selecciona un archivo: .png, .jpg o .pdf)' with a button labeled 'Seleccionar Archivo'. 5. 'Asignar a Usuarios' with the instruction 'Selecciona los usuarios para asignar esta actividad:' and a list of four users: 'user2@gmail.com', 'user1@gmail.com', 'user@gmail.com', and 'Usuario', each with an unchecked checkbox. At the bottom of this section, it says '0 de 4 usuarios seleccionados'.

Figura 22. Formulario de creación y asignación de actividades. **Fuente:** Elaboración propia.

La Figura 22 permitió al administrador crear nuevas actividades, asignar responsables y establecer fechas de ejecución. Este proceso contribuyó a la planeación, organización y control de las actividades operativas dentro del sistema.

6.3.3 Módulo de auditoría ISO 9001:2015

The screenshot displays a mobile application interface for an ISO 9001:2015 audit module. At the top, there is a navigation bar with tabs labeled 'Cap 4', 'Cap 5', 'Cap 6', 'Cap 7', and 'Cap 8'. The 'Cap 4' tab is selected and highlighted in blue. Below the navigation bar, the interface shows four audit questions, each with a rating scale and an evidence upload button.

Question 1: 4.1 - ¿Tiene claro el alcance de su Sistema de Gestión de Calidad en términos del producto o servicio que se ofrece?
Puntaje: 0% NA, 10% NO, 25% IDEA, 50% DOC, 75% IMP, 100% REG. Button: Cargar Evidencia PDF.

Question 2: 4.1 - ¿Se han determinado los procesos necesarios para el SGC?
Puntaje: 0% NA, 10% NO, 25% IDEA, 50% DOC, 75% IMP, 100% REG. Button: Cargar Evidencia PDF.

Question 3: 4.1 - ¿Se ha determinado la secuencia e interacción de estos procesos?
Puntaje: 0% NA, 10% NO, 25% IDEA, 50% DOC, 75% IMP, 100% REG. Button: Cargar Evidencia PDF.

Question 4: 4.1 - ¿Se han determinado los métodos para asegurar la eficacia de la operación y control de estos procesos?
Puntaje: 0% NA, 10% NO, 25% IDEA, 50% DOC, 75% IMP, 100% REG. Button: Cargar Evidencia PDF.

Figura 23. Módulo de auditoría ISO 9001:2015. **Fuente:** Elaboración propia.

El módulo de auditoría permitió registrar los resultados de las evaluaciones internas del sistema, identificar no conformidades y generar acciones correctivas, apoyando el enfoque de mejora continua promovido por la norma ISO 9001:2015.

6.3.4 Seguimiento de acciones correctivas

Cap 4 4:36 Cap 5 Cap 6 Cap 7 65% 8

4.1 - ¿Tiene claro el alcance de su Sistema de Gestión de Calidad en términos del producto o servicio que se ofrece?

Puntaje:

0% NA 10% NO 25% IDEA 50% DOC 75% IMP 100% REG

Asignar Corrección

Selecciona los usuarios responsables:

user@gmail.com

user1@gmail.com

user2@gmail.com

Comentarios u Observaciones (Opcional):

Escribe aquí cualquier comentario o instrucción para los usuarios asignados...

Cancelar Guardar y Notificar

Cargar Evidencia PDF

4.1 - ¿Se han determinado los métodos para asegurar la eficacia de la operación y control de estos procesos?

Puntaje:

0% NA 10% NO 25% IDEA 50% DOC 75% IMP 100%

Figura 24. Seguimiento de correcciones ISO. **Fuente:** Elaboración propia.

La figura muestra la interfaz destinada al seguimiento de las acciones correctivas asignadas, permitiendo verificar su cumplimiento mediante evidencias documentales y asegurar el cierre adecuado de las no conformidades.

6.3.5 Reportes e indicadores del sistema de gestión de calidad



Figura 25. Reporte de resultados del sistema de gestión de calidad. **Fuente:** Elaboración propia.

El sistema generó reportes que muestran el nivel de cumplimiento general y por capítulo de la norma ISO 9001:2015, facilitando la interpretación de los resultados y apoyando la toma de decisiones estratégicas.

6.3.6 Diagnóstico inicial digital del sistema de gestión de calidad



Figura 26. Módulo de diagnóstico inicial del sistema. **Fuente:** Elaboración propia.

Este módulo permitió realizar una evaluación preliminar del estado del sistema antes de la auditoría formal, sirviendo como referencia para la identificación de áreas críticas y la definición de prioridades de mejora.

6.3.7 Flujos operativos del sistema

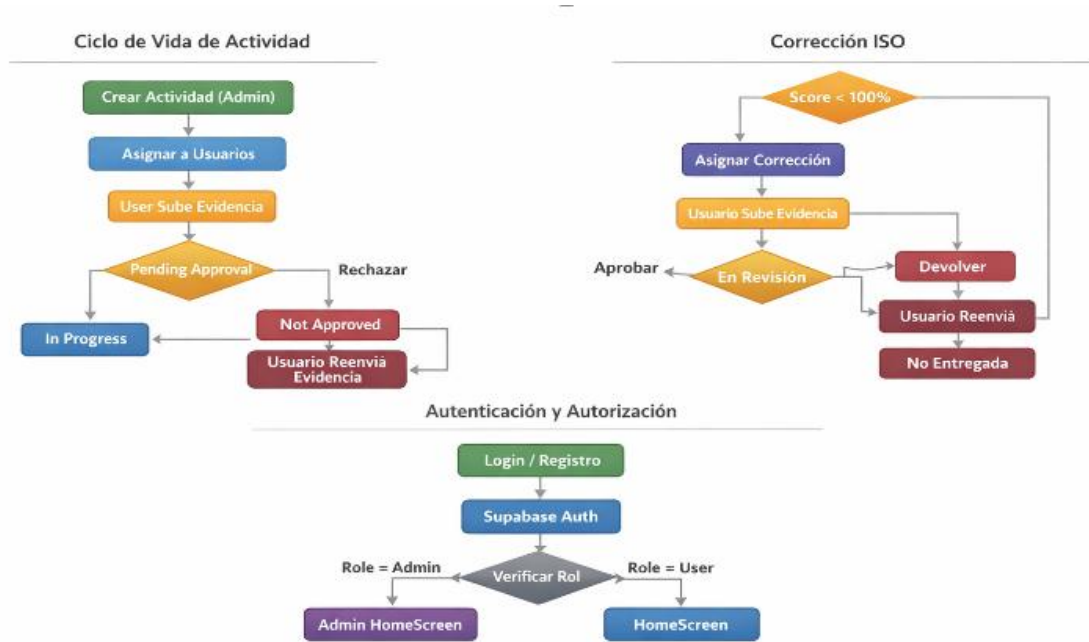


Figura 27. Diagramas de flujo de los procesos operativos del sistema. **Fuente:** Elaboración propia.

La figura presenta los flujos operativos principales del sistema, incluyendo el ciclo de vida de las actividades, el proceso de correcciones ISO y la autenticación de usuarios. Estos diagramas permiten comprender la secuencia de operaciones y la interacción entre los distintos módulos durante el uso real del sistema.

6.4 Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación del sistema contribuyó de manera significativa a la mejora de la gestión del sistema de calidad. La digitalización de procesos fortaleció la trazabilidad, el control documental y la toma de decisiones basada en información confiable, en concordancia con los principios de la norma ISO 9001:2015 y con los enfoques de la Industria 4.0.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar una solución tecnológica basada en principios de la Industria 4.0 e integrada con un sistema de gestión de calidad conforme a la norma ISO 9001:2015, con la finalidad de mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad de los procesos y la calidad del servicio en una pequeña y mediana empresa del sector comercial ubicada en Guasave, Sinaloa. A partir del desarrollo del estudio y del análisis de los resultados obtenidos, se concluye que dicho objetivo fue alcanzado de manera satisfactoria.

El diagnóstico inicial permitió identificar deficiencias en la gestión del sistema de calidad, principalmente relacionadas con el uso de registros manuales, la dispersión de la información y la falta de indicadores claros para el seguimiento del cumplimiento de los requisitos normativos. Estas condiciones limitaban la trazabilidad de los procesos y dificultaban la toma de decisiones basada en evidencia, tal como lo establece la norma ISO 9001:2015. La identificación de estas problemáticas justificó la necesidad de desarrollar una solución tecnológica orientada a la digitalización y centralización de la información.

La implementación del prototipo funcional demostró que la integración de tecnologías digitales contribuye de manera significativa a la mejora de la gestión del sistema de calidad. La centralización de actividades, evidencias y reportes permitió fortalecer la trazabilidad de los procesos y facilitar el control del cumplimiento de los requisitos, lo cual se reflejó en una mayor organización de la información y en la disponibilidad oportuna de datos para su análisis. Estos resultados confirman que la adopción de principios de la Industria 4.0 es una alternativa viable para modernizar la gestión de la calidad en PyMEs.

Asimismo, la visualización de indicadores de cumplimiento permitió a la dirección de la empresa contar con información clara y estructurada sobre el estado del sistema de gestión de calidad. Esta funcionalidad favoreció la identificación de brechas y áreas de mejora, apoyando la toma de decisiones basada en datos y promoviendo la mejora continua. Lo anterior se encuentra alineado con los

principios fundamentales de la norma ISO 9001:2015 y con lo expuesto en el marco teórico de la investigación.

En relación con las hipótesis planteadas, los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis general, ya que la implementación de la solución tecnológica mejoró la eficiencia operativa, la trazabilidad de los procesos y la gestión de la calidad del servicio en la PyME objeto de estudio. De igual forma, las hipótesis específicas fueron respaldadas, al evidenciarse mejoras en la gestión de evidencias, en la generación de indicadores y en el seguimiento de acciones correctivas.

Finalmente, se concluye que el desarrollo de soluciones tecnológicas orientadas a la gestión de la calidad no solo es factible en organizaciones de tamaño pequeño y mediano, sino que representa una estrategia efectiva para fortalecer su competitividad, optimizar sus procesos y asegurar el cumplimiento de estándares de calidad reconocidos internacionalmente.

Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos y en las conclusiones derivadas de la presente investigación, se proponen las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión de la calidad del servicio, consolidar el uso de la solución tecnológica implementada y fomentar la mejora continua dentro de la organización. Se recomienda a la empresa continuar utilizando, consolidando y fortaleciendo la solución tecnológica implementada, promoviendo su adopción integral por parte de todo el personal involucrado en el sistema de gestión de calidad. Para ello, resulta fundamental que la dirección mantenga su compromiso con el uso de la plataforma como herramienta oficial para el registro, seguimiento y evaluación de los procesos, evitando el retorno a prácticas manuales o paralelas que puedan afectar la integridad de la información.

Asimismo, se recomienda establecer programas de capacitación continua y periódica, dirigidos tanto al personal operativo como al administrativo y directivo, con el propósito de garantizar el uso adecuado y consistente de la plataforma. La capacitación no solo debe enfocarse en el uso técnico del sistema, sino también en la comprensión de la importancia de la trazabilidad, el control documental y la generación de evidencias como elementos clave del sistema de gestión de calidad.

conforme a la norma ISO 9001:2015. De esta manera, se maximizarán los beneficios de la solución tecnológica y se fortalecerá la cultura de calidad dentro de la organización.

Es conveniente ampliar gradualmente las funcionalidades del sistema, incorporando nuevos módulos que permitan gestionar otros procesos organizacionales relacionados con la calidad y la operación general de la empresa. Entre estos módulos se pueden considerar la gestión de auditorías internas, la evaluación y seguimiento de proveedores, la administración de riesgos y oportunidades, así como el monitoreo de indicadores de desempeño a mediano y largo plazo. Esta ampliación permitiría evolucionar la solución de un prototipo funcional a un sistema integral de apoyo a la gestión organizacional.

De igual forma, se recomienda que cualquier ampliación funcional del sistema se realice de manera planificada y alineada con las necesidades reales de la empresa, evitando la incorporación de funcionalidades innecesarias que puedan complejizar su uso. La escalabilidad del sistema debe mantenerse como un principio rector, asegurando que la solución continúe siendo flexible, accesible y acorde con las capacidades tecnológicas y económicas de la PyME.

Se sugiere realizar evaluaciones periódicas del sistema de gestión de calidad, utilizando los indicadores generados automáticamente por la plataforma, con el fin de identificar de manera oportuna desviaciones, incumplimientos y áreas de mejora. Estas evaluaciones deben integrarse como parte de las revisiones por la dirección y servir como base para la toma de decisiones estratégicas, fortaleciendo así el enfoque de mejora continua establecido por la norma ISO 9001:2015.

Además, se recomienda documentar los resultados de dichas evaluaciones y las acciones correctivas derivadas, utilizando la misma plataforma tecnológica, con el propósito de mantener la trazabilidad de las decisiones y facilitar el seguimiento de su efectividad. Este enfoque permitirá consolidar un ciclo de mejora continua basado en datos reales y verificables.

Para futuras investigaciones, se recomienda replicar el estudio en otras PyMEs del sector comercial o en empresas pertenecientes a distintos sectores productivos, con el propósito de evaluar la adaptabilidad, escalabilidad e impacto de soluciones tecnológicas similares en diversos contextos organizacionales. La comparación de

resultados entre diferentes sectores permitiría identificar patrones comunes, beneficios recurrentes y posibles ajustes necesarios para cada tipo de organización.

Asimismo, se sugiere profundizar en el análisis del impacto económico de la implementación de este tipo de soluciones tecnológicas, considerando variables como la reducción de costos operativos, el ahorro de tiempo en actividades administrativas, la disminución de errores en el registro de información y la mejora en la satisfacción del cliente. Este análisis permitiría cuantificar de manera más precisa los beneficios económicos asociados a la digitalización de los sistemas de gestión de calidad, aportando evidencia adicional para la toma de decisiones empresariales.

Finalmente, se recomienda que la empresa considere la solución tecnológica como un elemento estratégico y no únicamente operativo, integrándola dentro de su planeación organizacional a largo plazo y utilizándola como una herramienta de apoyo para la competitividad y sostenibilidad de la organización.

Experiencia profesional adquirida

El desarrollo de la presente investigación permitió fortalecer de manera significativa diversas competencias profesionales propias de la Ingeniería en Sistemas Computacionales, particularmente aquellas relacionadas con el análisis de procesos organizacionales, el diseño y la implementación de sistemas de información, y la integración de tecnologías digitales orientadas a la mejora de la calidad.

Durante el desarrollo del proyecto, se adquirió experiencia práctica en la aplicación de metodologías de análisis y diagnóstico organizacional, lo que permitió comprender de manera integral el funcionamiento de una PyME y los desafíos reales que enfrenta en la gestión de su sistema de calidad. Esta experiencia facilitó la traducción de necesidades operativas y normativas en soluciones tecnológicas concretas y funcionales.

Asimismo, la investigación permitió aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos sobre normas de calidad, particularmente la ISO 9001:2015, en un contexto empresarial real. La alineación de los requisitos normativos con el diseño

del sistema tecnológico fortaleció la comprensión del enfoque basado en procesos, la gestión de evidencias y la mejora continua, elementos fundamentales en la formación profesional del ingeniero.

La participación activa en las etapas de diagnóstico, diseño, desarrollo e implementación del prototipo funcional contribuyó al desarrollo de habilidades relacionadas con la gestión de proyectos tecnológicos, la planificación de actividades, la priorización de requerimientos y la evaluación de resultados. Asimismo, se fortalecieron competencias en la toma de decisiones basada en datos y en la resolución de problemas reales dentro de un entorno organizacional.

Adicionalmente, el proyecto permitió desarrollar habilidades de comunicación y trabajo colaborativo, al interactuar con personal de diferentes áreas de la empresa, comprender sus necesidades y adaptar la solución tecnológica a su contexto operativo. Esta experiencia resulta especialmente valiosa para el ejercicio profesional, ya que refuerza la importancia de vincular los conocimientos técnicos con las necesidades reales del entorno productivo.

En conjunto, la experiencia profesional adquirida a través de esta investigación representa un valor agregado significativo para la formación del egresado, al integrar conocimientos teóricos, habilidades técnicas y competencias prácticas.

8. REFERENCIAS

1. Antony, J., McDermott, O., & Sony, M. (2021). Quality 4.0 conceptualization and framework for digital transformation of quality management. *The TQM Journal*, 33(6), 1301–1317. <https://doi.org/10.1108/TQM-03-2021-0077>
2. Carvalho, A. V., Chaim, O. C., Cazarini, E. W., & Gerolamo, M. C. (2018). Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in sustainable manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 21, 671–678. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.170>
3. Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
4. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
5. International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements*. ISO.
6. International Organization for Standardization. (2018). *ISO 9000:2015 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*. ISO.
7. Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. Acatech – National Academy of Science and Engineering.
8. Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
9. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson.
10. Romero, D., Bernus, P., Noran, O., Stahre, J., & Fast-Berglund, Å. (2016). The Operator 4.0: Human cyber-physical systems & adaptive automation towards

11. Human-automation symbiosis. IFAC-PapersOnLine, 49(32), 677–686. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.12.188>

12. Sony, M., & Naik, S. (2019). Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: A literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 27(7), 2213–2232. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2018-0284>

13. Tarí, J. J., Molina-Azorín, J. F., & Heras, I. (2012). Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 standards: A literature review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 297–322. <https://doi.org/10.3926/jiem.488>

14. Zonnenshain, A., & Kenett, R. S. (2020). Quality 4.0—The emerging digital transformation of quality management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 37(7), 999–1020. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2019-0085>

9. ANEXOS

Actividad	Periodo	Responsable
Diagnóstico del sistema de calidad	Mes 1	Investigador
Diseño de la solución tecnológica	Mes 2	Investigador
Desarrollo del prototipo	Mes 3	Investigador
Implementación del prototipo	Mes 4	Investigador
Evaluación de resultados	Mes 5	Investigador
Elaboración del informe final	Mes 6	Investigador

Tabla 7. Cronograma de actividades del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Anexo A. Manual de usuario del sistema

Aplicación móvil

1.Introducción

El presente Manual de Usuario de la aplicación móvil ha sido elaborado como documento anexo de la tesis de grado, con la finalidad de describir de manera clara, ordenada y comprensible el funcionamiento general del sistema, así como las principales funcionalidades disponibles para los distintos tipos de usuarios.

Es una aplicación móvil orientada a la gestión de actividades, evidencias y auditorías internas bajo los lineamientos de la norma ISO 9001, permitiendo a las organizaciones planificar tareas, dar seguimiento al cumplimiento de procesos, gestionar evidencias documentales y evaluar el nivel de conformidad del sistema de gestión de calidad.

El presente manual está dirigido a usuarios sin conocimientos técnicos avanzados, incluyendo personal administrativo, operativo y directivo, así como a los responsables de la gestión del sistema de calidad dentro de la organización. Su propósito es facilitar la adopción del sistema, reducir la curva de aprendizaje y promover el uso adecuado de la plataforma como herramienta de apoyo a la mejora continua.

2. Descripción general de la aplicación

Es una aplicación móvil diseñada para apoyar la gestión del sistema de calidad mediante la digitalización de actividades y auditorías internas. La aplicación permite centralizar la información relacionada con los procesos operativos y administrativos, facilitando la trazabilidad y el control de evidencias conforme a los principios de la norma ISO 9001.

Entre las principales funciones de la aplicación se encuentran:

- Gestión y asignación de actividades a usuarios
- Registro de evidencias mediante imágenes y documentos en formato PDF
- Control del estado de las tareas asignadas
- Ejecución de auditorías internas basadas en la norma ISO 9001
- Generación de reportes de cumplimiento y desempeño del sistema de calidad

La aplicación contempla dos tipos de usuarios, definidos de acuerdo con su nivel de responsabilidad y acceso al sistema:

- Administrador: Usuario con control total sobre la configuración, gestión de actividades, auditorías y generación de reportes.
- Usuario regular: Usuario encargado de ejecutar las actividades asignadas y registrar evidencias dentro del sistema.

3. Requisitos del sistema

3.1 Requisitos de Hardware

Para el correcto funcionamiento de la aplicación, se requiere:

- Teléfono inteligente o tableta
- Cámara integrada (para la captura de evidencias fotográficas)
- Memoria disponible mínima de 800 MB

3.2 Requisitos de software

- Sistema operativo Android versión 8.0 o superior, o iOS versión 13 o superior

- Conexión a Internet mediante red Wi-Fi o datos móviles

3.3 Requisitos del usuario

- Contar con credenciales válidas (nombre de usuario y contraseña)
- Tener asignado un rol dentro del sistema por parte del administrador

4. Procedimiento de login

4.1 Acceso a la aplicación

Para iniciar sesión en la aplicación, el usuario deberá seguir los siguientes pasos:

1. Abrir la aplicación desde el dispositivo móvil.
2. En la pantalla de inicio, ingresar el nombre de usuario y la contraseña correspondientes.
3. Presionar el botón “Iniciar sesión” para acceder al sistema.

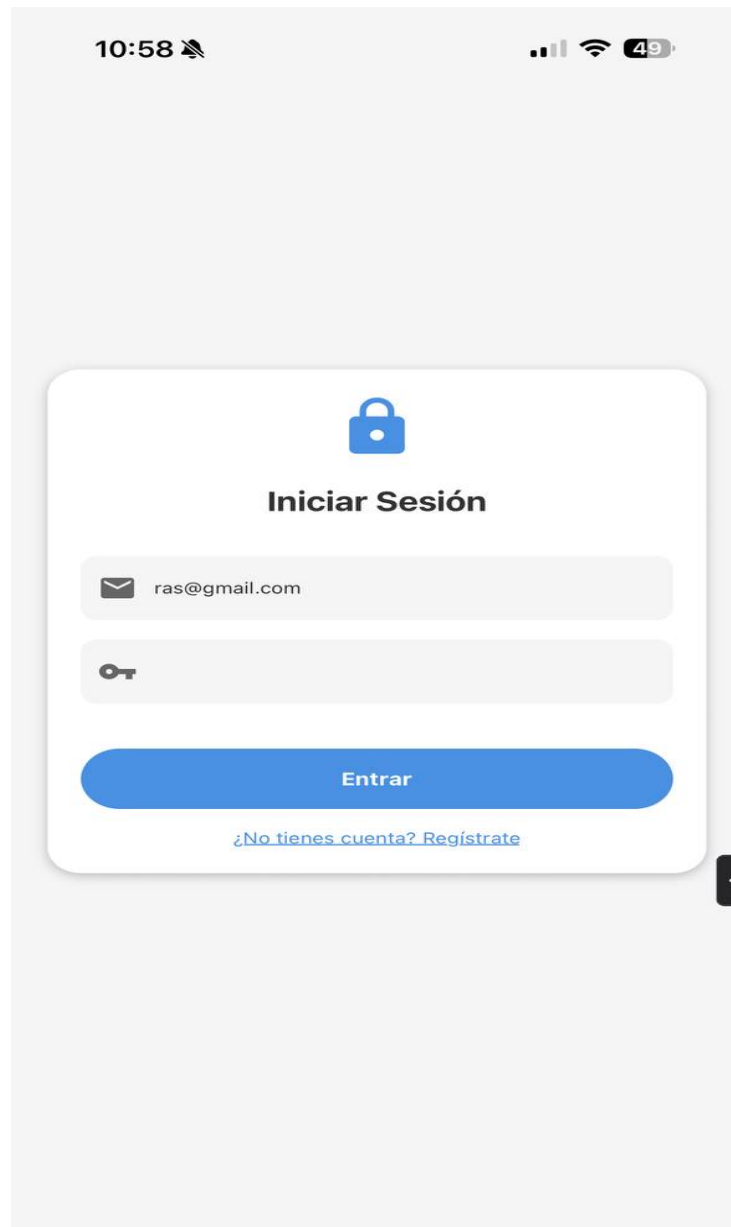


Figura 28. Pantalla de inicio de sesión. **Fuente:** Elaboración propia.

4.2 Identificación del rol

Una vez autenticado, el sistema identifica automáticamente el rol del usuario, habilitando las funciones correspondientes:

- Administrador: Acceso completo a todas las funcionalidades del sistema.
- Usuario regular: Acceso limitado a las actividades y funciones asignadas.

5. Funcionalidades del administrador

5.1 Creación de actividades

El administrador puede crear actividades relacionadas con los procesos del sistema de gestión de calidad siguiendo estos pasos:

1. Acceder al menú principal del sistema.
2. Seleccionar la opción “Crear actividad”.
3. Ingresar la información requerida:
 - Título de la actividad
 - Descripción detallada
 - Fecha de inicio y fecha límite
 - Usuario responsable
1. Guardar la actividad para su registro en el sistema.

10:58

Crear Actividad

Descripción de la actividad

Fecha de Asignación (Fecha y Hora)

04/02/2026 22:58

Fecha Límite (Fecha y Hora)

04/02/2026 22:58

Evidencia (Selecciona un archivo: .png, .jpg o .pdf)

Seleccionar Archivo

Asignar a Usuarios

Selecciona los usuarios para asignar esta actividad:

- ☐ user2@gmail.com
Usuario
- ☐ user1@gmail.com
Usuario
- ☐ user@gmail.com
Usuario
- ☐ Usuario

0 de 4 usuarios seleccionados

Crear Actividad

Figura 29. Formulario de creación de actividades. **Fuente:** Elaboración propia.

5.2 Edición de actividades

El administrador puede modificar actividades previamente registradas:

1. Seleccionar la actividad correspondiente.
2. Presionar el botón “Editar”.
3. Realizar los cambios necesarios.
4. Guardar la información actualizada.

5.3 Revisión de evidencias

El sistema permite al administrador revisar las evidencias cargadas por los usuarios:

1. Acceder a la actividad correspondiente.
2. Visualizar las evidencias registradas (imágenes o archivos PDF).
3. Verificar el cumplimiento de los criterios establecidos.



Figura 30. Visualización de evidencias. **Fuente:** Elaboración propia.

5.4 Aprobación o rechazo de actividades

Con base en la revisión de evidencias, el administrador puede:

- Aprobar la actividad, cambiando su estado a “Aprobada”.
- Rechazar la actividad, solicitando correcciones al usuario responsable.

5.5 Acceso al módulo de auditorías ISO 9001

El administrador puede iniciar y gestionar auditorías internas mediante el módulo ISO 9001, evaluando el nivel de conformidad del sistema de gestión de calidad.

6. Funcionalidades del usuario regular

6.1 Visualización de actividades asignadas

El usuario regular puede consultar sus actividades asignadas accediendo a la sección “Mis actividades”, donde se muestra un listado actualizado de las tareas pendientes.

6.2 Filtro de actividades por estado

El sistema permite filtrar las actividades de acuerdo con su estado:

- Asignadas
- En curso
- Completadas
- Aprobadas
- Rechazadas



Figura 31. Filtro de actividades. **Fuente:** Elaboración propia.

6.3 Carga de evidencias

Para registrar evidencias, el usuario debe:

1. Seleccionar la actividad correspondiente.
2. Presionar el botón “Cargar evidencia”.
3. Elegir entre capturar una fotografía o subir un archivo PDF.
4. Confirmar el envío de la evidencia.

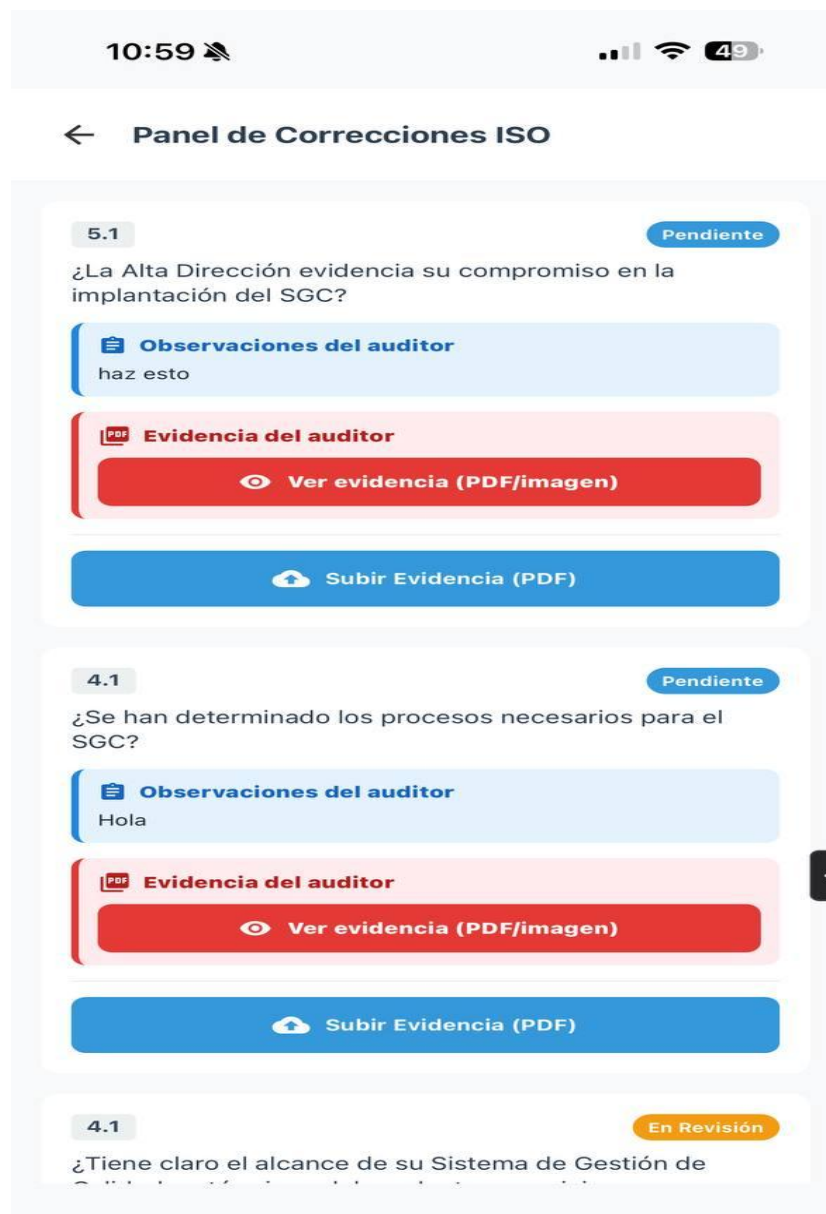


Figura 32. Carga de evidencia. **Fuente:** Elaboración propia.

6.4 Consulta de detalles de la actividad

Cada actividad muestra información detallada, incluyendo:

- Descripción
- Fecha límite
- Estado actual
- Observaciones del administrador

7. SISTEMA DE AUDITORÍA ISO 9001

7.1 Cuestionario de autoevaluación

El sistema presenta un cuestionario estructurado de acuerdo con los capítulos de la norma ISO 9001. Cada pregunta se evalúa mediante los siguientes porcentajes:

- 0 %
- 10 %
- 25 %
- 50 %
- 75 %
- 100%

Cap 4 11:07 Cap 5 Cap 6 Cap 7 Cap 8

4.1 - ¿Tiene claro el alcance de su Sistema de Gestión de Calidad en términos del producto o servicio que se ofrece?

Puntaje:

0% NA 10% NO 25% IDEA 50% DOC 75% IMP 100% REG

Cargar Evidencia PDF

4.1 - ¿Se han determinado los procesos necesarios para el SGC?

Puntaje:

0% NA 10% NO 25% IDEA 50% DOC 75% IMP 100% REG

Cargar Evidencia PDF

4.1 - ¿Se ha determinado la secuencia e interacción de estos procesos?

Puntaje:

0% NA 10% NO 25% IDEA 50% DOC 75% IMP 100% REG

Cargar Evidencia PDF

4.1 - ¿Se han determinado los métodos para asegurar la eficacia de la operación y control de estos procesos?

Puntaje:

0% NA 10% NO 25% IDEA 50% DOC 75% IMP 100% REG

Cargar Evidencia PDF

Figura 33. Cuestionario ISO 9001. **Fuente:** Elaboración propia.

7.2 Registro de correcciones y mejoras

El sistema permite registrar observaciones y proponer acciones de mejora para aquellos ítems que no cumplen con los requisitos establecidos.

7.3 Cálculo del nivel de calidad

El sistema calcula automáticamente:

- Promedio de cumplimiento por capítulo
- Promedio general del sistema de gestión de calidad

8. GENERACIÓN DE REPORTES

8.1 Reportes de cumplimiento de actividades

El administrador puede generar reportes que incluyen:

- Actividades completadas
- Actividades pendientes
- Actividades rechazadas

8.2 Reportes de auditoría ISO 9001

Los reportes de auditoría incluyen:

- Nivel de conformidad por capítulo
- Resultados globales del sistema
- Representaciones gráficas del desempeño

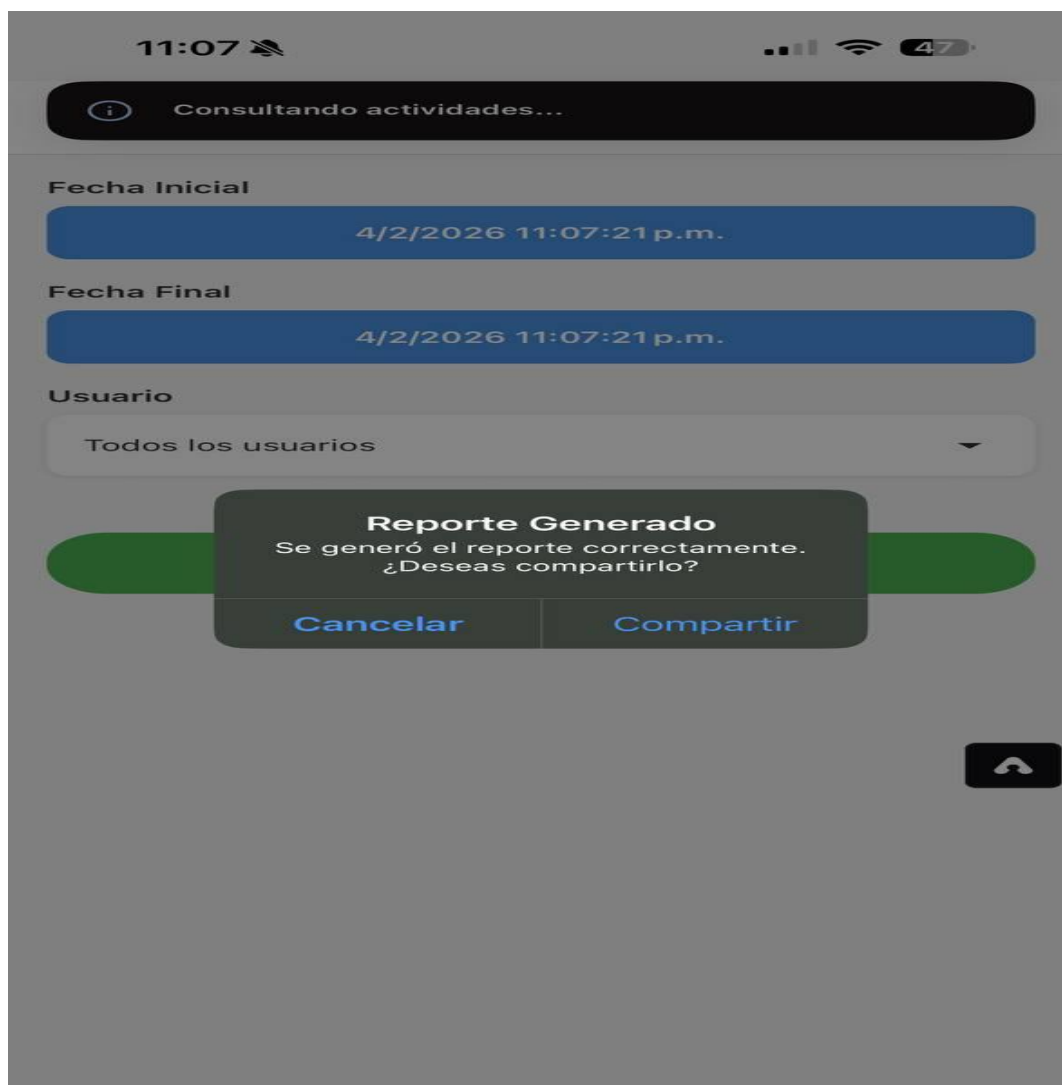


Figura 34. Reporte de auditoría. **Fuente:** Elaboración propia.

Los reportes pueden ser exportados en formato PDF para su análisis y resguardo.

9. Solución de problemas comunes

9.1 Problemas de inicio de sesión

- Verificar que el usuario y la contraseña sean correctos.
- Confirmar la conexión a Internet.

9.2 Error al cargar evidencias

- Verificar el formato del archivo.
- Revisar el tamaño del archivo.

9.3 Actividades no visibles

- Confirmar que la actividad haya sido asignada.
- Actualizar la aplicación si es necesario.

10. Consideraciones finales

Es una herramienta diseñada para apoyar la gestión de actividades y auditorías internas bajo la norma ISO 9001, promoviendo el control de procesos, la trazabilidad de la información y la mejora continua dentro de las organizaciones.

El uso adecuado de la aplicación contribuye de manera significativa al fortalecimiento del sistema de gestión de calidad y a la eficiencia operativa de la empresa.