



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO  
COMPUTARIZADO (CMMS) CON AUTOMATIZACIÓN DE NOTIFICACIONES  
PARA LA EMPRESA WORSEG EN LA CIUDAD DE LATACUNGA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN.

**AUTOR:**

Gendres Josue Santana Molina

**TUTOR:**

Ing. Karla Susana Cantuña Flores, Mtr.

**LATACUNGA, MARZO, 2026**

Latacunga, marzo 2026

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Gendres Josue Santana Molina con C.I.:0503093932, declaro ser los autore del presente proyecto de Investigación: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO (CMMS) CON AUTOMATIZACIÓN DE NOTIFICACIONES PARA LA EMPRESA WORSEGEN LA CIUDAD DE LATACUNGA”, siendo el Mgs. Karla Susana Cantuña Flores, tutor del presente trabajo de titulación; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de titulación, son de mi exclusiva responsabilidad.

Atentamente,



.....  
Gendres Josue Santana Molina

CI: 0503093932

Latacunga, Marzo 2026

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO (CMMS) CON AUTOMATIZACIÓN DE NOTIFICACIONES PARA LA EMPRESA WORSEG EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”, propuesto por el estudiante: Gendres Josue Santana Molina de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, considero que dicho Trabajo de titulación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos al tribunal de lectores.



.....  
Ing. Karla Susana Cantuña Flores, Mtr.  
CC.: 0502305113

TUTOR

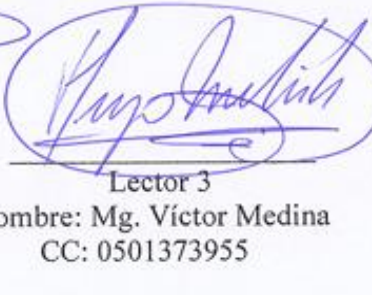
Latacunga, 12 de Marzo del 2026

### AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Investigación con el Título “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO (CMMS) CON AUTOMATIZACIÓN DE NOTIFICACIONES PARA LA EMPRESA WORSEG EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”, propuesto por el estudiante Santana Molina Gendres Josue de la Carrera de Sistemas de Información, me permito indicar que el estudiante ha concluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, además de validar el funcionamiento de la propuesta (aplica para propuesta tecnológica), por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad Propuesta Tecnológica en virtud de lo cual el o la postulante puede presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,

		
Lector 1 (Presidente)	Lector 2	Lector 3
Nombre: Mg. Manuel Villa CC: 1803386950	Nombre: Mg. Diego Reinoso CC: 0503024051	Nombre: Mg. Víctor Medina CC: 0501373955

MATERIAL INDUSTRIAL Y EQUIPOS CONTRA INCENDIOS,  
VENTA Y RECARGA DE EXTINTORES Y SEÑALÉTICA, CONFECCIÓN DE UNIFORMES Y ROPA DE TRABAJO

**RUC: 0502635394001**

0984296463 – 0987574024  
worktexecuador@hotmail.com

## **AVAL DE IMPLEMENTACIÓN**

Mediante la presente pongo a consideración que el señor estudiante **Gendres Josue Santana** Molina con CI: 05030993932, realizo su tesis a beneficio de la empresa WORSEG con el tema: "**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO (CMMS) CON AUTOMATIZACIÓN DE NOTIFICACIONES PARA LA EMPRESA WORSEG EN LA CIUDAD DE LATACUNGA**", trabajo que fue presentado, probado e implementado de manera satisfiecha.

Latacunga a, 11 de marzo del 2026



Verónica Pasquel M.Sc.  
VERÓNICA FERNANDA  
PASQUEL SALAZAR

Verónica Pasquel M.Sc.

**GERENTE WORSEG**

CI: 0502635394

## **AGRADECIMIENTO**

*Yo Gendres Santana en esta tesis agradezco a Dios por ser mi pilar fundamental para siempre despertarme cada día, mis padres, mis abuelitos, mis hermanos y a mi familia en general por ser un apoyo incondicional en estos momentos de sacrificio para el desarrollo de este proyecto tan grande que es la titulación, por ende, al jurado calificador que aun puedo mejorar con esfuerzo y disciplina para lograr salir adelante en mi vida, un agradecimiento especial a mi madre Mery Molina por comprender y entender esta etapa de mi vida, a mi padre Gendres Santana por brindarme esa fuerza necesaria ante este periodo de tiempo y dedicación.*

*Agradezco a personas que me acogieron como familia sin serlo que me guiaron en el punto final de este camino, agradezco a personas que nunca me juzgaron y se quedaron a mi lado sin más, agradezco a mi tutora Mgs. Karla Cantuña y a la gloriosa Universidad Técnica de Cotopaxi.*

*Gendres Josue Santana Molina*

## **DEDICATORIA**

*A Dios, fuente de fortaleza y sabiduría, por iluminar cada paso de este proceso y sostenerme cuando las fuerzas flaqueaban. A mis amados padres, Gendres Santana y Mery Molina, por su amor incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y el sacrificio, y por creer siempre en mis sueños cuando yo mismo dudaba. Sin sus desvelos, su paciencia y sus consejos, este logro no habría sido posible. A mi familia extendida, mi hermana Yaritza Santana que fue mi mejor amiga y consejera dándome su ánimo siempre, abuelos, tíos y primos por el respaldo constante, por cada palabra de aliento y por compartir conmigo la alegría de este momento. A mi Tutor de tesis, la Mtr. Karla Cantuña, por su guía experta, su disposición para orientar mis ideas y por desafiarme a pensar con rigor. Su dedicación y exigencia académica elevaron la calidad de este trabajo. A amistades y personas especiales para mí, Karla Pilco y Karla Chiluisa que nunca me dejaron solo en esta etapa de tropiezos y bendiciones. A mis compañeros de curso, que con sus aportes y camaradería contribuyeron a un ambiente de trabajo colaborativo y motivador.*

*Finalmente, dedico este logro a todas las personas que, de un modo u otro, pusieron su granito de arena en mi formación: a los profesores, y a cada mentor que me brindó una palabra de aliento cuando más lo necesitaba. Esta tesis es el reflejo de tantas manos unidas.*

*Gendres Josue Santana Molina*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO (CMMS) CON AUTOMATIZACIÓN DE NOTIFICACIONES PARA LA EMPRESA WORSEG EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”

**Autor:** Gendres Josue Santana Molina

### Resumen

El objetivo fue implementar un sistema computarizado de gestión de mantenimiento (CMMS) en la empresa WORSEG de la ciudad de Latacunga, a través del desarrollo de una plataforma digital que permita el registro, planificación y notificación en tiempo real de las actividades de mantenimiento, con el fin de optimizar el acceso a la información técnica y operativa mediante notificaciones automatizadas. La investigación se fundamentó en un enfoque cuantitativo, con una metodología aplicada, descriptiva, no experimental y proyectiva. Se realizó un levantamiento de información técnica y operativa dentro de la empresa, a través de entrevistas, análisis documental, observación directa y revisión de registros históricos. Resultó que el diseño y desarrollo del sistema CMMS permitió una centralización efectiva de la información operativa de WORSEG, reemplazando los registros manuales dispersos por una plataforma digital unificada. A la vez, que la estructuración del sistema en módulos específicos (clientes, productos, servicios, extintores, ventas, recargas, notificaciones) facilitó la automatización de tareas repetitivas y la gestión integral del mantenimiento. En conclusión, la identificación de parámetros claves como roles, módulos funcionales, flujos de trabajo y niveles de acceso permitió diseñar un sistema robusto, útil y amigable para los usuarios, logrando cubrir las necesidades operativas sin generar sobrecarga en los procesos.

**Palabras clave:** CMMS, digital, gestión, mantenimiento, plataforma.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**TITLE: “DEVELOPMENT OF A COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM (CMMS) WITH NOTIFICATION AUTOMATION FOR THE COMPANY WORSEG IN THE CITY OF LATACUNGA”.**

**Author:** Gendres Josue Santana Molina

**Abstract**

The objective was to implement a computerized maintenance management system (CMMS) at the WORSEG company in the city of Latacunga, through the development of a digital platform that allows for the recording, planning and real-time notification of maintenance activities, in order to optimize access to technical and operational information through automated notifications. The research was based on a quantitative approach, with an applied, descriptive, non-experimental and projective methodology. Technical and operational information was collected within the company through interviews, document analysis, direct observation and review of historical records. The design and development of the CMMS system enabled the effective centralization of WORSEG's operational information, replacing scattered manual records with a unified digital platform. At the same time, structuring the system into specific modules (customers, products, services, fire extinguishers, sales, refills, notifications) facilitated the automation of repetitive tasks and comprehensive maintenance management. In conclusion, the identification of key parameters such as roles, functional modules, workflows, and access levels made it possible to design a robust, useful, and user-friendly system, meeting operational needs without overloading processes.

**Keywords:** CMMS, digital, management, maintenance, platform.

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés de la Propuesta Tecnológica cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO (CMMS) CON AUTOMATIZACIÓN DE NOTIFICACIONES PARA LA EMPRESA WORSEG EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, presentado por el estudiante: **Santana Molina Gendres Josue** egresado de la carrera de **Sistemas de Información**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad por lo que autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, marzo del 2026

Atentamente,



Mg. Bolívar Cevallos Galarza.  
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS - UTC  
CI: 0910821669

## ÍNDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
2.1.Situación problemática.....	4
2.2.Formulación del problema .....	5
2.3.Objetivo y campo de acción.....	5
2.3.2.Campo de acción.....	5
2.4. Beneficiarios.....	5
2.4.1.Beneficiarios directos.....	5
2.4.2.Beneficiarios indirectos .....	5
2.5. Justificación.....	5
2.6. Objetivos.....	6
2.6. Objetivo general.....	6
2.6.2.Objetivos específicos.....	6
2.7. Sistema de tareas.....	6
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
3.1. Antecedentes.....	8
3.2. Sistemas de gestión .....	10
3.2.1. Tipos de sistema de gestión.....	10
3.2.2. CMMS .....	12
3.2.2.1. Componentes de un CMMS.....	12
3.2.2.2. Elementos de un CMMS .....	13
3.2.2.3. Necesidades del Sistema CMSS .....	15
3.2.2.4. Etapas necesarias para la implementación del CMSS.....	15
3.2.2.5 Ventajas de la implementación de un CMMS .....	18
3.2.2.6. Ciclo de vida de un activo .....	19
3.2.2.7. Automatización de notificaciones por medio del CMMS.....	21
3.3.Desarrollo de software.....	22
3.3.1 Metodologías ágiles.....	24
3.3.1.1. Extreme Programming (XP).....	24
3.3.1.1.1. Fases de la Metodología Extreme Programming.....	24
3.3.2. Desarrollo en entorno Django.....	25
3.3.2.1.Pruebas de funcionamiento.....	26
3.3.2.2.Despliegue operativo .....	26
3.4. Norma ISO 14224.....	27
3.4.1.Objetivo y Alcance de la ISO 14224.....	27
3.4.2.Datos de Confiabilidad y Mantenimiento según la ISO 14224.....	28
3.4.3.Clasificación de Fallas y Eventos de Mantenimiento.....	28

3.4.4.Cumplimiento de la ISO 14224 en el CMMS.....	28
3.5. Gestión y mantenimiento industrial.....	29
3.5.1.Mantenimiento de Sistemas Contra Incendios .....	29
3.5.2.Normativa Aplicable al Mantenimiento de Extintores.....	29
3.5.3.Tipos de Mantenimiento de Extintores.....	30
3.6. Empresa Worsseg.....	32
4. METODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	32
4.1.Enfoque de investigación .....	33
4.2.Tipo de investigación Investigación bibliográfica.....	34
4.3.Método de investigación.....	35
4.4.Técnicas e instrumentos de investigación.....	35
4.4.1.Revisión bibliográfica y análisis documental .....	36
4.4.2.Encuesta.....	37
4.4.3.Entrevista.....	37
4.4.4.Método específico: extreme programming XP.....	38
4.5. Población y muestra.....	38
5. ANALISIS Y RESULTADOS .....	32
5.1.Análisis de la encuesta .....	39
5.1.2.Pregunta 2: ¿Considera que el método actual de registro manual o Excel es eficiente? .....	39
5.1.3..Pregunta 3: ¿Ha existido pérdida de información debido a la falta de trazabilidad digital?.....	40
5.1.5..Pregunta 5: ¿Qué tan necesario considera implementar alertas automáticas para mantenimientos?.....	41
5.1.6.Pregunta 6: ¿Con qué frecuencia suele olvidarse realizar mantenimientos debido a la falta de recordatorios? .....	42
5.1.7.Pregunta 7: ¿Qué formato preferiría para generar reportes técnicos? .....	43
5.1.8.Pregunta 8: ¿Considera útil acceder al historial de un extintor desde un celular o Tablet en campo?.....	43
5.1.9.Pregunta 9: ¿Tiene conocimientos básicos con respecto al uso de plataformas digitales como sistemas web? .....	44
5.1.10.Pregunta 10: ¿Estaría dispuesto a capacitarse para que se utilice un nuevo sistema de mantenimiento digital? .....	45
5.2. Análisis de la entrevista.....	45
5.3. Resultados de la Metodología XP.....	46
6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
6.1.Conclusiones.....	71
6.2.Recomendaciones.....	71
REFERENCIAS .....	72
ANEXOS .....	76

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### Título del Proyecto:

Desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) con automatización de notificaciones para la empresa Worseg en la ciudad de Latacunga

### Modalidad de Titulación:

MODALIDAD DE TITULACIÓN	HOMOLOGACIONES PARA INFORME FINAL DE TITULACIÓN	SELECCIÓN
Propuesta tecnológica	Informe de propuesta tecnológica	X
	Patente, Modelo de utilidad, Certificado de propiedad intelectual.	
	Artículo científico	
Proyecto de investigación	Informe de Proyecto de investigación	
	Artículo científico	
	Patente, Modelo de utilidad, Certificado de propiedad intelectual.	
Exámen de indicadores de RDA		

### Trabajo de Titulación Vinculado al Proyecto:

Ninguno

### Equipo de Trabajo del Trabajo de Titulación:

**Nombre:** Gendres Josue Santana Molina

**Correo:** gendres.santana3932@utc.edu.ec

### Tutor de Titulación:

**Nombre:** Ing. Karla Susana Cantuña Flores, Mtr.

**Correo:** karla.cantuna@utc.edu.ec

**Área del Conocimiento:**

06 Información y Comunicación (TIC)	061 Información y Comunicación (TIC)	0611 El uso del Ordenador
		0612 Base de datos, diseño y administración de redes
		0613 Software y desarrollo y análisis de aplicativos

**Línea de investigación:**

Tecnología de la Información y las comunicaciones, robótica, automatización y optimización de sistemas.

**Sub línea de investigación de la carrera:**

Ciencias informáticas para la modelación y automatización de sistemas a través de las TIC.

## 2. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento industrial en las organizaciones es una función estratégica, ya que garantiza la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los equipos e infraestructura necesarios para el desarrollo de sus operaciones. En las empresas que prestan servicios técnicos y de seguridad industrial, por ejemplo, las que se ocupan del mantenimiento de extintores, el mantenimiento cobra aún mayor importancia, ya que su correcta ejecución está directamente relacionada con la protección de la vida humana, los bienes materiales y el cumplimiento de la normativa vigente.

Tradicionalmente, el mantenimiento en las empresas ha evolucionado desde un enfoque reactivo, donde la intervención sólo se realiza después de una falla, a modelos más eficientes como el mantenimiento preventivo basado en intervenciones planificadas en función de periodos de tiempo o uso de los equipos, y el mantenimiento predictivo, que utiliza información histórica y condiciones de operación para predecir las fallas antes de que ocurran. Este desarrollo permite reducir los tiempos de inactividad, optimizar los recursos y alargar la vida útil de los activos.

En este contexto, los sistemas computarizados de gestión del mantenimiento (CMMS) se han convertido en herramientas clave para apoyar la gestión técnica y operativa del mantenimiento.

Un CMMS le permite centralizar información relacionada con el equipo, programar órdenes de trabajo, registrar el historial de mantenimiento, controlar el inventario, generar informes y automatizar alertas. Gracias a estas funcionalidades, las empresas pueden mejorar la eficiencia operativa, fortalecer la seguridad industrial y reducir los costos relacionados con errores imprevistos, retrabajos y pérdida de información.

Implementar una CMMS en las organizaciones proporciona varios beneficios, entre ellos una mayor trazabilidad de los servicios realizados, un mejor control documental, la optimización del tiempo del personal técnico y la toma de decisiones basada en datos confiables. Además, facilita el cumplimiento de la normativa técnica y legal, mejora la comunicación interna y externa y promueve la profesionalización de los procesos de mantenimiento. Por estas razones, el uso de sistemas GMAO se ha vuelto imprescindible en las empresas que buscan competitividad, calidad y sostenibilidad en sus operaciones. Sin embargo, muchas pequeñas y medianas empresas todavía realizan el mantenimiento manualmente, lo que genera diversos problemas operativos.

En Worsseg, empresa de mantenimiento de extintores con sede en Latacunga, la gestión actual se realiza mayoritariamente a través de registros físicos y hojas de cálculo de Excel. Este método presenta limitaciones importantes como pérdida o duplicación de información, dificultad para acceder al historial técnico de los equipos, falta de control en la planificación del mantenimiento y mala trazabilidad de las actividades realizadas por los técnicos.

Entre los problemas más comunes que surgen de la gestión del mantenimiento manual en Worsseg se encuentran retrasos en el mantenimiento preventivo, falta de avisos oportunos para recargas e inspecciones periódicas, errores en la asignación de técnicos y deficiencias en el control del inventario de repuestos. Estas situaciones aumentan el riesgo de no cumplir con los plazos establecidos por normas técnicas como INEN 0049 y NFPA 10, y también afectan la calidad del servicio brindado a los clientes y la imagen institucional de la empresa.

Los equipos reparables de Worsseg incluyen principalmente diferentes tipos de extintores (CO<sub>2</sub>, polvo químico seco, agua a presión,), así como instrumentos, válvulas, manómetros y componentes relacionados con el proceso de carga, certificación y prueba. La falta de un sistema integrado que registre el estado, ubicación, fecha de mantenimiento y próxima intervención de estos equipos dificulta una gestión eficaz y aumenta el riesgo operativo.

Considerando esta problemática, surge la necesidad de desarrollar un CMMS con automatización de notificaciones que permita a la empresa Worsseg digitalizar los procesos de

mantenimiento, mejorar el control de sus activos y optimizar la comunicación entre las áreas técnicas y administrativas. La implementación de este sistema reducirá los errores humanos, garantizará el cumplimiento del mantenimiento planificado, mejorará la eficiencia operativa y fortalecerá la seguridad y confiabilidad de los servicios ofrecidos.

## **2.1. Situación problemática**

La gestión del mantenimiento es un elemento clave para garantizar la continuidad del negocio, la seguridad de los equipos y el uso eficiente de los recursos en las organizaciones. En este contexto, la falta de un sistema informatizado de gestión del mantenimiento se convierte en una de las principales causas de ineficiencia operativa, ya que realizar esta función sin herramientas tecnológicas adecuadas genera vacíos que afectan la operación técnica y administrativa de la empresa.

A nivel mundial, la inactividad planificada, es una de las principales causas de pérdidas financieras a un costo de hasta \$400,000 por hora en la geografía industrial [1]. A pesar del progreso tecnológico, todavía se informa que aproximadamente el 22% de los sistemas de mantenimiento empresarial utilizan solo funciones básicas, y el 42% enfrenta obstáculos relacionados con la integración de datos y seguridad en sus procesos.

En los países en desarrollo, muchas organizaciones continúan operando de acuerdo con esquemas manuales con registros en papel o archivos desorganizados. En Ecuador, el 90% del sector empresarial PYME no utiliza herramientas digitales avanzadas, según INEC, que limita la trazabilidad, aumenta los errores y los costos operativos del 10% al 30% [2]. Este panorama se ve particularmente afectado por las empresas de servicios técnicos, como los entregados a los bomberos cuyo trabajo se rige por las reglas de seguridad.

En este contexto, Worsseg ubicada en Latacunga tiene delimitaciones sobre el uso de métodos manuales, la falta de gestión de acciones, desorganización documental y dificultad para planificar el mantenimiento periódico. Esta situación amenaza la calidad del servicio, el cumplimiento legislativo y aumenta el riesgo de accidentes y sanciones a los errores técnicos.

El problema se refleja directamente en la gestión del mantenimiento, que se considera la variable principal del estudio. Indicadores como mayores tiempos de respuesta, tasas de error, retrasos en el mantenimiento programado y la cantidad de órdenes de trabajo procesadas con fechas de vencimiento indican una falta de control y planificación. Además, la falta de informes consolidados limita la toma de decisiones oportuna.

## **2.2. Formulación del problema**

¿Qué solución tecnológica basada en un sistema CMMS se debe desarrollar para mejorar la gestión de mantenimiento y optimización de recargas de extintores en la empresa Worseg de la ciudad de Latacunga?

## **2.3. Objetivo y campo de acción**

### **2.3.1. Objeto de investigación**

Sistema de gestión y mantenimiento

### **2.3.2. Campo de acción**

Desarrollo de Software

## **2.4. Beneficiarios**

### **2.4.1. Beneficiarios directos**

Los beneficiarios directos constituyen la empresa de seguridad Worseg y los empleados dentro del área de mantenimiento de extintores.

### **2.4.2. Beneficiarios indirectos**

Los usuarios que utilicen el nuevo sistema CMMS.

## **2.5. Justificación**

Este proyecto es importante dado que responde a la necesidad latente de empresas industriales que transforman la gestión de mantenimiento en forma digital, especialmente una empresa pequeña y de tamaño mediano.

La introducción del sistema CMMS en la empresa responde a la necesidad de optimizar la gestión de mantenimiento interno, reducir el tiempo de inactividad y mejorar el control de los activos físicos. Actualmente, los procesos se fabrican manualmente o con herramientas especializadas que causan desorganización, pérdida de información, baja eficiencia del personal técnico y dificultad para prevenir la programación de mantenimiento. Bajo este contexto, los beneficiarios directos radican en la empresa Worseg y su equipo de trabajadores dentro el mantenimiento de extintores. Mientras que los beneficiarios indirectos son el usuario que utilice el sistema CMMS.

El aporte teórico de esta investigación contempla la integración y sistematización de los fundamentos teóricos relacionados con los sistemas web y los sistemas CMMS. Los nuevos

desafíos están relacionados con la necesidad de optimizar la producción y/o servicio y la mejora de la calidad de los bienes y la calidad. El área de mantenimiento debe ser herramientas que permitan la integración de procesos estandarizados agrupados en procesos para proporcionar información confiable y oportuna para el desarrollo de la gestión y la toma de decisiones precisa. El aporte práctico de esta investigación obedece a la implementación del sistema CMMS, para optimizar el desarrollo de planes de mantenimiento preventivo y correctivo, así como controlar con precisión el estado de las máquinas y sus componentes durante la ejecución planificada.

Al integrar metodologías, como el mantenimiento concentrado de confiabilidad, el uso de indicadores prestigiosos clave (KPI), es viable ya que contribuye a la mejora de la disponibilidad, la confiabilidad y la eficiencia de los activos industriales, reducir los costos no planificados y los tiempos de inactividad.

## **2.6. Objetivos**

### **2.6.1. Objetivo general**

Desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) con automatización de notificaciones empleando la metodología XP para optimizar la planificación de planes de mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa WORSEG de la ciudad de Latacunga.

### **2.6.2. Objetivos específicos**

- Establecer la fundamentación teórica mediante la revisión bibliográfica sobre sistemas web y sistemas CMMS en base de datos de literatura científica revisada por pares con el fin de sustentar el desarrollo del software.
- Aplicar los principios y prácticas de la metodología ágil XP en el desarrollo de la aplicación web de manera incremental.
- Implementar el sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) empleando recursos tecnológicos actuales para optimizar la planificación de planes de mantenimiento preventivo y correctivo.

### **2.6.3. Sistema de tareas**

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos planteados

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
<p>Establecer la fundamentación teórica mediante la revisión bibliográfica sobre sistemas web y sistemas CMMS en base de datos de literatura científica revisada por pares con el fin de sustentar el desarrollo del software.</p>	Búsqueda sistemática de literatura científica	Fundamentación teórica	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis documental</li> <li>• Revisión bibliográfica</li> </ul> <p>Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos científicos</li> <li>• Zotero</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha bibliográfica</li> </ul>
	Evaluación y selección de fuentes		
	Extracción y síntesis teórica		
	Redacción de la fundamentación teórica		
<p>Aplicar los principios y prácticas de la metodología ágil XP en el desarrollo de la aplicación web de manera incremental.</p>	Elicitación de requisitos	Documentación metodología ágil XP	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas</li> <li>• Entrevista</li> </ul> <p>Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Google Forms</li> <li>• Tabla de iteraciones XP</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario</li> <li>• Guía de la entrevista</li> </ul>
	Definir etapas del flujo de trabajo		
	Validación		
<p>Implementar el sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) empleando recursos tecnológicos actuales para optimizar la planificación de planes de mantenimiento preventivo y correctivo.</p>	Diseño técnico y selección tecnológica	Aplicación web desplegada e implementada	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de software</li> </ul> <p>Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Despliegue Django</li> <li>• Servidor PostgreSQL</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Casos de prueba documentados</li> </ul>
	Carga de datos empresariales		
	Pruebas específicas de seguimiento		
	Despliegue y capacitación		

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1. Antecedentes**

En un estudio llamado "Diseño y automatización de mantenimiento preventivo de la fábrica industrial de harina", el objetivo era introducir un sistema digital que permitiera planificar, realizar y controlar el mantenimiento preventivo en el sistema de procesamiento de metales. El método utilizado fue experimental con un enfoque cuantitativo utilizando el software CMMS en el entorno de prueba durante seis meses, que integró el equipo de producción crítico. Los resultados demostraron una reducción del 32% en la inactividad programada, así como la mejora del 45% en la trazabilidad de la intervención técnica gracias a la programación automática de los órdenes de trabajo. Finalmente, el uso del sistema CMMS hizo que fuera más efectivo controlar el mantenimiento preventivo al aumentar la disponibilidad activa y reducir los errores administrativos [3] gracias a esta investigación se da a conocer que es favorable la implementación de dicho sistema de software.

Un estudio bajo el título "Diseño del mantenimiento y soporte técnico de los equipos fabricados por soluciones tecnológicas", cuyo objetivo es analizar los efectos de la implementación del sistema CMMS en la efectividad de las actividades de mantenimiento. La metodología fue un tipo descriptivo comparativo, evaluación de indicadores como el tiempo promedio entre errores (MTBF) y tiempo de reparación media (MTTR) tres meses antes y después de instalar el sistema. Los resultados mostraron que MTBF aumentó en un 18% y MTTR se redujo en un 21%, lo que refleja mejoras significativas en la capacidad de reacción y confiabilidad del equipo. Se concluyó que la digitalización, utilizando CMMS, no solo mejora los indicadores técnicos, sino que también facilita las decisiones estratégicas en tiempo real gracias al registro de datos centralizados [4].

La investigación "Gestión de mantenimiento para el aumento de la disponibilidad de máquinas en Road Solutions", el objetivo era optimizar la planificación y el rendimiento de las tareas de mantenimiento utilizando la plataforma CMM de la nube. El método utilizado fue el estudio de caso utilizado en el sistema de pruebas de leche, donde se compararon los procesos manuales tradicionales con ejecución de CMM. Los resultados reflejaron una mejora del 40% en la puntualidad de rendimiento de las órdenes de trabajo, una reducción en los errores repetidos y

una reducción del 25% en el costo del mantenimiento correctivo. Finalmente, la estandarización de los procedimientos, la mejora de la trazabilidad activa y el fácil acceso remoto del personal técnico pueden implementar el sistema en la nube [5] con ello nos cercioramos que la estandarización de sistemas como el CMMS reduce el costo de mantenimientos .

El estudio "Digitalización de mantenimiento en el sector hospitalario utilizando el sistema CMMS" tenía como objetivo evaluar los beneficios del uso de tecnologías digitales para controlar el equipo biomédico. La metodología se utilizó con un enfoque mixto, y CMMS se introdujo durante cuatro meses en el Hospital Electric Hospital. Los resultados mostraron una mejora del 50% en la velocidad de las fallas críticas, la organización de mejores tareas preventivas y el control de la producción de equipos y la calibración. La conclusión más importante fue que los CMM contribuyen en gran medida a la calidad del servicio del hospital, lo que garantiza que los dispositivos médicos funcionen en ciertos parámetros de seguridad y precisión [6].

La investigación "Integración IoT con CMMS para el mantenimiento de los sistemas HVAC industriales CMMS", el objetivo era crear un sistema de mantenimiento esperado basado en sensores IoT conectados al software CMMS. La metodología consistió en un parámetro continuo, como la temperatura, la vibración y los sistemas HVAC de flujo de aire, desarrollo, como la temperatura, la vibración y el flujo de aire, en la planta de producción farmacéutica. Los datos recopilados por los CMM se propusieron automáticamente para generar órdenes de mantenimiento esperadas. Los resultados mostraron una reducción en los errores inesperados en un 60% y un 20% de ahorro en las piezas de repuesto para el reemplazo prematuro. Finalmente, una nueva tecnología como IoT con plataformas CMMS, que se combina es una solución efectiva para viajar al mantenimiento y datos automatizados previsibles basados en tiempo real [7] en esta referencia se concluyó que la plataforma es usable en el campo de mantenimiento de activos.

### **3.2. Sistema de gestión**

Es un conjunto de procesos, políticas y procedimientos que una organización implementa para que se garantice el cumplimiento de los objetivos estratégicos, de calidad y operativos. Estos sistemas permiten coordinar las actividades en la empresa, asegurando la calidad, eficiencia y reducción de los riesgos [8].

Los sistemas de gestión abarcan áreas como salud, seguridad, calidad y gestión de activos, permitiendo a la empresa que gestione los recursos y procesos de forma efectiva. En el contexto

empresarial, el sistema de gestión se considera como herramienta crucial para la mejora del rendimiento y asegurar la competitivas en el mercado [9].

### **3.2.1. Tipos de sistema de gestión**

El sistema de gestión que se lo utiliza para gestionar las actividades de mantenimiento de maquinaria, equipo e infraestructura en una organización. Los sistemas permiten que se realice un seguimiento detallado de las tareas correctivo y preventivo, programando as intervenciones, teniendo informes y manteniendo un registro histórico de los reemplazos y reparaciones.

La implementación del Sistema facilita la planificación y gestión de los inventarios de respuesta, asegurando que los materiales necesarios para el mantenimiento se encuentren disponibles cuando sea necesario [9] y así nos permite tener todo en una sola integridad de datos y comandos.

En el contexto empresarial moderno, los sistemas de información se datan como elementos estratégicos, ya que facilitan la automatización de procesos, mejoran la eficiencia operativa y administrativa, aparte de, fortalecer la competitividad institucional. Su implementación adecuada permite a las empresas adaptarse a entornos dinámicos y responder con eficiencia a las exigencias del mercado y de los usuarios, teniendo en cuenta que esto mejora mucho la toma de decisiones. Por lo general los más usados son los siguientes:

- **Sistema de Procesamiento de Transacciones (TPS):** El Sistema de Procesamiento de Transacciones (TPS) se encarga de registrar y procesar las operaciones rutinarias y diarias de una organización, tales como ventas, compras, pagos, facturación y control de inventarios. Este tipo de sistema opera en el nivel operativo y constituye la base de datos principal para los sistemas de gestión de niveles superiores [10].

La precisión y confiabilidad de los TPS es fundamental, ya que los datos generados son utilizados posteriormente para la elaboración de reportes y análisis gerenciales [11].

- **Sistema de Información Gerencial (MIS):** El Sistema de Información Gerencial (MIS) transforma los datos operativos en información resumida y estructurada, orientada a apoyar la gestión administrativa y la toma de decisiones tácticas. Este sistema proporciona reportes periódicos que permiten evaluar el desempeño organizacional y controlar las operaciones internas [12].

El MIS se caracteriza por su enfoque en el control, la planificación y la supervisión de los procesos organizacionales [13].

- **Sistema de Apoyo a la Decisión (DSS):** El Sistema de Apoyo a la Decisión (DSS) está diseñado para asistir en la resolución de problemas complejos y no estructurados, mediante el uso de modelos analíticos, simulaciones y análisis de escenarios. Este sistema permite evaluar diferentes alternativas y sus posibles consecuencias antes de tomar una decisión [13].

El DSS es ampliamente utilizado en la planificación estratégica, la evaluación de riesgos y el análisis financiero [13].

- **Sistema de Información Ejecutiva (EIS):** El Sistema de Información Ejecutiva (EIS) proporciona información resumida y visual a los altos directivos de la organización. Este sistema facilita el monitoreo de indicadores clave de desempeño y la identificación de tendencias relevantes para la toma de decisiones estratégicas [12].

El EIS se apoya frecuentemente en tableros de control y gráficos interactivos que permiten una rápida interpretación de la información [10].

- **Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP):** El Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) integra los principales procesos de la organización en una única plataforma, incluyendo finanzas, recursos humanos, producción, compras e inventarios. Su objetivo es lograr una gestión integral y coherente de los recursos empresariales [11].

La implementación de un ERP permite mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y proporcionar información consistente para todos los niveles organizacionales [12].

- **Sistema de Gestión de Relaciones con los Clientes (CRM):** El Sistema de Gestión de Relaciones con los Clientes (CRM) se enfoca en la administración de la información relacionada con los clientes, incluyendo interacciones, ventas, atención y fidelización. Este sistema permite mejorar la calidad del servicio y fortalecer la relación entre la organización y sus usuarios [13].

El CRM es una herramienta clave para organizaciones orientadas al cliente y al servicio [13].

- **Sistema de Gestión de la Cadena de Suministro (SCM):** El Sistema de Gestión de la Cadena de Suministro (SCM) administra el flujo de bienes, servicios e información desde los proveedores hasta el consumidor final. Su finalidad es optimizar costos, mejorar la coordinación logística y reducir tiempos de entrega [15].

- Este sistema resulta fundamental para organizaciones con operaciones logísticas complejas [13].
- **Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS):** Un sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) constituye un software que administra el mantenimiento de la información con la base de datos y facilita los procesos relacionados con la operación de una empresa u organización.

Hay varios sistemas CMMS en el mercado para todo tipo de empresas que proporcionan recursos organizados y gestión del trabajo con distribución de tareas especiales y registro de activos.

### 3.2.2. CMMS

#### 3.2.2.1. Componentes de un CMMS

**Computarizado:** EDB -CMMS se refiere a la información de mantenimiento almacenada en la base de datos que podría estar en la computadora. Esto es para controlar los activos y el mantenimiento. **Mantenimiento:** este módulo se realiza diariamente por los usuarios del sistema CMMS, las tareas de planificación o la respuesta a las solicitudes de trabajo. Lo que el software está tratando de implementar en la empresa es mejorar, las tareas están de acuerdo con el grado de prioridad de ejecución, además de todos los datos organizados que garantizan el éxito del departamento [16].

**Administración:** El módulo de gestión de mantenimiento está destinado a proporcionar a los usuarios una visión general de los activos que determinan las necesidades del plan de orden de trabajo que facilita la gestión de mantenimiento al proporcionar la información necesaria para tomar las mejores decisiones.

**Sistemas/Software:** Combine las características y la funcionalidad de CMMS, que permite a los usuarios realizar tareas de mantenimiento de manera efectiva, lo que resulta en ahorros y reducción de costos. El sistema debe facilitar la gestión de tareas de mantenimiento, así como los activos, los pedidos de compra, los niveles de stock para proporcionar un control más detallado sobre todo lo que el sistema es responsable [17].

### **3.2.2.2. Elementos de un CMMS**

#### **Registro y control de activos**

Este módulo es uno de los más importantes donde debemos incluir todos los campos necesarios del sistema para poder tener un control eficiente de los datos que se guardaran en nuestra base del CMMS [18].

Cada registro de los datos debe contar con un perfil detallado los cuales deben incluir las variables necesarias para tener un mejor control del sistema.

#### **Registro de ubicaciones**

Este módulo es necesario para saber la ubicación de todos los activos ingresados al sistema, lo que nos ayudara a llevar un registro detallado del estado en el que se encuentra, tomando en cuenta que debemos tener un historial de mantenimiento, así como un cronograma con las tareas asignadas [18].

#### **Control de activos**

El módulo de control detallará todo el trayecto del activo, desde su ingreso de la tarea asignada hasta la culminación todo esto lo debe hacer el sistema en tiempo real para lo cual se pueden asignar notificaciones de estado.

#### **Registro de clientes y contactos**

En este módulo se dará un seguimiento a los servicios prestados a los clientes que estén registrados en la Base de Datos. Cada solicitud emitida debe estar relacionada a un cliente

#### **Reportes y notificaciones**

Se lleva un control de los datos de los activos en el sistema CMMS, en este apartado los usuarios podrán ver los reportes asociados a las necesidades del cliente, lo que nos facilita tener un buen seguimiento y control desde el punto de vista del cliente.

Además, las notificaciones serán en tiempo real para poder mejorar el rendimiento de la empresa con trabajos e ingresos pendientes [18].

#### **Creación de mantenimientos**

Sirve para crear ordenes de trabajo en las fechas que se programe, la cuales pueden ser varias a un solo cliente, todo debe estar vinculado a los datos del cliente.

**Creación de usuarios:** El módulo de usuario del sistema CMMS le permite administrar todos los perfiles que tienen acceso a la plataforma. Desde esta sección, es posible visualizar la lista

de todos los usuarios registrados, así como consultar con información detallada sobre el acceso a un sistema que facilita el monitoreo y el control de las actividades del personal autorizado [18].

**Creación de roles:** Cada usuario tiene la capacidad de editar su información, cargar su firma digital y asignar una imagen de realización que mejore la trazabilidad de las operaciones en el sistema. Una de las características más importantes de este módulo es la gestión de roles y permisos, lo que le permite definir diferentes niveles de acceso y control en el sistema, según el perfil operativo del usuario [17].

Entre los roles más comunes están:

- **Administrador del sistema:** tiene acceso completo a todas las características, incluida la configuración del sistema, la administración de usuarios, el mantenimiento de datos, los informes mejorados y los parámetros del módulo.
- **Supervisor de mantenimiento:** puede crear, asignar y cerrar órdenes de trabajo, administrar recursos técnicos, aprobar informes de mantenimiento y generar indicadores de gestión.
- **Técnico de mantenimiento:** solo tiene acceso a los pedidos asignados donde puede registrar las acciones, el tiempo de ejecución, las piezas de repuesto y las observaciones técnicas.

Tabla 2. ¿Cómo mejorar los procesos manuales?

Proceso Manual	Mejora con CMMS
Planificación en papel o Excel	Automatiza la programación de tareas con alertas y recordatorios.
Falta de seguimiento de tareas	Permite monitoreo en tiempo real de órdenes de trabajo y ejecución.
Dificultad para acceder a historial	Guarda toda la información de mantenimientos pasados, por activo o técnico.
Control manual de repuestos	Gestiona inventario en tiempo real, con alertas y trazabilidad.
Comunicación desorganizada	Centraliza información y tareas en una sola plataforma, con roles y permisos.
Registro inconsistente	Establece formularios y checklists digitales estandarizados.

*Nota.* La tabla muestra aspectos para mejorar los procesos manuales con CMMS [3]

### **3.2.2.3. Necesidades del Sistema CMSS**

La implementación exitosa de un sistema de gestión de mantenimiento informático (CMMS) requiere un compromiso de activos de gestión que incluya soporte de gestión para proporcionar recursos y promover cambios organizacionales. Es importante que el mantenimiento no solo se considere costos operativos, sino como una contribución estratégica que garantiza la continuidad, la eficiencia y la seguridad de los procesos. Para hacer esta transición, es importante crear un equipo de trabajo asignado dirigido por un gerente de proyecto que coordine todas las fases de la implementación [19].

Este equipo debe incluir usuarios clave, como gerentes, técnicos de mantenimiento y personal con tecnología de la información (TI), así como datos responsables de recopilar y aprobar información técnica, que corresponde a los activos físicos de la organización. Una acción de activos actualizada es un requisito indispensable. Esto incluye una lista detallada de todos los equipos, máquinas, equipos y sistemas que se administrarán junto con los datos técnicos relevantes, como la ubicación, el historial de fabricantes, modelo y mantenimiento. Los procesos de mantenimiento y las corrientes también deben definirse claramente, incluida una descripción de las políticas de mantenimiento preventivas, correctivas y predecibles especiales y el flujo de trabajo actual [19].

Cuando se trata de infraestructura tecnológica, asegúrese de que los técnicos y los supervisores tengan dispositivos compatibles como computadoras, tabletas o teléfonos inteligentes, y que haya suficiente conexión, especialmente si CMMS se basa en la nube. En el caso de los sistemas instalados locales (en el sitio), los servidores internos y las redes están configurados correctamente. Al mismo tiempo, la capacitación del personal debe garantizarse tanto en el uso operativo de los sistemas, como el registro de tareas, la consulta de pedidos y los mensajes [20].

### **3.2.2.4. Etapas necesarias para la implementación del CMSS**

La introducción de CMMS (sistema de gestión de mantenimiento de computadora) es una transformación significativa en la forma en que la organización controla sus activos físicos, recursos técnicos y procesos de mantenimiento. Este tipo de sistema permite digitalizar, centralizar y optimizar la planificación, rendimiento y monitoreo de actividades de mantenimiento, asegurando un mayor control, trazabilidad y eficiencia. Para que su adopción sea exitosa y con el tiempo, los beneficios sostenibles deben ser seguidos por un proceso estructurado y estricto que considere aspectos técnicos, humanos y organizativos. Posteriormente, las etapas más importantes a considerar en el proyecto de implementación de CMMS se describen a partir de la evaluación inicial de la fase de mejora continua [21].

- **Evaluación de las necesidades iniciales y el diagnóstico:** La implementación de CMM debe comenzar con una evaluación exhaustiva de la situación actual en el área de mantenimiento de la organización. Esta etapa incluye un diagnóstico técnico, operativo y organizacional, que permite la determinación de fortalezas y debilidades en el sistema existente. Es necesario revisar cómo se está controlando actualmente el mantenimiento al difundir hojas, documentos físicos u otro software rudimentario y el control de la extensión del estado del equipo, el tiempo de inactividad, las piezas de repuesto y la planificación de tareas [22].

Capacidad técnica del personal, nivel de conocimiento en tecnología digital, infraestructura tecnológica existente (por ejemplo, si la fábrica tiene acceso al acceso a Internet) y también identifica la cultura de la organización relacionada con el uso de instrumentos tecnológicos. También es importante hablar con diferentes participantes en el proceso de mantenimiento, desde técnicos hasta líderes para comprender sus necesidades, problemas y expectativas. Este diagnóstico inicial debe completarse con un mensaje detallado basado en lo que requiere CMMS y qué tipo de solución sería más apropiada para superar los desafíos actuales [21].

- **Definición de objetivo y alcance del proyecto:** Una vez que se realiza la primera evaluación, es importante determinar claramente cuál será el proyecto de implementación de CMMS. Estos propósitos deben ser específicos, medibles y personalizados para la estrategia general de la empresa. Estos pueden incluir objetivos tales como reducir las paradas inesperadas, mejorar la eficiencia de los recursos, reducir los costos operativos, aumentar la trazabilidad de la intervención o facilitar las reglas. La definición de estos objetivos le permite administrar todas las decisiones posteriores tomadas por el proyecto [22].

Además, es necesario determinar el área del proyecto, es decir, para determinar si la implementación cubrirá a toda la organización desde el principio o si se realizará gradualmente, por ejemplo, desde la fábrica, la línea de producción o el equipo. También es importante definir roles y responsabilidades en el proyecto, incluido quién será responsable de administrar la implementación, quién proporcionará soporte técnico, quién monitoreará los resultados y cómo se anunciará el progreso. Un buen alcance y diseño de propósito facilitará la planificación, la gestión de proyectos y la evaluación del éxito cuando se implementen CMMS [23].

- **La elección de los CMM apropiados:** es una de las decisiones más estratégicas durante el proceso de implementación. No es solo obtener una herramienta tecnológica, sino también elegir una solución que realmente se ajuste a las características, necesidades y proyecciones de la organización. Para tomar esta decisión, un análisis comparativo entre diferentes configuraciones de mercado, teniendo en cuenta no solo el precio sino también la funcionalidad, la escalabilidad, la facilidad de uso y la integración con otros sistemas existentes en la empresa [24].

Un buen CMM debe ser intuitivo para el usuario, lo que permite controlar efectivamente el mantenimiento preventivo y correctivo, la fácil supervisión de los pedidos de trabajo, la trazabilidad de las piezas de repuesto e informes útiles para la toma de decisiones. Es importante que el sistema tenga suficiente flexibilidad para adaptarse a la estructura organizacional y la realidad operativa de la empresa. También se debe evaluar el soporte propuesto por el proveedor de soporte técnico, actualizaciones permanentes y servicios de capacitación [25].

La elección debe basarse en criterios objetivos y adaptarse a los objetivos estratégicos definidos en las etapas anteriores del proyecto, lo que garantiza que el sistema elegido no solo resuelva los problemas actuales, sino que sigue siendo funcional y apropiado a largo plazo [26].

- **Recopilación y estructuración de datos:** Cuando se selecciona el software, el siguiente paso es la información correcta que alimentará al sistema. Este paso es crítico ya que la calidad de los datos determinará en gran medida la utilidad y la precisión de todo el CMM. Una recopilación sistemática de información sobre todos los activos físicos de la organización, entre otras cosas, incluye no solo máquinas y equipos, sino también equipos, herramientas, medición del vehículo. Cada activo debe identificarse con un código único y un archivo técnico que contiene datos, como ubicación, especificaciones, errores e historial de reparación, condiciones de operación y el responsable [27].

Esto se acompaña de la recopilación de información relacionada con la contabilidad de repuestos, procedimientos de mantenimiento programados, actividades estándar, proveedores autorizados y recursos humanos accesibles. Toda esta información debe revisarse, organizarse y confirmarse, y evitar la duplicación, las discrepancias o los errores de carga que pueden afectar negativamente el rendimiento del software antes de unirse al sistema. Este paso también incluye ajustar la estructura de la información a CMM Logic, la creación de jerarquías, la relación entre activos, clasificaciones técnicas

y calendarios operativos. Si bien este es un trabajo exigente, la estructuración de datos adecuada será una base que permita al sistema funcionar con precisión, generar alarmas, revisiones y valores realistas para la gestión del mantenimiento [28].

- **Implementación de un CMMS:** La introducción del sistema CMMS (sistema de gestión de mantenimiento de computadora) refleja el paso básico hacia la conversión digital de la gestión de mantenimiento en la empresa. Este tipo de solución tecnológica permite la automatización, centralizada y controlando todas las actividades relacionadas con el mantenimiento activo, lo que mejora la eficiencia operativa, la trazabilidad y la toma de decisiones [29].

El proceso de implementación debe abordarse de manera estructurada, desde la situación actual de la empresa hasta el proceso de mantenimiento, las herramientas utilizadas, la disponibilidad de información y el nivel de digitalización. Esto define el alcance funcional de CMMS, que lo ajusta a las necesidades especiales de la organización: desde órdenes de trabajo y gestión del plan de mantenimiento hasta almacén, proveedores e indicadores técnicos, como MTBF, MTR y disponibilidad. El aspecto crítico de la implementación es la migración de datos históricos, la estandarización de catálogos activos y la capacitación del personal técnico y administrativo para el uso del sistema.

Del mismo modo, la creación de roles y permite garantizar el acceso a la información y otorga una responsabilidad clara en cada nivel. Los beneficios de un CMM bien incluido incluyen tiempo de inactividad, reducción de control de costos, mayor tiempo de uso activo e información principal para el acceso real a las decisiones estratégicas. En caso de integración con ERP, Sistemas de plataforma IoT o BI, CMMS también se convierte en una parte importante de la industria 4.0 [29].

### **3.2.2.5 Ventajas de la implementación de un CMMS**

Las ventajas más relevantes son:

#### **Reducción de costos operativos**

- Menos tiempo de inactividad no planificada.
- Menores gastos por reparaciones de emergencia.
- Optimización del uso de repuestos e inventario.

#### **Acceso a información en tiempo real**

- Datos actualizados sobre el estado de activos, órdenes de trabajo y personal.
- Toma de decisiones basada en datos confiables y trazables.

### **Gestión eficiente de órdenes de trabajo**

- Asignación automática de tareas a técnicos.
- Seguimiento del progreso, tiempos y costos por tarea.
- Prioriza trabajos según criticidad del equipo o instalación.

### **Mejora en la productividad del equipo técnico**

- Facilita el acceso a manuales, historial de mantenimiento y checklists desde dispositivos móviles.
- Reduce el tiempo que los técnicos pasan buscando información o herramientas [29].

### **Control de inventarios y repuestos**

- Gestión de almacenes con alertas de niveles mínimos.
- Registro de entradas y salidas de repuestos asociados a órdenes de trabajo.

### **Análisis y mejora continua**

- Generación de reportes KPI (MTTR, MTBF, cumplimiento de mantenimiento).
- Identificación de cuellos de botella o activos problemáticos.

### **Cumplimiento normativo y auditorías**

- Facilita la documentación exigida por normas ISO, GMP, FDA, entre otras.
- Historial completo y rastreado de todas las actividades de mantenimiento.

### **Integración con otros sistemas**

- Puede integrarse con sistemas ERP, SCADA, BMS, etc., para una gestión integral.

### **Adaptabilidad y escalabilidad**

- Se adapta al crecimiento de la empresa y a diferentes industrias (manufactura, energía, salud, etc.).

#### **3.2.2.6. Ciclo de vida de un activo**

Dentro del ciclo de vida de un activo se consideran:

**Planificación y adquisición:** Definir la necesidad del activo, evaluar alternativas y adquirirlo.

- Análisis de necesidades operativas.
- Evaluación de costos, beneficios y riesgos.
- Selección de proveedores y especificaciones técnicas.
- Compra e instalación del activo.

**Puesta en marcha y operación:** Comenzar el uso del activo en las operaciones diarias.

- Instalación, calibración y pruebas iniciales.
- Capacitación del personal.
- Ingreso del activo en el sistema CMMS.
- Inicio de su operación productiva [8].

**Mantenimiento y monitoreo:** Asegurar el rendimiento óptimo del activo y extender su vida útil.

- Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.
- Monitoreo de condiciones (vibración, temperatura, uso, etc.).
- Registro de fallos e intervenciones en el CMMS.
- Optimización de estrategias de mantenimiento.

**Rehabilitación o mejora:** Renovar o actualizar el activo para prolongar su uso o adaptarlo a nuevas necesidades.

- Reemplazo de componentes críticos.
- Actualización tecnológica o retrofit.
- Análisis costo-beneficio de la mejora versus el reemplazo.

**Retiro o disposición:** Retirar el activo de servicio de forma segura, eficiente y conforme a normas.

- Actividades clave:
- Evaluación del fin de vida útil.

- Desmantelamiento y disposición (venta, reciclaje, destrucción).
- Cierre documental y financiero del activo.
- Análisis postmortem para lecciones aprendidas.

Esta estructuración del ciclo de vida de los activos permite una gestión integral y eficiente, orientada a garantizar su disponibilidad operativa, maximizar su rendimiento y extender su vida útil. Al implementar un enfoque sistemático en cada etapa (desde la planificación hasta la disposición final), se optimizan los recursos técnicos y financieros, se reducen los costos operativos y se mitigan los riesgos asociados al fallo de activos críticos. Esta metodología es aplicable en múltiples sectores industriales, facilitando el cumplimiento normativo, fortaleciendo la sostenibilidad organizacional y mejorando la toma de decisiones en materia de mantenimiento, inversión y renovación de infraestructura [30].

La gestión de los activos simplemente excede la compra y el mantenimiento de bienes físicos y se convierte en un proceso estratégico que es consciente de la administración efectiva de recursos relacionados con estos activos. Un componente crítico en este enfoque es la planificación y control de repuestos y materiales, que es necesario para su operación y mantenimiento. Para garantizar la continuidad de la operación y evitar interrupciones productivas, es importante crear mecanismos de control que garanticen la disponibilidad oportuna de accesorios críticos. Entre estos mecanismos, una definición repetida de pedido es la herramienta principal para optimizar la entrega, reducir el riesgo de deficiencia y mejorar la eficiencia logística [31].

### **3.2.2.7. Automatización de notificaciones por medio del CMMS**

Esta automatización cubre la generación automática de órdenes de trabajo, planificación preventiva y de mantenimiento predecible, registro de colecciones de repuestos y análisis de errores. CMM moderno permite que el sistema identifique parámetros específicos (como tiempo, condición o evento) para activar la intervención sin supervisión humana directa y, por lo tanto, garantizar una respuesta rápida a las desviaciones operativas. Además, facilita la integración con sensores IoT, software ERP y plataformas móviles que extienden su funcionalidad y área de tiempo real [32].

La introducción de la automatización a través de CMMS contribuye significativamente a mejorar la eficiencia operativa, ya que reduce los errores de ingresos manuales, reduce los

tiempos de detención programados de la ONU y permite la decisión de adoptar en función de datos históricos y técnicos. La automatización optimiza las tareas repetidas, los flujos de trabajo están estandarizados y la trazabilidad de cada intervención técnica mejora enormemente. Del mismo modo, los usuarios pueden generar informes con cifras de producción clave como MTTR, MTBF y disponibilidad, que, entre otras cosas, fortalecen la gestión de mantenimiento estratégico y, entre otras cosas, garantiza el cumplimiento de las promulgaciones regulatorias con industrias industriales, hospitalarias y energéticas [32].

### **3.3. Desarrollo de software**

Es el proceso de creación de aplicaciones y los sistemas informáticos que resuelvan los problemas específicos o mejores procesos existente dentro de la organización. Este proceso involucra etapas, desde el diseño, la planificación, programación, pruebas y mantenimiento. El desarrollo puede realizarse para una variedad de plataformas, sistemas en la nube o aplicaciones móviles, las cuales se diseñan para mejora la experiencia del usuario [33].

Dentro del desarrollo de software hay guías y lineamientos a seguir los cuales nos dan las metodologías ágiles, estas mitologías como producto final garantizan un trabajo y desarrollo optimo para cada tipo de proyecto, hay diferentes tipos de metodologías dependiendo de la necesidad del proyecto, enfoque de desarrollo, y también es muy importante el flujo del equipo de trabajo, para ello se hacen estudios antes de poder sacar requerimientos o por culpa del equipo de trabajo se hace un estudio de caso para manejar de la mejor manera estas formas de desarrollar.

Según mencionan en [31] al principio el desarrollo de software era artesanal, pero a medida que pasaba el tiempo se tuvo que adaptar metodologías de otras áreas para poder tener conceptos y fundamentos que sirvan en el proceso de desarrollo. Como también lo describen en [31] las metodologías tradicionales más conocidas son Microsoft Solution Framework (MSF) y Rational Unified Process (RUP) que se caracterizan por tener un enfoque en la documentación exhaustiva con toda la información del proyecto en la fase inicial. Otro de los enfoques de estas metodologías es que un cambio puede traducirse a altos costos.

Las metodologías ágiles son estructuras y paradigmas con diferentes pasos a seguir, en la siguiente tabla se habla sobre las mas relevantes y sus principales virtudes aparte de desventajas notorias en cada una de estas:

Tabla 3: Comparación de metodologías

<b>Metodología</b>	<b>Enfoque principal</b>	<b>Características principales</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Uso recomendado</b>
<b>Cascada</b>	Secuencial	Se trabaja por fases: análisis, diseño, desarrollo, pruebas y mantenimiento	Fácil de entender y organizar, buena documentación	Poco flexible ante cambios, errores se detectan tarde	Proyectos con requisitos claros y estables
<b>Incremental</b>	Desarrollo por partes	El sistema se construye en pequeños incrementos funcionales	Entrega temprana de partes del producto, mayor flexibilidad	Requiere buena planificación de integración	Proyectos grandes divididos en módulos
<b>Scrum</b>	Ágil e iterativo	Trabajo en sprints, reuniones diarias, roles definidos como Product Owner y Scrum Master	Flexible, entregas frecuentes, mejora continua	Requiere compromiso del equipo, puede fallar sin buena organización	Proyectos dinámicos con cambios frecuentes
<b>Kanban</b>	Flujo continuo	Visualiza tareas en tableros, limita trabajo en proceso	Muy visual, mejora productividad y control del flujo	Menos estructura que Scrum	Equipos que manejan tareas continuas o soporte
<b>Extreme Programming (XP)</b>	Ágil con énfasis técnico	Programación en pareja, desarrollo guiado por pruebas, integración continua, retroalimentación constante	Alta calidad del software, rápida adaptación a cambios, fuerte colaboración	Requiere mucha disciplina, participación activa del cliente	Proyectos con cambios frecuentes y necesidad de alta calidad técnica

Se utilizan varias herramientas y lenguajes de programación dependiendo del tipo de proyectos y necesidades. Entre las etapas críticas se encuentran el análisis de los requisitos, el diseño del sistema, las pruebas y la implementación del código para que se garantice el software sea funcional y libre de errores [30].

### **3.3.1 Metodologías ágiles**

Son enfoques del desarrollo de software que promueve la colaboración, flexibilidad y la entrega incremental del producto. En vez de seguir un plan rígido, las metodologías ágiles se enfocan en los ciclos de trabajo ortos llamados, sprints en los cuales se realizan las pequeñas entregas del producto que pueden ajustarse de acuerdo a las necesidades del cliente o del proyecto.

Estas metodologías, como scrum, Kanban o XP permite que la comunicación sea constante entre el equipo del desarrollo y el cliente, permitiendo una respuesta rápida a cualquier cambio en el entorno o requisitos [34].

Una de las ventajas principales de las metodologías ágiles consiste en la capacidad de adaptarse a los cambios frecuentes y rápidos, algo que a veces es común en proyectos tecnológicos. Además, se enfoca en la mejora continua, lo que permite al equipo que reflexione acerca de la mejora del proceso en cada ciclo, ajustando a las prácticas. Esto conlleva a una mayor eficiencia, satisfacción y calidad del producto. A la vez, al entregar versiones funcionales del producto de manera regular, los equipos pueden tener una retroalimentación temprana [34].

#### **3.3.1.1. Extreme Programming (XP)**

La Metodología Extreme Programming (XP) diseñada para el desarrollo de software es una propuesta por Kent Beck para mejorar la calidad, eficiencia del software y la capacidad de respuesta ante cambios en los requisitos del cliente final. La metodología Extreme Programming (XP) se basa en tiempos de desarrollo cortos gracias a muchas iteraciones, retroalimentación continua y una fuerte interacción entre desarrolladores y usuarios finales [35]. Esta metodología es pionera la simplicidad en el diseño, la corrección temprana de fallos y la entrega inmediata de productos funcionales del sistema, lo cual reduce fallos y mejora la eficiencia del producto final [36].

##### **3.3.1.1.1. Fases de la Metodología Extreme Programming**

La metodología XP se estructura en las siguientes fases:

- **Planificación:** En esta fase se definen las historias de usuario, se priorizan los requisitos

y se planifican las iteraciones del desarrollo [37].

- **Diseño:** El diseño se mantiene simple y evolutivo, enfocándose en satisfacer los requisitos actuales sin comprometer la extensibilidad del sistema [37].
- **Codificación:** La codificación se realiza aplicando prácticas como programación en parejas, integración continua y desarrollo guiado por pruebas [37].
- **Pruebas:** Las pruebas son una parte fundamental del proceso, incluyendo pruebas unitarias y pruebas de aceptación, las cuales validan el correcto funcionamiento del sistema [37].
- **Retroalimentación:** Cada iteración culmina con la entrega de una versión funcional del software al cliente, permitiendo obtener retroalimentación inmediata [37].

### 3.3.2. Desarrollo en entorno Django

En el entorno Django está estructurado sobre la base de controles operativos específicos en el área preventiva técnica, en particular la supervisión de equipos críticos, como extintores y maquinaria industrial. Django como un alto nivel de desarrollo web, Python proporciona una arquitectura estable, escalable y segura para la gestión de datos confidenciales, el flujo de trabajo y las operaciones reales. Esta elección le permite crear un sistema flexible, fácilmente integrado con otras herramientas digitales y puede mantener una estructura modular que facilite más mejoras [38].

En la fase de codificación inicial, los modelos de datos personalizados se diseñaron para representar con precisión las diversas operaciones involucradas: activos físicos (extintores de incendios, equipos móviles, herramientas técnicas), historial de mantenimiento, servicios programados y eventos técnicos. El uso del gusano Django (mapeo de relación de objetos) permitió que el líquido interactúe con la base de datos, asegurando la integridad y la coherencia de los objetos. Esto ha permitido que el control exhaustivo de cada activo ingrese a su mantenimiento y operación [39].

El sistema también está diseñado con una interfaz web personalizable diseñada con el componente de plantilla Django con HTML, CSS y JavaScript, lo que permite una experiencia de usuario simple y efectiva para técnicos de campo y gerentes administrativos. Usando el panel de control, los usuarios pueden consultar información clave, planificar servicios técnicos, verificar juegos de mantenimiento o cheques, y generar revisiones automáticas que reflejen la condición de los activos y tareas actualizados realizados. Uno de los aspectos más apropiados del desarrollo es la introducción de roles de usuarios con diferentes niveles de permiso, lo que facilita el segmento de acceso de acuerdo con las funciones de cada empleado. De esta manera,

se asegura que el personal técnico tenga acceso a sus tareas e informes, mientras que los administradores pueden monitorear los indicadores de rendimiento, verificar las promulgaciones regulatorias y hacer enmiendas internas en tiempo real [39].

### **3.3.2.3 Pruebas de funcionamiento**

La fase de prueba de acción es importante para garantizar que todo el sistema desarrollado por Django cumpla con los requisitos técnicos y operativos. Primero, la unidad se probó para confirmar que cada función, vista, modelo y controlador respondió correctamente y confirmó que los cálculos, las corrientes lógicas y las respuestas del sistema fueron consistentemente y predichos en diferentes condiciones de uso [40].

Luego continuaron con las pruebas de integración, lo que les permitió probar cómo se interconectaron los diversos módulos del sistema. P.ej. El enlace correcto entre el registro de servicio técnico y el historial de los equipos, así como el compromiso entre la información, generar informes, programar tareas futuras o actualizar el inventario de los extintores de incendios. Esto permitió identificar errores lógicos internos, corrientes incompletas y la capacidad de utilizar la experiencia de uso [40].

Las pruebas funcionales con usuarios reales, que imitaban escenarios de trabajo técnico diario, se realizaron como la parte básica del proceso. Se analizaron casos como abrir la orden de servicio, inspección de entrada en el campo o generación de vencimiento automático. Estas pruebas confirmaron que el sistema es útil, comprensible y suave desde un punto de vista operativo, al tiempo que ajusta los elementos de diseño y navegación de acuerdo con las revisiones del usuario. También se realizaron pruebas de carga para garantizar que el sistema pudiera manejar múltiples operaciones de múltiples, usuarios activos y grandes cantidades de datos sin afectar los beneficios. En situaciones de alta demanda, se observaron tales variables, como el tiempo de reacción en consultas complejas, sesiones y comportamiento del servidor. Estos ensayos confirmaron que la arquitectura elegida es personalizable y confiable incluso en contextos exigentes [41].

### **3.3.2.4 Despliegue operativo**

La implementación del sistema está marcada por la transición del entorno de desarrollo e intenta utilizar su uso activo en la vida diaria de la organización. Para facilitar este proceso, se desarrolló una estrategia de implementación progresiva, comenzando con el bloque piloto donde las características principales podrían confirmarse en el terreno y garantizar que los

usuarios acepten a los usuarios. Este primer paso sirvió para ajustar aspectos de la operación y para verificar que la herramienta realmente respondiera a los requisitos reales del entorno técnico [42].

Junto con la implementación inicial, la migración de información histórica relevante, como extintores de incendios, registros de mantenimiento previos, fechas de inspección y equipo de la siguiente manera. Esta migración se realizó con criterios de calidad a través de procesos de purificación de datos, estandarización y validación, asegurando que el sistema deje una base de información confiable y actualizada. Los usuarios con diferentes niveles de acceso también se crearon de acuerdo con los roles establecidos en la organización. Un componente significativo de la implementación fue la capacitación de los perfiles de varios usuarios. Se organizaron sesiones prácticas y didácticas, donde los técnicos aprendieron a ingresar información, tareas del programa, códigos de escaneo, informes de emisión y respondiendo a las advertencias. Al mismo tiempo, los administradores de supervisión fueron capacitados en el análisis de los indicadores, generando informes operativos y controlando el flujo general del sistema. Esto permitió garantizar la adopción adecuada del sistema de usuario principal [43].

### **3.4. Norma ISO 14224**

La ISO 14224 es una norma internacional que establece los lineamientos para la recopilación, estructuración, intercambio y análisis de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos industriales. Esta norma fue desarrollada con el objetivo de estandarizar la información relacionada con fallas, eventos de mantenimiento y condiciones operativas de los activos físicos, permitiendo mejorar la gestión del mantenimiento basada en datos confiables y comparables [44].

La norma es ampliamente utilizada en industrias de proceso como petróleo, gas, energía e instalaciones industriales, y su estructura es adaptable a otros sectores que requieren una gestión técnica rigurosa de activos críticos [44].

La ISO 14224 se encuentra estrechamente relacionada con la gestión de activos físicos, ya que proporciona información fundamental para la toma de decisiones técnicas y estratégicas. El uso de datos confiables de mantenimiento permite optimizar la vida útil de los activos, reducir costos operativos y mejorar la seguridad industrial [44].

#### **3.4.1. Objetivo y Alcance de la ISO 14224**

El objetivo principal de la ISO 14224 es mejorar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos, mediante el uso sistemático de datos estructurados que permitan

analizar el comportamiento de los activos a lo largo de su ciclo de vida [45].

La norma establece un marco común para la definición de términos, clasificación de equipos, modos de falla y eventos de mantenimiento, lo que facilita la comparación de datos entre distintos sistemas, organizaciones o periodos de tiempo [44].

### **3.4.2. Datos de Confiabilidad y Mantenimiento según la ISO 14224**

La ISO 14224 define un conjunto mínimo de datos que deben ser registrados para cada activo, entre los cuales se incluyen:

- Identificación única del equipo
- Clasificación del activo
- Condiciones de operación
- Eventos de falla
- Modos de falla
- Causas de falla
- Acciones de mantenimiento
- Tiempo de reparación
- Tiempo fuera de servicio

El registro sistemático de estos datos permite calcular indicadores clave de desempeño como el MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time To Repair), disponibilidad y confiabilidad, los cuales son fundamentales para la evaluación del desempeño del mantenimiento [44].

### **3.4.3. Clasificación de Fallas y Eventos de Mantenimiento**

Un elemento central de la ISO 14224 es la clasificación estandarizada de fallas, la cual permite identificar y analizar de forma uniforme los eventos que afectan la operación de los equipos. La norma distingue entre fallas funcionales, fallas potenciales y degradaciones del desempeño, así como entre eventos de mantenimiento preventivo, correctivo y basado en condición [44], [45].

Esta clasificación facilita el análisis estadístico de fallas, la identificación de causas raíz y la mejora continua de los planes de mantenimiento.

### **3.4.4. Cumplimiento de la ISO 14224 en el CMMS**

El sistema desarrollado en el presente proyecto se alinea con los principios establecidos en la norma ISO 14224, ya que permite:

- Registrar información detallada de los activos

- Clasificar fallas y eventos de mantenimiento
- Almacenar historiales de mantenimiento
- Controlar tiempos de intervención y operación
- Generar indicadores de confiabilidad y mantenimiento

Estas funcionalidades permiten analizar el comportamiento de los equipos, identificar patrones de falla y apoyar la toma de decisiones técnicas basadas en información confiable, en concordancia con los lineamientos de la norma [44], [45].

### **3.5. Gestión y mantenimiento industrial**

Esta gestión integra una variedad de métodos de mantenimiento: preventivo, predecible y correctivo, cada uno con un propósito específico para garantizar la acción y la seguridad activas. Además, la gestión de mantenimiento tiene un impacto directo en la productividad y la rentabilidad de la empresa, ya que el mantenimiento efectivo contribuye a la extensión del tiempo útil, mejora la calidad de los productos o servicios y cumple con los términos de seguridad y medio ambiente [46].

En un caso especial, si hay una compañía peor dedicada al mantenimiento de los extintores de incendios, la gestión de mantenimiento adecuada evalúa críticamente la seguridad de los usuarios y sigue las reglas actuales.

#### **3.5.1. Mantenimiento de Sistemas Contra Incendios**

El mantenimiento de los sistemas contra incendios constituye una actividad crítica para garantizar la seguridad de las personas, la protección de bienes y la continuidad operativa de las organizaciones. Entre estos sistemas, los extintores portátiles representan la primera línea de respuesta ante un conato de incendio, por lo que su correcto funcionamiento depende directamente de un mantenimiento periódico, técnico y normado [47].

La ausencia de un mantenimiento adecuado puede provocar fallos operativos, descargas incompletas o incluso riesgos adicionales para el usuario, lo que convierte al mantenimiento de extintores en una actividad regulada por normas técnicas nacionales e internacionales [47].

#### **3.5.2. Normativa Aplicable al Mantenimiento de Extintores**

El mantenimiento de extintores se rige principalmente por estándares internacionales, entre los que destacan:

- **NFPA 10:** Norma para extintores portátiles
- **ISO 11621:** Mantenimiento de equipos contra incendios

- **OSHA 29 CFR 1910:** Regulaciones de seguridad laboral
- Normativas locales de cuerpos de bomberos y autoridades competentes

Estas normas establecen los criterios de inspección, frecuencias, procedimientos técnicos y condiciones de reemplazo de los extintores [48].

### **3.5.3. Tipos de Mantenimiento de Extintores**

El mantenimiento de extintores se clasifica en:

#### **Inspección Visual**

Se realiza de forma mensual y consiste en verificar:

- Presión adecuada
- Integridad del cilindro
- Estado del manómetro
- Precinto y pasador
- Señalización y accesibilidad

Esta inspección permite detectar fallas evidentes antes de que el extintor sea requerido en una emergencia [48].

#### **Mantenimiento Preventivo**

Incluye actividades programadas como:

- Limpieza del equipo
- Verificación del agente extintor
- Revisión de mangueras y boquillas
- Pesaje o medición de presión

Su objetivo es prevenir fallos y prolongar la vida útil del extintor [48].

#### **Mantenimiento Correctivo**

Se realiza cuando el extintor presenta:

- Pérdida de presión
- Daños estructurales
- Descargas parciales

- Componentes defectuosos

Este tipo de mantenimiento busca restaurar la operatividad del equipo [49].

### **Mantenimiento Hidrostático**

Consiste en someter el cilindro a pruebas de presión para verificar su resistencia estructural. Su frecuencia depende del tipo de extintor y del agente extintor utilizado [48].

### **Mantenimiento de Extintores de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Los extintores de CO<sub>2</sub> están diseñados para fuegos de clase B y C, especialmente en equipos eléctricos. Su mantenimiento se basa principalmente en el control del peso, ya que no poseen manómetro [49].

Las actividades principales incluyen:

- Pesaje del cilindro
- Revisión de válvulas y difusores
- Inspección del cuello del cilindro
- Pruebas hidrostáticas cada 5 años

Una pérdida superior al 10 % del peso nominal implica la recarga inmediata del extintor [49].

### **Mantenimiento de Extintores de Polvo Químico Seco (PQS)**

Los extintores PQS son los más utilizados debido a su versatilidad frente a fuegos clase A, B y C. Su mantenimiento incluye [49]:

- Verificación del manómetro
- Inspección del polvo (apelmazamiento)
- Agitación periódica
- Revisión del tubo sifón
- Recarga cada 1 o 5 años según el tipo

El apelmazamiento del polvo reduce significativamente la efectividad del extintor, por lo que el mantenimiento preventivo es esencial [49].

### **Mantenimiento de Extintores Tipo K**

Los extintores Tipo K están diseñados específicamente para incendios en cocinas industriales, causados por aceites y grasas vegetales. Funcionan mediante saponificación, formando una capa que sofoca el fuego [49].

Su mantenimiento incluye:

- Inspección del agente químico húmedo
- Verificación de boquillas de descarga
- Limpieza externa por acumulación de grasa
- Pruebas hidrostáticas periódicas

Estos extintores deben ubicarse estratégicamente y mantenerse libres de contaminación por grasa [49].

### **Mantenimiento de Extintores Cold Fire y Agentes Especiales**

Cold Fire es un agente encapsulador biodegradable utilizado en incendios estructurales, forestales e industriales. Su mantenimiento se enfoca en [49]:

- Control del agente encapsulador
- Verificación de concentraciones
- Inspección de válvulas y boquillas
- Compatibilidad del agente con el cilindro

Debido a su composición química especializada, su mantenimiento debe seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante [49].

### **Otros Tipos de Extintores**

También existen otros extintores que requieren mantenimiento especializado:

- Extintores de agua presurizada
- Extintores de espuma AFFF
- Extintores de agente limpio (FM-200, Novec 1230)

Cada tipo posee requisitos específicos de inspección, recarga y pruebas hidrostáticas [49].

### **3.6. Empresa Worsseg**

Es una empresa especializada en el suministro de servicios técnicos relacionados con la seguridad contra incendios, principalmente centrándose en mantener, carga, comercialización e instalación de extintores y sistemas complementarios.

Ubicada en la ciudad de Latacunga, Worsseg ofrecen amplias soluciones que cumplen con las reglas ecuatorianas actuales sobre la prevención de incendios. Su modelo de negocio se basa en

garantizar la funcionalidad y el funcionamiento permanente de las unidades, manteniendo periódicamente la gestión de acciones efectiva y la trazabilidad completa de los servicios.

Para lograr esto, la empresa requiere de la incorporación de procesos sistemáticos y herramientas tecnológicas que mejoran la planificación, reducen los errores de las personas y proporcionan una mayor seguridad para sus clientes.

#### **4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

El propósito del estudio actual es desarrollar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento informático (CMMS) con la automatización de la automatización en Worseg compañía ubicada en Latacunga. Cada componente metodológico se presenta por separado para mantener la claridad y la precisión en su explicación.

##### **4.1. Enfoque de investigación**

El presente trabajo de investigación se desarrolla bajo un enfoque metodológico mixto, ya que integra de manera complementaria técnicas cuantitativas y cualitativas con el fin de obtener una comprensión más completa y precisa de la problemática abordada.

Desde el enfoque cuantitativo, se realizó la recopilación y análisis de datos numéricos obtenidos de la actividad operativa y comercial actual, tales como el tiempo de ejecución de los procesos, la carga operativa del personal técnico, la frecuencia mensual de errores en los registros, el nivel de eficiencia del personal y el cumplimiento de los horarios establecidos. Estos datos permitieron evaluar el desempeño del sistema antes y después de la implementación del sistema CMMS, posibilitando comparaciones objetivas y medibles que evidencian mejoras en la gestión del mantenimiento y control de procesos.

De forma complementaria, se incorporó un enfoque cualitativo, mediante la aplicación de entrevistas estructuradas y encuestas dirigidas al propietario y al personal técnico, con el objetivo de conocer de manera directa la realidad operativa, las limitaciones del sistema manual y las necesidades reales de los usuarios. La combinación de ambos enfoques facilitó la identificación de requisitos funcionales reales, permitiendo diseñar e implementar una solución tecnológica que se adapta de forma efectiva al flujo de trabajo existente, sin alterar el entorno operativo ni introducir condiciones artificiales. Finalmente, la estructura metodológica adoptada garantiza que la implementación del sistema CMMS responda a necesidades reales del entorno, con resultados medibles y una arquitectura tecnológica escalable y sostenible,

que permite su uso y adaptación futura en función del crecimiento y evolución de la organización

## **4.2. Tipo de investigación**

### **Investigación bibliográfica**

La investigación bibliográfica permitió fundamentar teóricamente el desarrollo del Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS), mediante la revisión y análisis de libros, artículos científicos, normas técnicas, tesis previas y documentación especializada relacionada con la gestión del mantenimiento, sistemas CMMS, metodologías ágiles de desarrollo de software y buenas prácticas en control de activos. Este análisis teórico facilitó la comprensión de conceptos clave, modelos de mantenimiento y criterios de trazabilidad, los cuales sirvieron como base para la definición de requisitos funcionales y el diseño de la arquitectura del sistema, garantizando coherencia científica y técnica en la propuesta desarrollada. Así como también la redacción de la fundamentación teórica.

### **Investigación de campo**

La investigación de campo se llevó a cabo mediante la observación directa de los procesos operativos de mantenimiento, así como la aplicación de entrevistas estructuradas al propietario y al personal técnico involucrado en las actividades diarias. Esta etapa permitió identificar de forma precisa las deficiencias del sistema manual existente, tales como la falta de control en los registros, errores recurrentes, ausencia de trazabilidad y dificultades en la planificación de recargas y servicios. La información recopilada en el entorno real proporcionó un diagnóstico claro de la problemática, permitiendo que la solución tecnológica propuesta se ajuste a las necesidades reales y al flujo de trabajo de la empresa, sin alterar su estructura operativa.

### **Investigación tecnológica**

La investigación tecnológica se orientó al diseño, desarrollo e implementación del Sistema CMMS como una solución informática aplicada, utilizando herramientas y tecnologías actuales como bases de datos relacionales, programación web con arquitectura modular, automatización de procesos y gestión de usuarios con control de roles. Este tipo de investigación permitió transformar el conocimiento teórico y el diagnóstico de campo en un sistema funcional, capaz de automatizar notificaciones, mejorar la trazabilidad del mantenimiento, optimizar la gestión del personal técnico y garantizar el cumplimiento de los requerimientos operativos y organizacionales. La solución desarrollada no solo responde a las necesidades actuales de la empresa, sino que también presenta un enfoque escalable y adaptable para futuras mejoras.

### **4.3. Método de investigación**

Para el desarrollo del presente proyecto se emplearon de manera complementaria el método analítico y el método sintético, los cuales permitieron abordar de forma estructurada el diseño e implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS), garantizando coherencia entre el diagnóstico del problema y la solución tecnológica desarrollada.

El método analítico se aplicó durante la fase de levantamiento de información, mediante el análisis detallado de los resultados obtenidos a partir de encuestas y entrevistas realizadas al personal involucrado en los procesos de mantenimiento, así como la observación directa del funcionamiento operativo del sistema manual existente. Este análisis permitió descomponer el problema en sus componentes principales, tales como el control de clientes, la programación de mantenimiento y recargas, la trazabilidad de los extintores, la gestión de productos y servicios, el manejo de alertas y notificaciones, y la interacción del usuario con el sistema. A partir de este proceso analítico se identificaron deficiencias específicas, como el uso excesivo de hojas de cálculo, la duplicidad de datos, la ausencia de alertas automáticas y la presencia de errores en los registros manuales, lo cual facilitó la definición clara de los requerimientos funcionales y lógicos del sistema CMMS.

Posteriormente, el método sintético se utilizó para integrar los elementos previamente analizados en una solución tecnológica unificada, coherente y automatizada, materializando los requerimientos identificados en un sistema CMMS funcional. Este proceso de síntesis se evidenció en el diseño modular del sistema, donde los módulos de clientes, servicios, catálogo de extintores, extintores asignados, recargas, productos, ventas y notificaciones se interrelacionan mediante una base de datos centralizada y procesos automatizados. La aplicación del método sintético permitió transformar la información obtenida en la fase analítica en una solución informática que no solo cumple con estándares técnicos y normativos aplicables al mantenimiento (como la norma ISO 14224), sino que además mejora la eficiencia operativa, reduce errores humanos y facilita la retroalimentación continua para la optimización del sistema antes de su implementación definitiva.

### **4.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

Las técnicas e instrumentos de investigación utilizados en el presente proyecto se definieron en función de los objetivos específicos planteados y de la naturaleza tecnológica del sistema CMMS desarrollado. Estas técnicas permitieron recopilar, analizar y transformar información

teórica, empírica y técnica en insumos fundamentales para la definición de requisitos, el diseño del sistema y su posterior implementación y validación.

#### **4.4.1. Revisión bibliográfica y análisis documental**

En la fase inicial del proyecto se aplicó la técnica de revisión bibliográfica, con el objetivo de establecer una fundamentación teórica sólida que respalde el desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS). Esta técnica permitió identificar, evaluar y seleccionar literatura científica revisada por pares relacionada con sistemas web, sistemas CMMS, gestión del mantenimiento, trazabilidad de activos, automatización de procesos y buenas prácticas de desarrollo de software.

La revisión incluyó artículos científicos, libros especializados, tesis universitarias y documentos normativos, los cuales fueron organizados y gestionados mediante el uso de fichas bibliográficas y el gestor de referencias Zotero, garantizando un adecuado control de las fuentes y el cumplimiento de criterios académicos. A partir de esta información se realizó la extracción y síntesis teórica, que sirvió como base para la redacción de la fundamentación teórica y la contextualización del sistema CMMS dentro de estándares internacionales de mantenimiento y calidad.

De forma complementaria, se empleó la técnica de análisis documental, orientada al estudio detallado de la información técnica y operativa utilizada por la empresa objeto de estudio. Se analizaron registros históricos de mantenimiento, hojas de cálculo en Excel, formatos manuales, instructivos de inspección de extintores y equipos de seguridad, protocolos de recarga y documentos internos que regulan los procesos de mantenimiento. Este análisis permitió identificar deficiencias específicas como la duplicidad de información, la falta de trazabilidad, errores frecuentes en registros manuales y ausencia de mecanismos automatizados de control y seguimiento, evidenciando la necesidad de una solución tecnológica integrada.

Las principales fuentes e instrumentos utilizados en esta etapa incluyeron bases de datos académicas como Google Scholar, Scopus y ScienceDirect, normas técnicas internacionales como la ISO 14224, documentación técnica interna de la empresa y registros históricos de operación. Toda la información recopilada fue analizada y clasificada sistemáticamente, constituyéndose en un insumo clave para la definición de requisitos funcionales y técnicos, así como para el diseño conceptual y estructural del sistema CMMS, asegurando una solución alineada tanto al contexto operativo real como a estándares internacionales de calidad y mantenimiento.

Todo el análisis documental servirá para generar un registro ordenado de los datos principales de una fuente de información (libro, artículo, tesis, página web, etc.), con esto se obtendrá la ficha bibliográfica de los temas de estudio a tratar en este proyecto de investigación.

#### 4.4.2. Encuesta

Para recopilar datos necesarios en función de ver la factibilidad de implementar un CMMS en la empresa Worseg se realizará una encuesta a los trabajadores, estos datos nos servirán como una pequeña guía sobre los requisitos del sistema y la necesidad en sí de automatizar procesos, Así se evaluará el sistema actual de procesos que se maneja sobre el control de mantenimientos de extintores y sus recargas, por consiguiente, los datos nos verificarán una aceptación o no de una herramienta digital según la necesidad encontrada.

Como instrumento de la encuesta se usará un cuestionario en Google Forms el cual tendrá 10 preguntas sobre la necesidad planteada, en dichas preguntas serán cerradas con 2 frecuencias en cada una, el resultado de estas incógnitas será interpretados y tabulados para un manejo oportuno de información que será fundamental en la toma de decisiones.

#### 4.4.3. Entrevista

Se utilizará una entrevista estructurada para recopilar información, la cual será dirigida tanto al propietario de la empresa Worseg como a un técnico aleatorio responsable de la zona de mantenimiento, se dará con el objetivo de obtener información precisa y verificable sobre el proceso de control de activos actual, el registro de mantenimiento, el tiempo de prueba, el tiempo de respuesta contra las tareas y los métodos actuales.

La entrevista será estructurada con una guía de entrevista sencilla de 5 preguntas abiertas para obtener información confiable y concordante ya que dicho modelo de preguntas nos delimitará con mayor enfoque y detalle la necesidad planteada. A continuación, en la Tabla 4 se observa como instrumento de investigación la guía de la entrevista aplicada.

Tabla 4. Guía de la entrevista

<b>Preguntas</b>
¿Qué tipo de control se lleva sobre el mantenimiento y recarga de los extintores entregados a los clientes?
¿Ha tenido la empresa problemas debido a la falta de seguimiento o vencimiento de recargas?
¿Qué necesidad considera prioritaria para que se mejore la gestión del mantenimiento en la empresa?

¿Qué limitaciones ha encontrado dentro del manejo del proceso de mantenimiento de extintores?
---

¿Considera útil el sistema que automatice las notificaciones anuales para el cliente?
---

#### **4.4.4. Método específico: extreme programming XP**

Metodología Ágil Extreme Programming (XP) se adopta como un marco preferencial para el desarrollo del sistema CMMS (sistema de gestión de mantenimiento computarizado) en la empresa Worsseg, teniendo en cuenta su estructura flexible y sencilla, puesto que el sistema será desarrollado por un solo programador autor del proyecto y esta metodología de desarrollo de software complementa el trabajo unitario gracias a sus iteraciones modulares cortas y el feedback constante con el usuario final, aparte, se centra en la calidad del software y la capacidad de adaptarse rápidamente a los requisitos cambiantes del usuario.

El XP es particularmente útil en el entorno donde los procesos evolucionan constantemente, como es el caso de los mantenimientos preventivos y la trazabilidad de la eliminación, ya que permite mejorar gradualmente el sistema en ciclos cortos con suministros funcionales y verificables desde la etapa inicial del proyecto.

La elección del XP también se basa en su capacidad para promover la comunicación directa y continua entre el desarrollador y los usuarios finales, que fue la clave para reflejar con precisión las verdaderas necesidades de la zona de mantenimiento. Gracias a este método, será posible ajustar rápidamente nuevas características, desviaciones adecuadas y optimizar las corrientes del sistema a medida que se realice el progreso con la implementación. XP se basa en cinco fases esenciales: planificación, diseño, codificación, pruebas y retroalimentación, iterativas paso por paso. Se desarrollará pequeñas partes del sistema en cada ciclo, probadas y aprobadas antes de pasar a la siguiente iteración, lo que garantiza un desarrollo de software estable y funcional.

Este método no solo permite optimizar los tiempos y recursos oportunos, sino que también proporcionó un mayor nivel de compromiso con el usuario final, lo que lo involucra activamente durante todo el proceso de desarrollo.

#### **4.5. Población y muestra**

Para la presente investigación se tomó como muestra a 10 empleados de asistencia, especialmente el personal técnico y operativo que participa directamente en el mantenimiento preventivo, la gestión de acciones, la inspección y la eliminación de la eliminación.

Esta población es el grupo más involucrado con procesos que se optimizarán en el desarrollo

del sistema CMMS (sistema de gestión de mantenimiento de computadora). Aunque la población total (es decir, todos los empleados a nivel nacional) es significativamente mayor, se usó un muestreo intencional y limitado en este proyecto, teniendo en cuenta la naturaleza especializada del sistema. Solo se seleccionaron empleados con experiencia directa en la época actual.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Análisis de la encuesta

En este proyecto se ha usado 10 preguntas base para poder obtener resultados óptimos para el mismo desarrollo y estudio, dado el caso los resultados obtenidos son los siguientes:

#### 5.1.1. Pregunta 1: ¿Lleva un control digital sobre el mantenimiento de extintores?

Tabla 5. ¿Lleva un control digital sobre el mantenimiento de extintores?

Opción	Frecuencia
Si	3
No	7

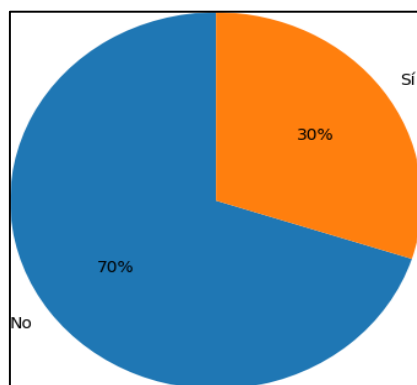


Figura 1. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 1

El 70 % de los encuestados indicó que no cuenta con un control digital, mientras que solo el 30 % afirmó que sí lo realiza. Este resultado evidencia que la gestión del mantenimiento de extintores se realiza mayoritariamente de forma manual o informal, lo que limita la trazabilidad de la información, incrementa el riesgo de errores y dificulta el seguimiento oportuno de las actividades de mantenimiento. Esta situación justifica la necesidad de implementar un sistema CMMS que centralice y digitalice la información.

#### 5.1.2. Pregunta 2: ¿Considera que el método actual de registro manual o Excel es eficiente?

Tabla 6. ¿Considera que el método actual de registro manual o Excel es eficiente?

Opción	Frecuencia
Si	2
No	8

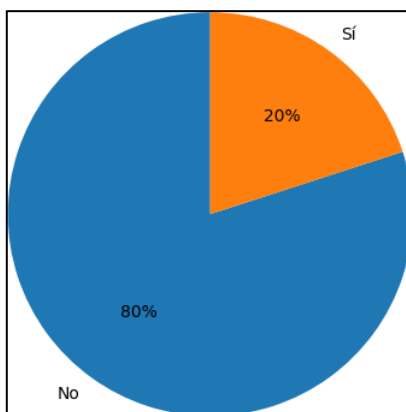


Figura 2. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 2

El 80 % de los encuestados considera que el método actual basado en registros manuales o en hojas de Excel no es eficiente, frente a un 20 % que sí lo considera adecuado. Este resultado refleja una percepción generalizada de insatisfacción con los métodos tradicionales de registro, los cuales no ofrecen automatización, control de errores ni alertas, afectando directamente la eficiencia operativa del proceso de mantenimiento.

**5.1.3. Pregunta 3: ¿Ha existido pérdida de información debido a la falta de trazabilidad digital?**

Tabla 7. ¿Ha existido pérdida de información debido a la falta de trazabilidad digital?

Opción	Frecuencia
Si	6
No	4

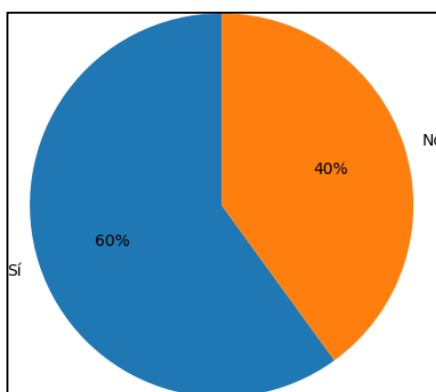


Figura 3. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 3

El 60 % de los participantes manifestó que sí ha existido pérdida de información, mientras que el 40 % indicó lo contrario. Esto demuestra que la ausencia de un sistema digital estructurado ha provocado problemas reales en la gestión de datos, tales como extravío de registros, inconsistencias históricas y dificultades para acceder a información confiable, reforzando la necesidad de una solución tecnológica que garantice trazabilidad y seguridad de la información.

**5.1.4. Pregunta 4: ¿Considera que un sistema de mantenimientos ayudaría a identificar mejor los equipos?**

Tabla 8. ¿Considera que un sistema de mantenimientos ayudaría a identificar mejor los equipos?

Opción	Frecuencia
Si	9
No	1

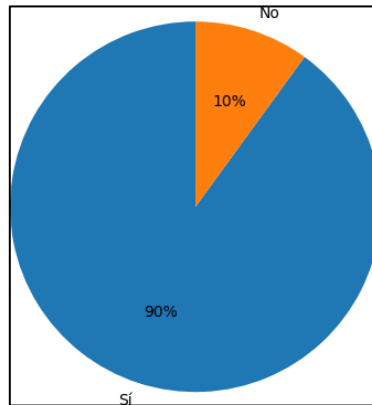


Figura 4. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 4

El 90 % de los encuestados considera que un sistema de mantenimientos facilitaría la identificación de los equipos, mientras que solo el 10 % no lo considera necesario. Este alto porcentaje evidencia la importancia de incorporar mecanismos de identificación única (códigos o etiquetas) dentro del sistema CMMS, permitiendo un control más preciso de cada extintor y su historial de mantenimiento.

**5.1.5. Pregunta 5: ¿Qué tan necesario considera implementar alertas automáticas para mantenimientos?**

Tabla 9. ¿Qué tan necesario considera implementar alertas automáticas para mantenimientos?

Opción	Frecuencia
Muy necesario	8
Poco necesario	2

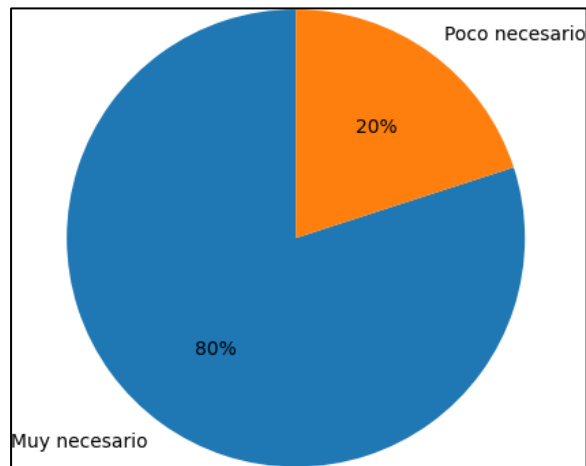


Figura 5. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 5

El 80 % de los encuestados considera muy necesaria la implementación de alertas automáticas, frente a un 20 % que la considera poco necesaria. Este resultado demuestra que la mayoría del personal reconoce la importancia de contar con recordatorios automáticos que ayuden a cumplir los cronogramas de mantenimiento preventivo y correctivo, reduciendo olvidos y riesgos operativos.

**5.1.6. Pregunta 6: ¿Con qué frecuencia suele olvidarse realizar mantenimientos debido a la falta de recordatorios?**

Tabla 10. ¿Con qué frecuencia suele olvidarse realizar mantenimientos debido a la falta de recordatorios?

Opción	Frecuencia
Frecuente	6
Rara vez	4

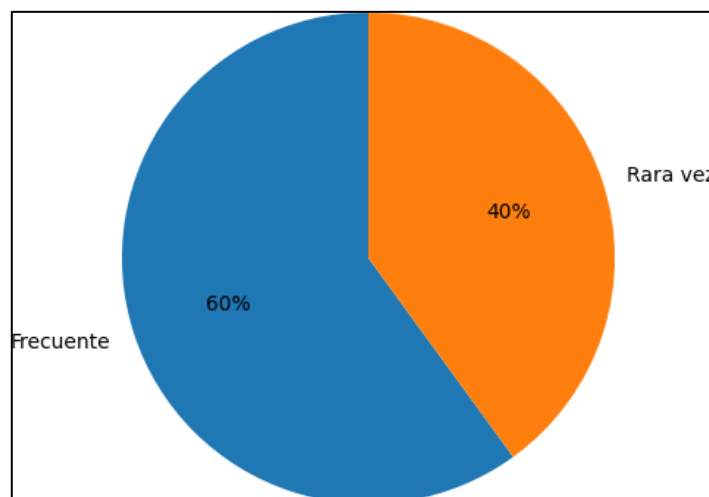


Figura 6. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 6

El 60 % de los encuestados indicó que el olvido de mantenimientos ocurre de forma frecuente, mientras que el 40 % señaló que sucede rara vez. Estos resultados confirman que la falta de un sistema de alertas influye negativamente en el cumplimiento de las actividades de mantenimiento, generando retrasos y posibles incumplimientos normativos, lo cual refuerza la necesidad de automatizar los recordatorios mediante un sistema CMMS.

### 5.1.7. Pregunta 7: ¿Qué formato preferiría para generar reportes técnicos?

Tabla 11. ¿Qué formato preferiría para generar reportes técnicos?

Opción	Frecuencia
Visualización en pantalla	3
PDF descargable	7

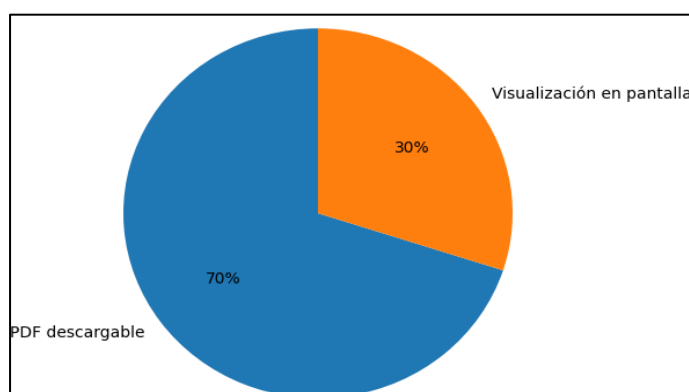


Figura 7. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 7

El 70 % de los encuestados prefiere que los reportes técnicos se generen en formato PDF descargable, mientras que el 30 % opta por la visualización directa en pantalla. Este resultado indica que, aunque la visualización digital es importante, existe una clara preferencia por documentos formales descargables que puedan ser archivados, compartidos o presentados como evidencia técnica y administrativa.

### 5.1.8. Pregunta 8: ¿Considera útil acceder al historial de un extintor desde un celular o Tablet en campo?

Tabla 12. ¿Considera útil acceder al historial de un extintor desde un celular o Tablet en campo?

Opción	Frecuencia
Si	10
No	0

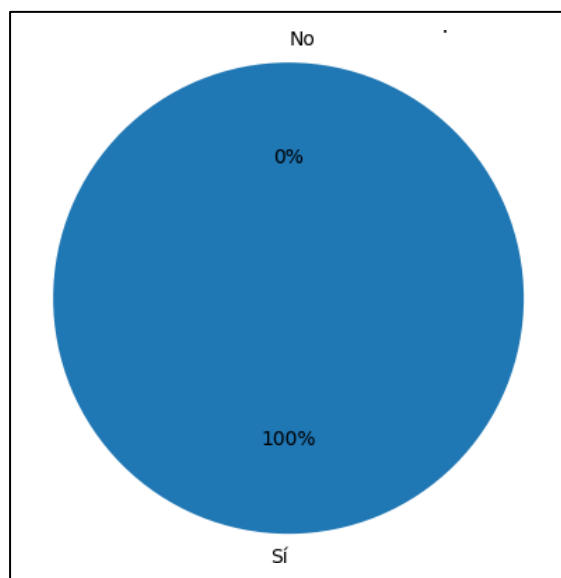


Figura 8. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 8

El 100 % de los encuestados considera útil acceder al historial de los extintores desde dispositivos móviles. Este resultado evidencia una aceptación total hacia el uso de tecnologías móviles en campo, lo que respalda el desarrollo de un sistema CMMS responsivo que permita la consulta de información en tiempo real desde cualquier dispositivo.

**5.1.9. Pregunta 9: ¿Tiene conocimientos básicos con respecto al uso de plataformas digitales como sistemas web?**

Tabla 13. ¿Tiene conocimientos básicos con respecto al uso de plataformas digitales como sistemas web?

Opción	Frecuencia
Si	6
No	4

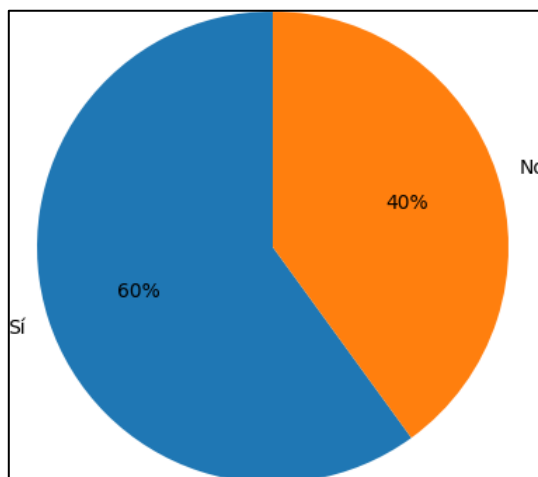


Figura 9. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 9

El 60 % de los encuestados indicó que sí posee conocimientos básicos sobre el uso de plataformas digitales, mientras que el 40 % señaló que no. Estos datos muestran que, aunque existe una base de conocimientos tecnológicos, es necesario considerar procesos de capacitación para garantizar el uso correcto y eficiente del sistema CMMS por parte de todos los usuarios.

**5.1.10. Pregunta 10: ¿Estaría dispuesto a capacitarse para que se utilice un nuevo sistema de mantenimiento digital?**

Tabla 14. ¿Estaría dispuesto a capacitarse para que se utilice un nuevo sistema de mantenimiento digital?

Opción	Frecuencia
Si	10
No	0

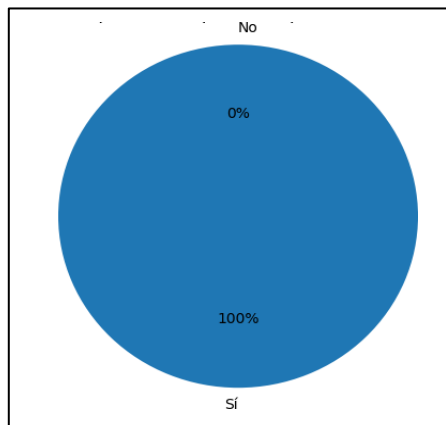


Figura 10. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 10

El 100 % de los encuestados manifestó estar dispuesto a capacitarse para el uso de un nuevo sistema de mantenimiento digital. Este resultado refleja una actitud positiva y una alta predisposición al cambio tecnológico, lo cual favorece la implementación exitosa del sistema CMMS y reduce la resistencia al uso de nuevas herramientas digitales.

**Conclusión general del análisis de la encuesta**

Los resultados de la encuesta evidencian una clara necesidad de digitalizar los procesos de mantenimiento, debido a las deficiencias del sistema manual actual, la pérdida de información, la falta de trazabilidad y la ausencia de alertas automáticas. Asimismo, se identifica una alta aceptación del uso de tecnologías digitales y una disposición total a la capacitación, lo que confirma la viabilidad técnica y operativa de la implementación del sistema CMMS propuesto.

**5.2. Análisis de la entrevista**

A partir de entrevistas realizadas al personal de operaciones y revisiones documentales, se identificaron ineficiencias concretas en los procesos de programación de servicios, emisión de informes y trazabilidad del historial de mantenimiento. Por lo tanto, se establece como

imprescindible contar con un sistema digital robusto que permita automatizar estos procesos. El CMMS surge como la solución más adecuada, al tratarse de un software especializado en la gestión computarizada del mantenimiento, con capacidad de adaptación a entornos industriales diversos.

La entrevista se realizó a dos personas: Dueño de la empresa y técnico de mantenimiento.

Tabla 15. Resultado de la entrevista

<b>Preguntas</b>	<b>Respuesta 1 (Dueño)</b>	<b>Respuesta 2 (Técnico de mantenimiento)</b>
¿Qué tipo de control se lleva sobre el mantenimiento y recarga de los extintores entregados a los clientes?	Se lleva los registros de mantenimiento y recarga por medio de hojas de cálculo en Excel y documentos físicos. Cada técnico anota manualmente los números de extintores y fechas, pero es fácil que se omitan datos esenciales.	Se anota manualmente los servicios en una hoja y luego se la entrega a la administración, pero muchas veces hay errores, y no siempre se actualizan los registros a tiempo.
¿Ha tenido la empresa problemas debido a la falta de seguimiento o vencimiento de recargas?	Sí, en muchas ocasiones no se notificado a tiempo a los clientes acerca de la próxima recarga, generando demoras y pérdidas de servicio.	Sí, ha existido errores, muchos casos se pasó la fecha de recarga anual porque no existe un recordatorio, y al llegar al sitio nos damos cuenta que los extintores ya han sido vencidos.
¿Qué necesidad considera prioritaria para que se mejore la gestión del mantenimiento en la empresa?	Necesitamos el sistema digital que automatice el registro y recuerde la fecha de cada extintor que debe ser recargado, con alertas y con reportes claros.	Un sistema que registre de forma automática los servicios realizados y nos permita ver cuáles extintores poseen mantenimiento pendiente o están próximos a vencer.
¿Qué limitaciones ha encontrado dentro del manejo del proceso de mantenimiento de extintores?	Se depende demasiado del registro manual y esto produce errores, A la vez, no se tiene trazabilidad digital clara por el extintor ni el historial consolidado	No existe un sistema que avise cuán se debe hacer las recargas. Todo es una revisión manual.
¿Considera útil el sistema que automatice las notificaciones anuales para el cliente?	Totalmente, esto permitiría que se mejore la atención al cliente, evitando olvidos y garantizando el cumplimiento de las normas de mantenimiento anual.	Sí, sería algo útil para poder organizar el trabajo, asegurando que los extintores no queden vencidos sin intervención.

De esta manera, se visualiza que existe la necesidad de que se implemente un sistema de mantenimiento programado, dado que se tiene retrasos en dichos mantenimientos y no se cuenta con notificaciones.

### **5.3. Resultados de la Metodología XP**

#### **5.3.1. Fase 1: Planificación**

En la fase de planificación, los objetivos funcionales y operativos del sistema CMMS (sistema de gestión de mantenimiento controlado por computadora) se definieron estratégicamente para modernizar y digitalizar los procesos de mantenimiento en la empresa Worseg. Esta etapa fue importante para crear un progreso claro del proyecto, que fue la base de que se desarrollara una solución tecnológica efectiva, adaptada a los requisitos reales de la empresa. Entre los problemas críticos intentados por resolver se encontraban: trazabilidad de mantenimiento y reposición, plazos automatizados, gestión estructurada de extintores de incendios y generación de informes técnicos automáticos, todos según el enfoque regulatorio respaldado por estándares como ISO 14224.

Para aumentar los requisitos del sistema, los principales participantes en el proceso alojaron varias caras y reuniones virtuales: técnicos de mantenimiento, personal administrativo y director general. Estas sesiones permitieron el mapa de los flujos de trabajo actuales, imponiendo restricciones al sistema manual basados en hojas de cálculo y documentos físicos, y determinar las prioridades funcionales desde el punto de vista del usuario final.

Esta participación activa fue la clave para garantizar que la solución desarrollada respondiera directamente a los puntos débiles abiertos. Se utilizó una revisión bibliográfica exhaustiva y un análisis documental como una técnica complementaria, que probó plataformas CMMS similares utilizadas en otras compañías, estudió una función exitosa y analizó la mejor práctica de mantenimiento digital.

También se revisaron las hojas de mantenimiento anteriores, formularios de carga y documentación de prueba, lo que ayudó a determinar los puntos críticos del sistema actual y guiar el diseño funcional. Una vez que se establecieron los requisitos iniciales, se desarrolló el equilibrio del producto, que es una lista de prioridades para las funciones clave que serían parte del sistema de desarrollo.

La planificación fue flexible y dinámica de acuerdo con los principios de XP, que permitieron incluir cambios cuando surgieron o se abrieron nuevas necesidades.

#### **Historias de usuario**

Tabla 16. Historias de usuario

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
HU01	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> registrar, actualizar, consultar y eliminar clientes, <b>para</b> mantener una base de datos organizada y actualizada de los clientes que requieren servicios de mantenimiento.
HU02	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> visualizar el detalle completo de un cliente, <b>para</b> acceder rápidamente a su información general y ubicación.
HU03	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> administrar el catálogo de extintores, <b>para</b> disponer de un registro estándar de los equipos disponibles.
HU04	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> asignar un extintor específico a un cliente, <b>para</b> llevar control individualizado de cada equipo instalado.
HU05	<b>Como</b> técnico, <b>quiero</b> consultar el historial de mantenimiento de un extintor, <b>para</b> conocer su estado, fechas de recarga y antecedentes técnicos.
HU06	<b>Como</b> técnico, <b>quiero</b> registrar y actualizar recargas de extintores, <b>para</b> mantener actualizado el estado del mantenimiento preventivo y correctivo.
HU07	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> recibir alertas automáticas de mantenimiento, <b>para</b> evitar olvidos y retrasos en las recargas.
HU08	<b>Como</b> administrador, <b>quiero</b> gestionar las notificaciones del sistema, <b>para</b> controlar alertas, estados y mensajes de mantenimiento.
HU09	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> administrar los servicios ofrecidos, <b>para</b> registrar y controlar actividades de mantenimiento.
HU10	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> gestionar productos, <b>para</b> controlar insumos utilizados en los mantenimientos.
HU11	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> registrar ventas de servicios, productos o extintores, <b>para</b> llevar control económico y operativo.
HU12	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> generar reportes técnicos en formato PDF, <b>para</b> contar con documentación formal y verificable.
HU13	<b>Como</b> técnico en campo, <b>quiero</b> acceder al sistema desde un celular o tablet, <b>para</b> consultar información en tiempo real.
HU14	<b>Como</b> usuario del sistema, <b>quiero</b> iniciar sesión de forma segura, <b>para</b> acceder solo a las funciones permitidas según mi rol.
HU15	<b>Como</b> administrador, <b>quiero</b> crear, editar y eliminar usuarios, <b>para</b> controlar el acceso al sistema.
HU16	<b>Como</b> usuario autenticado, <b>quiero</b> actualizar mi perfil, <b>para</b> mantener mis datos personales actualizados.
HU17	<b>Como</b> usuario, <b>quiero</b> cambiar mi contraseña, <b>para</b> garantizar la seguridad de mi cuenta.
HU18	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> visualizar un dashboard con indicadores clave, <b>para</b> tener una visión general del estado del sistema.
HU19	<b>Como</b> sistema, <b>quiero</b> validar todos los datos ingresados, <b>para</b> evitar errores humanos y registros inconsistentes.
HU20	<b>Como</b> organización, <b>quiero</b> que el sistema sea escalable, <b>para</b> adaptarlo a futuras necesidades.

## Historias de usuario con priorización XP

Tabla 17. Historias de usuario priorizadas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
HU01	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> registrar, actualizar, consultar y eliminar clientes, <b>para</b> mantener una base de datos organizada y actualizada de los clientes que requieren servicios de mantenimiento.	<b>Alta</b>
HU02	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> visualizar el detalle completo de un cliente, <b>para</b> acceder rápidamente a su información general y ubicación.	<b>Alta</b>
HU03	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> administrar el catálogo de extintores, <b>para</b> disponer de un registro estándar de los equipos disponibles.	<b>Alta</b>
HU04	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> asignar un extintor específico a un cliente, <b>para</b> llevar control individualizado de cada equipo instalado.	<b>Alta</b>
HU05	<b>Como</b> técnico, <b>quiero</b> consultar el historial de mantenimiento de un extintor, <b>para</b> conocer su estado, fechas de recarga y antecedentes técnicos.	<b>Alta</b>
HU06	<b>Como</b> técnico, <b>quiero</b> registrar y actualizar recargas de extintores, <b>para</b> mantener actualizado el estado del mantenimiento preventivo y correctivo.	<b>Alta</b>
HU07	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> recibir alertas automáticas de mantenimiento, <b>para</b> evitar olvidos y retrasos en las recargas.	<b>Alta</b>
HU08	<b>Como</b> administrador, <b>quiero</b> gestionar las notificaciones del sistema, <b>para</b> controlar alertas, estados y mensajes de mantenimiento.	<b>Alta</b>
HU09	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> administrar los servicios ofrecidos, <b>para</b> registrar y controlar actividades de mantenimiento.	<b>Media</b>
HU10	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> gestionar productos, <b>para</b> controlar insumos utilizados en los mantenimientos.	<b>Media</b>
HU11	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> registrar ventas de servicios, productos o extintores, <b>para</b> llevar control económico y operativo.	<b>Media</b>

HU12	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> generar reportes técnicos en formato PDF, <b>para</b> contar con documentación formal y verificable.	<b>Media</b>
HU13	<b>Como</b> técnico en campo, <b>quiero</b> acceder al sistema desde un celular o tablet, <b>para</b> consultar información en tiempo real.	<b>Media</b>
HU14	<b>Como</b> usuario del sistema, <b>quiero</b> iniciar sesión de forma segura, <b>para</b> acceder solo a las funciones permitidas según mi rol.	<b>Alta</b>
HU15	<b>Como</b> administrador, <b>quiero</b> crear, editar y eliminar usuarios, <b>para</b> controlar el acceso al sistema.	<b>Alta</b>
HU16	<b>Como</b> usuario autenticado, <b>quiero</b> actualizar mi perfil, <b>para</b> mantener mis datos personales actualizados.	<b>Baja</b>
HU17	<b>Como</b> usuario, <b>quiero</b> cambiar mi contraseña, <b>para</b> garantizar la seguridad de mi cuenta.	<b>Baja</b>
HU18	<b>Como</b> administrador o técnico, <b>quiero</b> visualizar un dashboard con indicadores clave, <b>para</b> tener una visión general del estado del sistema.	<b>Media</b>
HU19	<b>Como</b> sistema, <b>quiero</b> validar todos los datos ingresados, <b>para</b> evitar errores humanos y registros inconsistentes.	<b>Alta</b>
HU20	<b>Como</b> organización, <b>quiero</b> que el sistema sea escalable, <b>para</b> adaptarlo a futuras necesidades.	<b>Baja</b>

### Tabla de iteraciones XP

Tabla 18. Tabla de iteraciones

<b>ITERACIÓN (SPRINT)</b>	<b>HISTORIAS DE USUARIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ITERACIÓN</b>
<b>Iteración 1</b>	HU14, HU15, HU19	Implementación del sistema de autenticación, control de acceso por roles y validaciones generales de datos.
<b>Iteración 2</b>	HU01, HU02	Desarrollo del módulo de gestión de clientes y visualización detallada de información.
<b>Iteración 3</b>	HU03	Implementación del catálogo de extintores con funciones de gestión y búsqueda.

<b>Iteración 4</b>	HU04, HU05	Asignación de extintores a clientes y consulta del historial de mantenimiento.
<b>Iteración 5</b>	HU06	Desarrollo del módulo de recargas con actualización y sincronización automática.
<b>Iteración 6</b>	HU07, HU08	Implementación del sistema de alertas automáticas y gestión de notificaciones.
<b>Iteración 7</b>	HU09, HU10	Desarrollo de los módulos de servicios y productos.
<b>Iteración 8</b>	HU11, HU12	Implementación del módulo de ventas y generación de reportes técnicos en PDF.
<b>Iteración 9</b>	HU18	Desarrollo del dashboard con indicadores clave del sistema.
<b>Iteración 10</b>	HU13, HU16, HU17, HU20	Optimización del sistema: acceso móvil, gestión de perfil, cambio de contraseña y escalabilidad.

### 5.3.2. Fase 2: Diseño

En esta etapa, la arquitectura integrada del sistema CMMS se diseñó con un enfoque al administrador y técnico de la empresa. Diseño centrado en garantizar la eficiencia, conveniencia y adaptabilidad tecnológica del rendimiento en varios contextos laborales con personal técnico y administrativo. Se buscó hacer que el sistema estable, pero al mismo tiempo intuitivo, lo que permitió a los usuarios operar sin la necesidad de un alto conocimiento tecnológico.

Se desarrollaron diagramas de casos de uso que representaban directamente cada una de las actividades del ciclo de mantenimiento. Entre las corrientes modeladas incluyen: tareas de mantenimiento, ingresar inspecciones técnicas, trazabilidad fiscal, emitir informes técnicos y cerrar la orden de trabajo. Estos procesos sirvieron como base para determinar y estructurar la lógica funcional del código con acción del sistema real. La arquitectura del sistema de enfoque técnico se desarrolló utilizando Django como la prioridad del backend, lo que permitió la introducción de un modelo -el modelo de diseño del controlador (MVC), que facilita una organización de código claro, el mantenimiento del sistema y la escalabilidad de las funciones.

Se usó la base de datos relacional Postgresql 17 y se respalda clientes usuarios extintores productos y servicios incluido ventas). El sistema fue diseñado para ser completamente responsable y para garantizar que se pueda usar desde escritorios, dispositivos móviles y tabletas en el campo. Esta decisión fue la clave, ya que muchos técnicos peores llevaban a cabo sus funciones de la oficina y solicitaron una solución que les permitiera consultar con información, registrar servicios e incluso en tiempo real, incluso en una conexión limitada.

Hablando de experiencia en el usuario (UX), marcos de cables, prototipos de embarcaciones y simulacros interactivos de todas las interfaces críticas en el sistema, incluyendo:

Gestión de inventario y usuarios, tanto técnica como administrativamente. Estos diseños fueron compartidos y aprobados por el equipo técnico de Worserg utilizando sesiones de prototipo rápido y validación temprana utilizando herramientas como Figma y Marvel App. Se llevaron a cabo simulaciones de escenarios reales, donde los usuarios viajaron cada una de las pantallas planificadas y realizaron tareas como si iban a trabajar. La retroalimentación recopilada en estas pruebas se permitió detectar mejoras de navegación, simplificar los formularios y ajustar la jerarquía visual de la información más apropiada.

Además, las estructuras de datos esenciales del sistema se definieron modelando dispositivos clave como:

- Usuarios (técnico y administrador) Clientes y ubicaciones físicas Inspecciones técnicas y cargos.
- Tareas programadas (mantenimiento preventivo y correctivo) Alarmas y mensajes automáticos.
- Documentación agregada (revisiones, fotos, página de servicio).

Estas estructuras se organizaron de acuerdo con los principios de normalización para garantizar la integridad y consistencia de los datos, pero con un diseño suficientemente flexible para una mayor integración de las extensiones del sistema, como nuevos tipos de equipos. Los elementos de seguridad y acceso también se incluyeron en los niveles que garantizaban que los empleados autorizados solo pueden ver información confidencial. Como por ejemplo los técnicos pueden acceder solo a los extintores lanzados, mientras que los administradores tienen una visión del sistema global, un historial completo y a los usuarios completos y al control de permisos. Finalmente, se desarrollaron mecanismos de integración futuros con otros sistemas, como las plataformas de administración de clientes (CRM) o los sistemas de contabilidad, preparando los puntos finales y utilizando tecnologías estandarizadas que facilitan la compatibilidad.

### **Diagramas de casos de uso**

Los diagramas de casos de uso permiten representar de manera gráfica la interacción entre los actores del sistema y las funcionalidades del CMMS. Cada caso de uso fue derivado directamente de las historias de usuario definidas bajo la metodología XP, garantizando trazabilidad entre los requerimientos levantados, el diseño del sistema y la implementación final. Los cuales son:

#### **Casos de uso del Administrador**

- Iniciar sesión

- Gestionar usuarios
- Gestionar clientes
- Visualizar detalle de clientes
- Gestionar catálogo de extintores
- Asignar extintores a clientes
- Gestionar servicios
- Gestionar productos
- Gestionar ventas
- Gestionar notificaciones
- Generar reportes técnicos
- Visualizar dashboard

**Relación con historias de usuario:** HU01, HU02, HU03, HU04, HU08, HU09, HU10, HU11, HU12, HU14, HU15, HU18

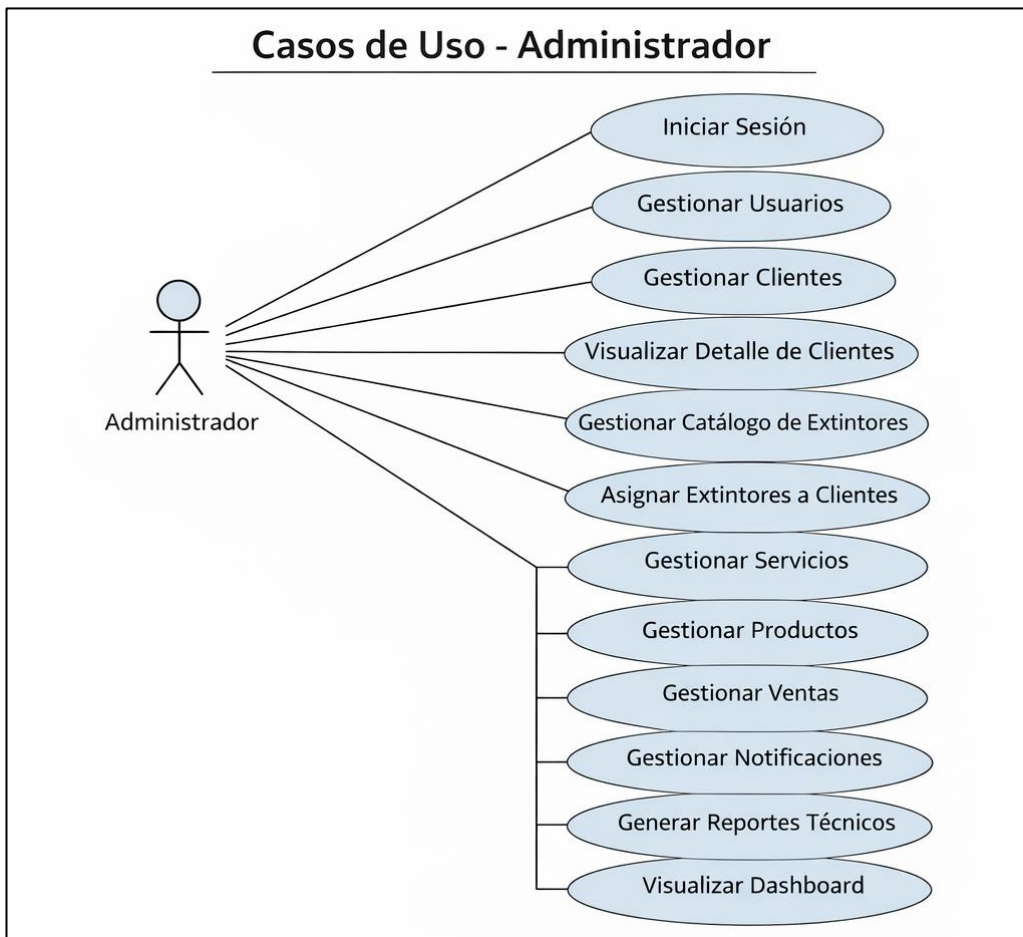


Figura 11. Diagrama de caso de uso de administrador

## Casos de uso del Técnico

- Iniciar sesión
- Gestionar clientes
- Asignar extintores a clientes
- Consultar historial de extintores
- Registrar y actualizar recargas
- Recibir alertas automáticas
- Gestionar servicios
- Gestionar productos
- Registrar ventas
- Generar reportes técnicos
- Acceso móvil al sistema
- Visualizar dashboard

**Relación con historias de usuario:** HU01, HU02, HU04, HU05, HU06, HU07, HU09, HU10, HU11, HU12, HU13, HU14, HU18

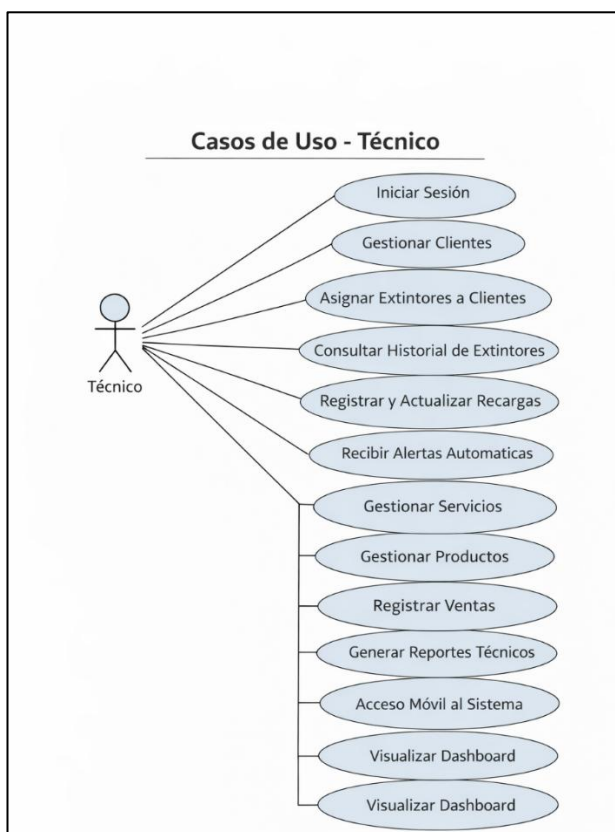


Figura 12. Diagrama de caso de uso de técnico

## Casos de uso del Usuario

- Iniciar sesión
- Actualizar perfil
- Cambiar contraseña

**Relación con historias de usuario:** HU14, HU16, HU17

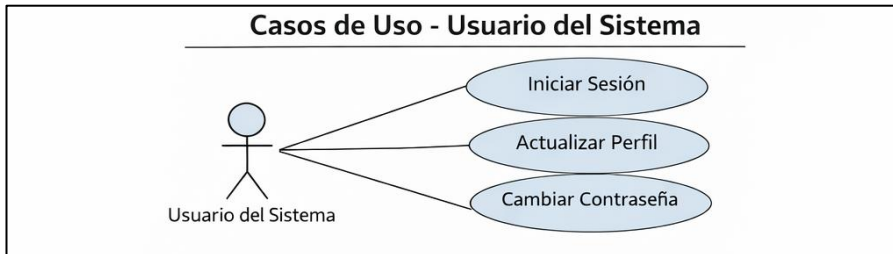


Figura 13. Diagrama de caso de uso usuario

## Arquitectura del sistema

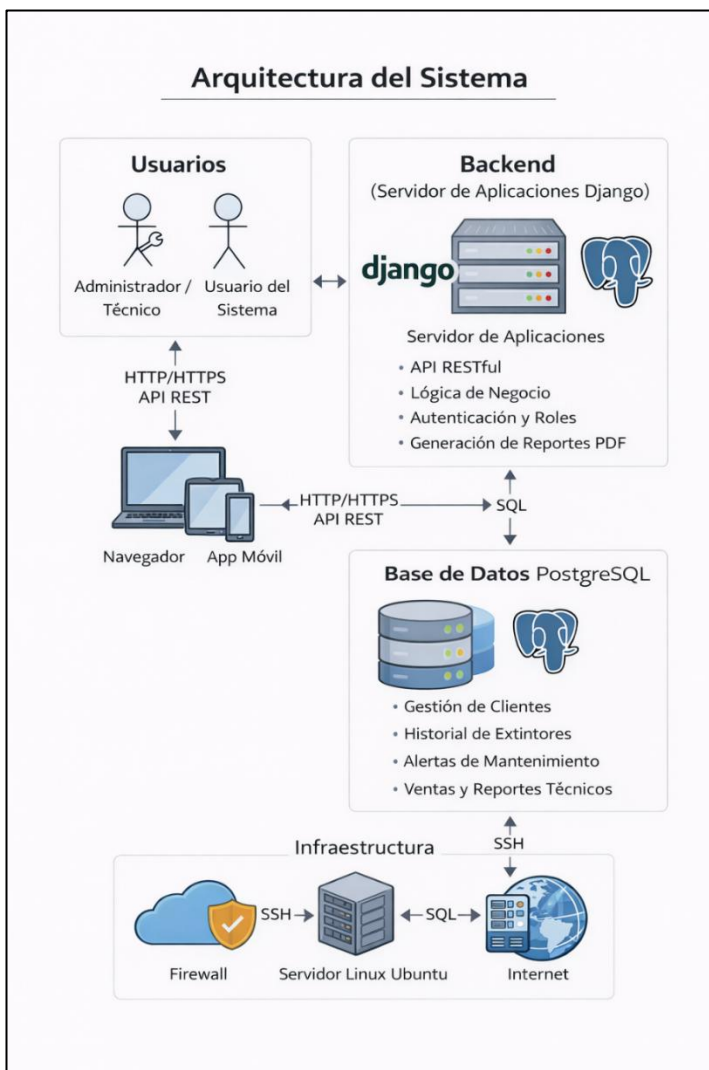


Figura 14. Arquitectura del sistema

## Diseño preliminar de interfaces (Bocetos)

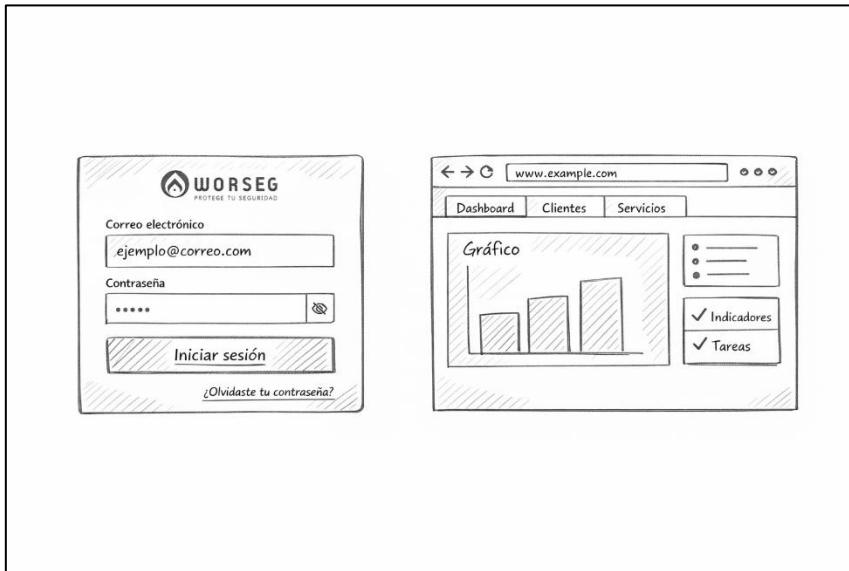


Figura 15. Boceto preliminar de login y dashboard



Figura 16. Boceto preliminar de gestión

## Modelo entidad relación de la base de datos del sistema CMMS Worseg

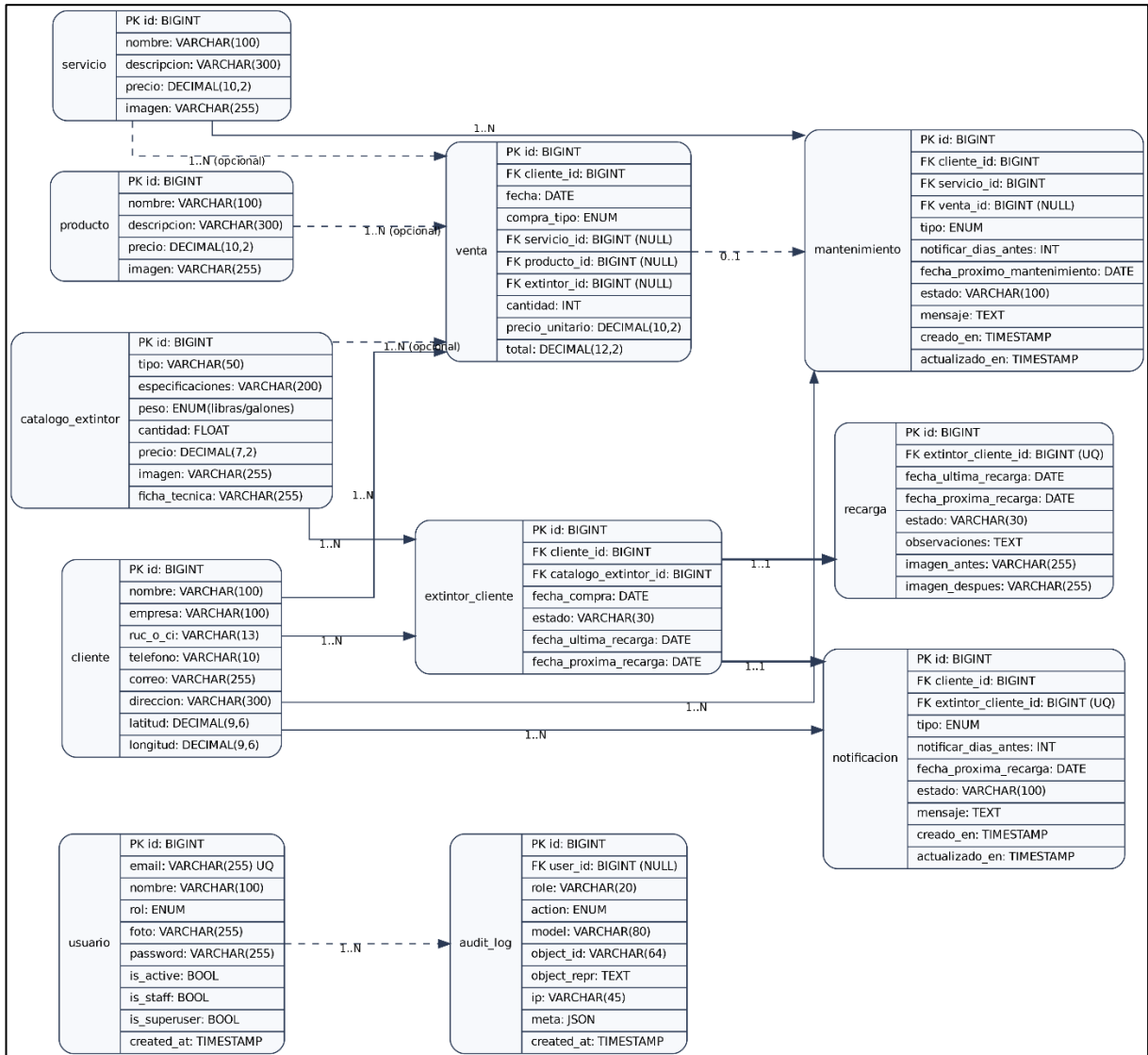


Figura 17. Modelo entidad relación de la base de datos

### 5.3.3. Fase 3: Codificación

El paso de codificación se tomó utilizando iteraciones cortas y controladas, cuidadosamente de acuerdo con el método de programación extrema (XP). Esta estrategia permitió más y más funcionalidad, asegurando la validación temprana de cada módulo y manteniendo una adaptación constante a los requisitos cambiantes del usuario. Cada ciclo de codificación se centró en el desarrollo de una o más funciones específicas, que se probaron inmediatamente, revisaron y, si las necesidades, se ajustaban antes de que continuara dicho ciclo.

El desarrollo del sistema CMMS se realizó utilizando un marco Django, que facilita una estructura estable basada en el modelo de modelo arquitectónico (MVC). El borde se construyó utilizando el motor de plantilla Django en combinación con HTML5, CSS3 y JavaScript, que

permitió crear una interfaz intuitiva que sea compatible con dispositivos móviles, tabletas y tablas. Estas tecnologías también proporcionaron una carga suave de componentes visuales y una buena experiencia de usuario de campo. El control de la versión se controló a través de Gitab, una herramienta que permitió monitorear estrictamente el historial de los cambios, facilitó la cooperación entre los desarrolladores y garantizó el código de recuperación antes de posibles errores o conflictos. Utilizando ramas (ramas), cada funcionalidad se desarrolló en aislada e integrada en el proyecto principal solo después de revisiones y pruebas especiales. Entre las propiedades codificadas más relevantes están:

Registro automatizado de mantenimiento preventivo y correctivo, incluidos los campos para la fecha de servicio, el tipo de mantenimiento, el técnico responsable, las observaciones y la firma digital. Generación de informes técnicos de PDF desde filtros dinámicos por fecha, cliente, ubicación o técnico asignado.

Inspecciones cercanas o equipos inactivos. Creación del panel de gestión a partir del cual se gestionan los usuarios del sistema, los extintores de incendios, los planes de mantenimiento y los informes estadísticos.

Además, se codificaron formas razonables para cargar y editar información técnica con validación de campo automático. Estos formularios fueron diseñados para ajustarse a varias soluciones de pantalla y reducir los errores de las personas durante el registro de datos. También se incluyeron filtros y búsquedas mejorados, lo que permitió al usuario encontrar información efectiva en elementos grandes.

En términos de organización del código, la programación orientada a objetos (POO) se utilizó para dividir las características a controladores reciclables, modelos robustos y vistas personalizadas. Esta estructura prefería el mantenimiento y la escalabilidad del sistema, lo que le permite agregar nuevas características sin afectar las existentes. También se utilizaron principios de codificación puros (código limpio), como eliminar el despido, separar las tareas, usar palabras descriptivas para funciones y variables y documentación interna utilizando comentarios bien estructurados. Esta práctica no solo mejoró la lectura del código, sino que también facilitó su descripción general de otros desarrolladores. En términos de seguridad, mecanismos como:

Noticias del usuario (el lado del servidor y el cliente suprimen) Confirmación completa con roles y permisos para inter -software

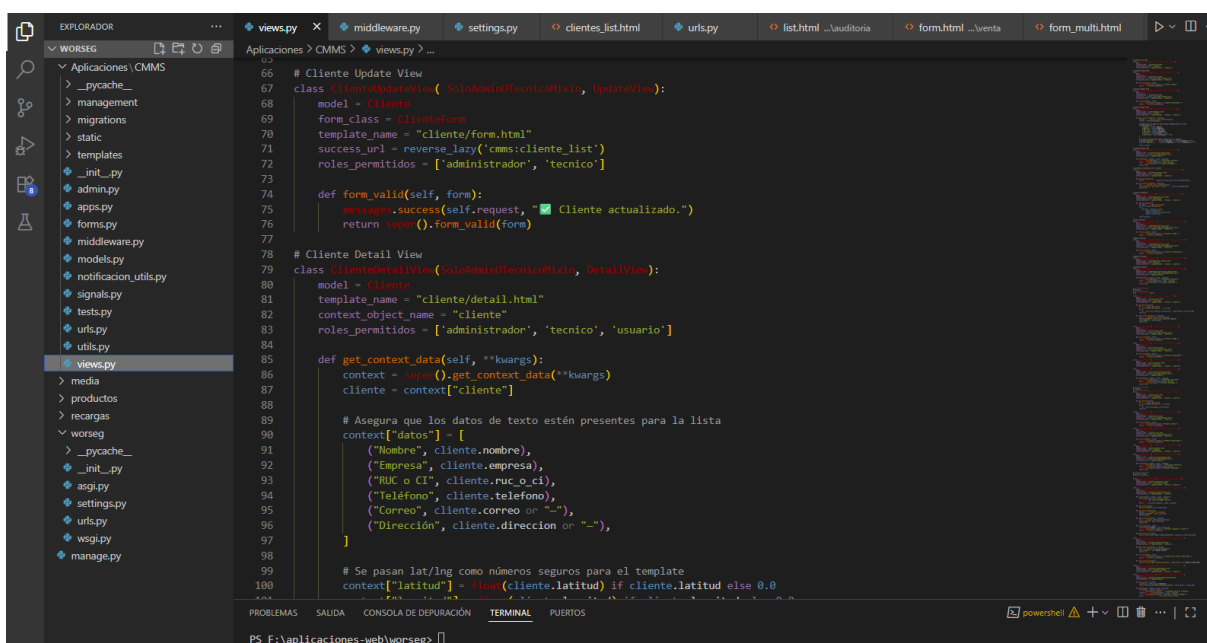
Cifrado y sesiones de contraseña utilizando mecanismos originales de Laravel

Cada ciclo de desarrollo culminó en la revisión exhaustiva del código de la cooperación

utilizando requisitos donde se analizó la calidad del código, el cumplimiento de los estándares, la eficiencia de las consultas SQL y la compatibilidad del módulo con el resto del sistema.

Esta descripción general de la integración permitió errores lógicos, inconsistencias o posibles mejoras en la arquitectura. Finalmente, el enfoque iterativo de XP que podría probar las nuevas funciones del entorno real o simulado al final de cada iteración y dar comentarios inmediatos que se integraron en la siguiente ronda de codificación. Esto permitió mantener una mejora continua del sistema que garantiza que cada componente cumpla con las expectativas funcionales, técnicas y operativas

## Sistema del lado del servidor



```
66 # Cliente Update View
67 class ClienteUpdateView(SoloAdminTecnicoMixin, UpdateView):
68     model = Cliente
69     form_class = ClienteForm
70     template_name = "cliente/form.html"
71     success_url = reverse_lazy('cmms:cliente_list')
72     roles_permitidos = ['administrador', 'tecnico']
73
74     def form_valid(self, form):
75         message.success(self.request, "✅ Cliente actualizado.")
76         return super().form_valid(form)
77
78 # Cliente Detail View
79 class ClienteDetailView(SoloAdminTecnicoMixin, DetailView):
80     model = Cliente
81     template_name = "cliente/detail.html"
82     context_object_name = "cliente"
83     roles_permitidos = ['administrador', 'tecnico', 'usuario']
84
85     def get_context_data(self, **kwargs):
86         context = super().get_context_data(**kwargs)
87         cliente = context["cliente"]
88
89         # Asegura que los datos de texto estén presentes para la lista
90         context["datos"] = [
91             ("Nombre", cliente.nombre),
92             ("Empresa", cliente.empresa),
93             ("RUC o CI", cliente.ruc_o_ci),
94             ("Teléfono", cliente.telefono),
95             ("Correo", cliente.correo or "-"),
96             ("Dirección", cliente.direccion or "-"),
97         ]
98
99         # Se pasan lat/long como números seguros para el template
100         context["latitud"] = float(cliente.latitud) if cliente.latitud else 0.0
101         context["longitud"] = float(cliente.longitud) if cliente.longitud else 0.0
```

Figura 18. Sistema en producción.

### 5.3.4. Fase 4: Pruebas

Las pruebas fueron una etapa importante en el ciclo XP, que se introdujo a partir de las primeras etapas del desarrollo. Se utilizaron diferentes pruebas para garantizar la resistencia, la funcionalidad y la utilidad del sistema:

Pruebas funcionales: convencieron que cada característica cumple con los requisitos del usuario final como se define en la fase de planificación. La lista de verificación de validación se utilizó para cumplir con los requisitos de cada sistema, tanto técnicos como operativos.

Además, se realizaron pruebas manuales en varios navegadores (cromo, Firefox, Edge) y dispositivos (PC, tableta, teléfonos móviles) para garantizar la compatibilidad del sistema y la adaptación en el entorno de trabajo real. Las sesiones de prueba con usuarios reales, es decir, técnicos y gerentes de mantenimiento que imitaban el flujo de trabajo real: desde la exploración

de exclusión hasta el historial de mantenimiento para actualizar el historial.

Estas pruebas pueden detectar errores, confirmar la lógica del sistema y ajustar la interfaz de acuerdo con las propuestas del personal operativo. También se llevaron a cabo pruebas de rendimiento que imitaban varios objetos simultáneos y generan revisiones integrales para confirmar que el sistema responde de manera efectiva sin poner en peligro la experiencia del usuario. Este enfoque permitió al equipo garantizar un entorno de gestión de mantenimiento funcional, confiable.

A continuación, vamos a datar los casos de prueba de la primera iteración la cual consta las historias de usuario N°: 14,

### Casos de prueba

Tabla 19.Caso de prueba de la historia de usuario 14

Nº Caso de prueba	Nº de historia de usuario	Usuario	Evaluador
CPF001	HU14	Administrador / Técnico	Evaluador del sistema
<b>Objetivo de la prueba:</b>	<b>Iniciar sesión en el sistema</b>		
<b>Descripción:</b>	Verificar que el usuario pueda iniciar sesión utilizando credenciales válidas en el sistema CMMS.		
<b>Condiciones de entrada:</b>	El usuario debe estar previamente registrado y contar con credenciales válidas.		
<b>Entrada 1:</b>	Correo electrónico y contraseña correctos.		
<b>Resultado esperado 1:</b>	El sistema permite el acceso y redirige al dashboard correspondiente según el rol.		
<b>Evaluación de la prueba:</b>	APROBADA		

Tabla 20. Caso de prueba de la historia de usuario 14

N° Caso de prueba	N° Historia de usuario	Usuario	Evaluador
CPF002	HU14	Administrador / Técnico	Evaluador del sistema
<b>Objetivo de la prueba:</b>	<b>Validar credenciales incorrectas</b>		
<b>Descripción:</b>	Comprobar que el sistema rechace el acceso cuando se ingresan credenciales inválidas.		
<b>Condiciones de entrada:</b>	Usuario registrado en el sistema.		
<b>Entrada 1:</b>	Correo electrónico válido y contraseña incorrecta.		
<b>Resultado esperado 1:</b>	El sistema muestra un mensaje de error y no permite el acceso.		
<b>Evaluación de la prueba:</b>	NEGADA		

Tabla 21. Caso de prueba de la historia de usuario 15

N° Caso de prueba	N° Historia de usuario	Usuario	Evaluador
CPF003	HU15	Administrador	Evaluador del sistema
<b>Objetivo de la prueba:</b>	<b>Crear un nuevo usuario</b>		
<b>Descripción:</b>	Verificar que el administrador pueda crear usuarios y asignar roles correctamente.		
<b>Condiciones de entrada:</b>	Administrador autenticado en el sistema.		
<b>Entrada 1:</b>	Datos válidos del nuevo usuario (correo, nombre, rol, contraseña).		
<b>Resultado esperado 1:</b>	El usuario se crea correctamente y queda habilitado en el sistema.		
<b>Evaluación de la prueba:</b>	APROBADA		

Tabla 22. Caso de prueba de la historia de usuario 15

N° Caso de prueba	N° Historia de usuario	Usuario	Evaluador
CPF004	HU15	Administrador / Técnico	Evaluador del sistema
<b>Objetivo de la prueba:</b>	<b>Validar permisos según rol</b>		
<b>Descripción:</b>	Comprobar que el sistema limite el acceso a funcionalidades según el rol del usuario.		
<b>Condiciones de entrada:</b>	Usuario autenticado con rol técnico.		
<b>Entrada 1:</b>	Intentar acceder a un módulo exclusivo del administrador.		
<b>Resultado esperado 1:</b>	El sistema restringe el acceso y muestra un mensaje de permiso denegado.		
<b>Evaluación de la prueba:</b>	APROBADO		

Tabla 23. Caso de prueba de la historia de usuario 19

N° Caso de prueba	N° Historia de usuario	Usuario	Evaluador
CPF005	HU19	Administrador / Técnico	Evaluador del sistema
<b>Objetivo de la prueba:</b>	<b>Validar campos obligatorios</b>		
<b>Descripción:</b>	Verificar que el sistema valide correctamente los datos ingresados en los formularios.		
<b>Condiciones de entrada:</b>	Usuario autenticado en el sistema.		
<b>Entrada 1:</b>	Ingreso de datos incompletos o inválidos en un formulario.		
<b>Resultado esperado 1:</b>	El sistema muestra mensajes de validación y no permite guardar información incorrecta.		
<b>Evaluación de la prueba:</b>	APROBADO		

Tabla 24. Caso de prueba de la historia de usuario 19

N° Caso de prueba	N° Historia de usuario	Usuario	Evaluador
CPF006	HU19	Administrador / Técnico	Evaluador del sistema
<b>Objetivo de la prueba:</b>	<b>Prevenir registros inconsistentes</b>		
<b>Descripción:</b>	Comprobar que el sistema impida guardar registros duplicados o inconsistentes.		
<b>Condiciones de entrada:</b>	Datos previamente registrados en el sistema.		
<b>Entrada 1:</b>	Intentar registrar información duplicada.		
<b>Resultado esperado 1:</b>	El sistema bloquea el registro y muestra una advertencia.		
<b>Evaluación de la prueba:</b>	APROBADO		

#### 4.12. Retroalimentación

La fase de retroalimentación fue una parte esencial del proceso de desarrollo del sistema CMMS, ya que permitió que el producto se adaptara a las necesidades reales de los usuarios continuamente. Según los principios de la metodología de programación extrema (XP), este paso se centró en recopilar observaciones, recomendaciones y críticas constructivas después de cada iteración, lo que permitió que las mejoras se realizaran de manera permanente y oportuna. Durante el desarrollo de los principales usuarios del sistema, se llevaron a cabo sesiones de revisión semanales, incluidos técnicos de mantenimiento, supervisores y personal administrativo.

Estas reuniones proporcionaron información valiosa sobre el rendimiento del sistema, la claridad de la interfaz, la eficiencia del flujo de trabajo y la funcionalidad general de la herramienta. Entre los aspectos evaluados se identificaron opciones de mejora, como la visualización cronológica del historial de mantenimiento, el enfoque filtrado para los informes por fecha o el tipo de evento, y la necesidad de crear alarmas más visibles y directas si el equipo es aproximadamente un período de auditoría o fecha de vencimiento. Esta retroalimentación fue la clave para optimizar la experiencia del usuario y aumentar la eficiencia operativa del sistema. Gracias a la elasticidad del XP, estas propuestas se integraron rápidamente en tales ciclos. La experiencia del usuario (UX) también se mejoró en dispositivos móviles que optimizaron los menús, los botones y las formas para facilitar el uso del sistema de tabletas y teléfonos durante la inspección de campo. Los elementos visuales y las estructuras de navegación se personalizaron para garantizar que el sistema sea comprensible, incluso para los usuarios con una pequeña experiencia tecnológica.

Del mismo modo, los usuarios exigieron nuevas características, como agrupar extintores de incendios por ubicación física, generar alarmas personalizadas por mantenimiento (profiláctico o correctivo) y un resumen mensual automático que se puede exportar en formato PDF o Excel. Estas propuestas fueron documentadas, priorizadas e implementadas principalmente en las finales. Todo el proceso de retroalimentación se agregó a los formularios de evaluación, revistas con observaciones y elementos en los documentos de Google, lo que permitió una clara trazabilidad de cada mejora utilizada. La interacción constante con los usuarios finales fue la clave del sistema CMMS final para ajustarse a las expectativas de acción ambiental real.

#### **5.4. Costo del Software**

Para la estimación del costo del software desarrollado se utilizó la técnica de estimación por tamaño de historias de usuario (T-Shirt Sizes), una práctica común en metodologías ágiles y perfectamente compatible con Extreme Programming (XP), metodología aplicada en el presente proyecto.

Esta técnica permite realizar una estimación aproximada del esfuerzo de desarrollo asignando un tamaño relativo a cada historia de usuario, considerando su complejidad, funcionalidad, validaciones, pruebas y nivel de integración con el sistema CMMS.

Los tamaños definidos y el tiempo estimado asociado a cada uno se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 25. Tiempo estimado en función de días

Tamaño	Tiempo estimado
XS	2 días
S	3 – 4 días
M	5 – 6 días
L	7 – 8 días
XL	Más de 9 días

### Asignación de tamaños a las historias de usuario

Tabla 26. Tamaño de las historias de usuario

Código	Descripción	Tamaño
HU01	Gestión completa de clientes (CRUD)	L
HU02	Visualizar detalle y ubicación del cliente	S
HU03	Administración del catálogo de extintores	M
HU04	Asignar extintores a clientes	L
HU05	Consultar historial de mantenimiento de extintores	M
HU06	Registrar y actualizar recargas	L
HU07	Recepción de alertas automáticas de mantenimiento	XL
HU08	Gestión de notificaciones del sistema	M
HU09	Administración de servicios	S
HU10	Gestión de productos	S
HU11	Registro de ventas	M
HU12	Generación de reportes técnicos en PDF	XL
HU13	Acceso móvil al sistema	M
HU14	Inicio de sesión y autenticación segura	L
HU15	Gestión de usuarios y roles	M
HU16	Actualización de perfil de usuario	S
HU17	Cambio de contraseña	XS
HU18	Visualización de dashboard con indicadores	L
HU19	Validación integral de datos del sistema	M
HU20	Escalabilidad y preparación para crecimiento futuro	XL

El equipo de desarrollo del proyecto estuvo conformado por una sola persona, lo cual es

coherente con la filosofía de Extreme Programming (XP) aplicada en proyectos académicos de alcance medio.

Según referencias salariales del mercado ecuatoriano, el sueldo promedio de un programador junior oscila entre 1200 y 1500 USD mensuales. Para efectos de este proyecto se consideró el valor mínimo.

$$\frac{\text{Sueldo}}{\text{día}} = \frac{\text{Sueldo}}{30 \text{ días}}$$

$$\frac{\text{Sueldo}}{\text{día}} = \frac{1200 \text{ USD}}{30 \text{ días}}$$

$$\frac{\text{Sueldo}}{\text{día}} = 40 \text{ USD/día}$$

Según los datos referenciales del pago en horas interpreta la siguiente tabla:

Tabla 27. Total, de USD por historia de usuario

Código	Tamaño	Días estimados	Costo/día	Total (USD)
HU01	L	7	40	280
HU02	S	3	40	120
HU03	M	5	40	200
HU04	L	7	40	280
HU05	M	5	40	200
HU06	L	7	40	280
HU07	XL	10	40	400
HU08	M	5	40	200
HU09	S	3	40	120
HU10	S	3	40	120
HU11	M	5	40	200
HU12	XL	10	40	400
HU13	M	5	40	200
HU14	L	7	40	280
HU15	M	5	40	200
HU16	S	3	40	120
HU17	XS	2	40	80
HU18	L	7	40	280
HU19	M	5	40	200
HU20	XL	10	40	400

## **Conclusión del costo**

El costo total estimado del desarrollo del sistema CMMS asciende a 4.440 USD, valor que refleja un desarrollo completo, escalable, seguro y alineado con la metodología ágil Extreme Programming (XP), considerando diseño, implementación, validaciones, pruebas funcionales y documentación técnica.

### **5.5 Respuesta a la pregunta de investigación**

La solución tecnológica que se debe desarrollar para mejorar la gestión de mantenimiento y optimizar las recargas de extintores en la empresa Worsseg, ubicada en la ciudad de Latacunga, corresponde a un Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS) web, diseñado específicamente para el contexto operativo de la empresa, alineado a sus procesos reales y construido bajo una metodología ágil Extreme Programming (XP).

Este CMMS debe integrar de manera centralizada y automatizada los procesos críticos del mantenimiento de extintores, permitiendo el registro individual de cada equipo por cliente, el control del historial técnico, la programación automática de recargas, la generación de alertas preventivas, la validación de datos y la supervisión técnica en tiempo real, tanto desde entornos de escritorio como desde dispositivos móviles utilizados por técnicos de campo.

A partir del análisis de las historias de usuario (HU01–HU20), se determinó que la solución tecnológica debe cubrir los siguientes ejes funcionales clave:

#### **1. Gestión integral de clientes y equipos**

- Registro, actualización y consulta de clientes (HU01, HU02).
- Asignación individualizada de extintores por cliente y control por número de serie (HU04).

#### **2. Control técnico y trazabilidad del mantenimiento**

- Registro y consulta del historial de recargas y mantenimientos (HU05, HU06).
- Eliminación de registros manuales y hojas Excel mediante formularios digitales validados (HU19).

#### **3. Automatización y prevención de errores**

- Programación automática de recargas futuras.
- Alertas automáticas de mantenimiento próximo (HU07, HU08).
- Reducción significativa de inconsistencias documentales.

#### **4. Optimización operativa del técnico**

- Acceso móvil al sistema en campo (HU13).

- Menor tiempo dedicado a documentación manual.
- Mayor tiempo efectivo de trabajo técnico.

## 5. Gestión administrativa y toma de decisiones

- Dashboard con indicadores clave de mantenimiento (HU18).
- Reportes técnicos en formato PDF verificables (HU12).
- Control de usuarios y roles (HU14, HU15).

El análisis de los datos históricos (250 recargas entre enero y junio de 2024, 4 técnicos de campo) permitió simular el impacto real del CMMS:

Tabla 28. Tiempos de respuesta antes y después de implementar CMMS

Indicador	Antes CMMS	Antes	Después CMMS	Después"
Tiempo medio por recarga (h)	2,33 horas	2 h en ruta + 20,0 min documentación manual.	1.85 h	10,0 min doc. Manual + las rutas optimizadas (alertas + las fichas digitales).
Recargas mensuales gestionadas	42,0	250 recargas / 6 meses.	48	14% más debido a mayor productividad con menos tiempo administrativo.
Errores doc. Al mes	6,0	Se detectan 6 inconsistencias al mes.	1	Formularios digitales, a la vez, de validación obligatoria, alertas.
Cumplimiento (%)	78,0%	33 de 42 completadas en tiempo.	96%	Alertas automáticas, replanificación en tiempo real considerando el CMMS.
Eficiencia operativa	61,0%	108 h de 176 disponibles que son destinadas a recargas y documentación.	79%	139 h productivas que es mayor automatización lo que reduce tiempos muertos.

En respuesta a la pregunta de investigación, se concluye que la solución tecnológica adecuada para Worseg es el desarrollo e implementación de un sistema CMMS web, personalizado, escalable y basado en metodologías ágiles, que permita automatizar la gestión de mantenimiento de extintores, optimizar las recargas y mejorar de forma cuantificable la eficiencia operativa, el control técnico y la calidad del servicio prestado.

La implementación del CMMS no solo resuelve los problemas actuales de trazabilidad, errores documentales y retrasos en recargas, sino que también sienta las bases para una gestión moderna, preventiva y orientada a indicadores, alineada con buenas prácticas internacionales y preparada para el crecimiento futuro de la empresa.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

- La revisión bibliográfica de literatura científica revisada en esta investigación permitió construir una fundamentación teórica sólida sobre sistemas web y sistemas CMMS, lo cual dio sustento conceptual y metodológico al desarrollo del software propuesto.
- La aplicación de los principios y prácticas de la metodología ágil XP facilitó un proceso de desarrollo incremental, flexible y centrado en los requerimientos del entorno empresarial, favoreciendo un campo de desarrollo del software CMMS – WORSEG de una manera ordenada y adaptable a la empresa.
- La implementación del sistema de gestión de mantenimiento computarizado mediante recursos tecnológicos actuales permitió mejorar la planificación de los planes de mantenimiento preventivo y correctivo, fortaleciendo la organización, el seguimiento y la gestión operativa dentro de la empresa WORSEG.

### **6.2. Recomendaciones**

- Resulta pertinente profundizar el conocimiento del equipo de trabajo en operación de sistemas CMMS, analítica predictiva, IoT y gestión tecnológica del mantenimiento, con el fin de sostener la evolución funcional del sistema y su adaptación a nuevos entornos digitales. Paralelamente, conviene mantener actualizadas las bases teóricas y normativas que respaldan su implementación.
- La estructura modular del sistema constituye una base favorable para su futura articulación con plataformas ERP y otros entornos de gestión de clientes, activos e inventarios. Esta integración permitiría consolidar la información institucional, optimizar procesos y mejorar la trazabilidad operativa y administrativa.
- Los aportes del personal técnico y operativo evidencian la necesidad de mantener una evolución constante del sistema, incorporando mejoras que respondan a las demandas reales de uso. Entre las líneas de desarrollo con mayor proyección destacan la integración móvil, la georreferenciación activa y los paneles de monitoreo en tiempo real.

## REFERENCIAS

- [1] Deloitte, “Perspectivas de la Industria de Productos de Consumo para 2025,” 2025. [Online]. Available: <https://www.deloitte.com/latam/es/industries/consumer/perspectives/perspectivas-de-la-industria-de-productos-de-consumo-para-2025.html>.
- [2] H. Vargas, “Impacto de la gestión financiera y administrativa en la evolución de las microempresas de la ciudad de Guayaquil,” 2022.
- [3] B. Alarcón y D. Romero, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicado en la ciudad de Santa Elena,” 2020.
- [4] K. Almeida, “Diseño de un plan de mejora del mantenimiento y soporte técnico de los equipos fabricados por la empresa Technological Solutions,” 2019.
- [5] F. Blanca, “Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Road Solutions,” 2020.
- [6] A. Espinoza, “Propuesta de diseño de un sistema de gestión de mantenimiento con base a la norma ISO 9001,” 2022.
- [7] V. Pazmiño y K. Echeverría, “Mejora de la gestión para el mantenimiento del pavimento rígido de la Av. El Inca,” 2024.
- [8] J. Ayo, “Desarrollo de un plan de mantenimiento para un sistema de completación dual concéntrica en Schlumberger del Ecuador S.A.,” 2020.
- [9] Fractal, “Qué es un CMMS,” 2023. [Online]. Available: <https://www.fractal.com>.
- [10] C. Navarro, “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para optimizar el desempeño en una unidad minera del sur del país,” 2022.
- [11] C. Sánchez, “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento 4.0 aplicado a estaciones de servicio,” 2024.
- [12] S. Harvey, “4 phases of a compliance management system (CMS),” 2020. [Online]. Available: <https://kirkpatrickprice.com/blog/4-phases-of-a-compliance-management-system-cms/>.

- [13] L. López y G. Castillo, “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para el proceso industrial de extrusión en INDUCUERDAS,” 2025.
- [14] A. Urquiza, “Implementación del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas,” 2023.
- [15] A. Freire, “Proyecto de implementación de la empresa de servicios de mantenimiento total Asemantto,” 2021.
- [16] W. Noroña, “Implementación de un plan de mantenimiento de equipos y maquinaria para la empresa ADROSES,” 2022.
- [17] L. Foz, “Análisis objetivo de la demanda de mantenimiento correctivo en Ingeniería Hospitalaria,” 2020.
- [18] F. Heredia, “Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas,” 2021.
- [19] C. Constantino, “Propuesta del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad (RCM),” 2021.
- [20] P. Gómez, “Evaluación de los procesos de mantenimiento mediante la aplicación de análisis de riesgos,” 2023.
- [21] J. Bravo y E. Solano, “Diseño de redes eléctricas,” Polo del Conocimiento, vol. 7, no. 8, 2022.
- [22] R. Piedra, “Sistema web para CMMS,” 2025.
- [23] J. Guato y J. Guayasamín, “Elaboración de manual de mantenimiento para tanques a presión de almacenamiento de GLP,” 2019.
- [24] C. Pichogagón, “Desarrollo de un plan de mantenimiento para el sistema de bombeo de un camión contra incendios,” 2019.
- [25] C. Mero y R. Chávez, “Uso de herramientas tecnológicas en el desarrollo de PYMES en Manabí,” Pocaip, vol. 8, no. 1, 2022.
- [26] La UPEA, “Método sintético,” 2019. [Online]. Available: <https://upea.reyqui.com/2019/08/metodo-sintetico-en-que-consiste.html>.

- [27] Market.us, “Computerized Maintenance Management System (CMMS) Market,” 2024. [Online]. Available: <https://market.us/report/computerized-maintenance-management-system-cmms-market/>.
- [28] Fracttal, “Automatización: La clave para un mantenimiento efectivo,” 2023. [Online]. Available: <https://www.fracttal.com/es/blog/mantenimiento-automatizado>.
- [29] Organización Mundial de la Salud, “Sistema computarizado en gestión del mantenimiento,” 2020. [Online]. Available: [https://www.pediatrica.gob.mx/archivos/burbuja/5\\_Gestion\\_computarizada\\_de\\_mantenimiento.pdf](https://www.pediatrica.gob.mx/archivos/burbuja/5_Gestion_computarizada_de_mantenimiento.pdf).
- [30] C. Sigcho, “Manual de mantenimiento predictivo y preventivo para bombas según NFPA 25-2011,” 2019.
- [31] Proyectosagiles.org, “Qué es SCRUM,” 2021.
- [32] S. Hernández, Metodología de la investigación, México: McGraw-Hill, 2014.
- [33] P. Ruales, “Sistema de gestión integrado ISO 9001 e ISO 45001,” 2020.
- [34] K. Beck, Extreme Programming Explained: Embrace Change, 2nd ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2004.
- [35] C. Larman, Agile and Iterative Development, Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2004.
- [36] R. Jeffries, A. Anderson, y C. Hendrickson, Extreme Programming Installed, Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2001.
- [37] M. Fowler, Refactoring: Improving the Design of Existing Code, Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2018.
- [38] I. Sommerville, Software Engineering, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2016.
- [39] K. Laudon y J. Laudon, Management Information Systems, 16th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2020.
- [40] J. O’Brien y G. Marakas, Management Information Systems, 10th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2011.

- [41] IBM, “Transaction Processing Systems (TPS),” 2023. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/docs>.
- [42] M. Turban, R. Sharda, y D. Delen, Decision Support and Business Intelligence Systems, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2015.
- [43] Oracle, “Decision Support Systems Overview,” 2024. [Online]. Available: <https://www.oracle.com>.
- [44] J. Power, “Decision Support Systems,” DSSResources, 2023. [Online]. Available: <http://dssresources.com>.
- [45] SAP, “Executive Information Systems,” 2024. [Online]. Available: <https://help.sap.com>.
- [46] Microsoft, “Executive Dashboards and KPIs,” 2024. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com>.
- [47] T. Davenport, “Putting the Enterprise into the Enterprise System,” Harvard Business Review, vol. 76, no. 4, pp. 121–131, 1998.
- [48] SAP, “What is ERP?,” 2024. [Online]. Available: <https://www.sap.com>.
- [49] P. Greenberg, CRM at the Speed of Light, 4th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2010.

## ANEXOS

### Anexo 1. Índice de tablas

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos planteados .....	7
Tabla 2. ¿Cómo mejorar los procesos manuales? .....	14
Tabla 3. Comparación de metodologías .....	23
Tabla 4. Guía de la entrevista .....	37
Tabla 5. ¿Lleva un control digital sobre el mantenimiento de extintores? .....	39
Tabla 6. ¿Considera que el método actual de registro manual o Excel es eficiente? .....	40
Tabla 7. ¿Ha existido pérdida de información debido a la falta de trazabilidad digital? .....	40
Tabla 8. ¿Considera que un sistema de mantenimientos ayudaría a identificar mejor los equipos? .....	41
Tabla 9. ¿Qué tan necesario considera implementar alertas automáticas para mantenimientos? .....	41
Tabla 10. ¿Con qué frecuencia suele olvidarse realizar mantenimientos debido a la falta de recordatorios? .....	42
Tabla 11. ¿Qué formato preferiría para generar reportes técnicos? .....	43
Tabla 12. ¿Considera útil acceder al historial de un extintor desde un celular o Tablet en campo? .....	43
Tabla 13. ¿Tiene conocimientos básicos con respecto al uso de plataformas digitales como sistemas web? .....	44
Tabla 14. ¿Estaría dispuesto a capacitarse para que se utilice un nuevo sistema de mantenimiento digital? .....	45
Tabla 15. Resultado de la entrevista .....	46
Tabla 16. Historias de usuario .....	48
Tabla 17. Historias de usuario priorizadas .....	49
Tabla 18. Tabla de iteraciones .....	50
Tabla 19. Caso de prueba de la historia de usuario 14 .....	60
Tabla 20. Caso de prueba de la historia de usuario 14 .....	61
Tabla 21. Caso de prueba de la historia de usuario 15 .....	62
Tabla 22. Caso de prueba de la historia de usuario 15 .....	63
Tabla 23. Caso de prueba de la historia de usuario 19 .....	64
Tabla 24. Caso de prueba de la historia de usuario 19 .....	65
Tabla 25. Tiempo estimado en función de días .....	67
Tabla 26. Tamaño de las historias de usuario .....	67
Tabla 27. Total, de USD por historia de usuario .....	68
Tabla 28. Tiempos de respuesta antes y después de implementar CMMS .....	70

## Anexo 2. Índice de figuras

Figura 1. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 1 .....	39
Figura 2. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 2 .....	40
Figura 3. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 3 .....	40
Figura 4. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 4 .....	41
Figura 5. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 5 .....	42
Figura 6. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 6 .....	42
Figura 7. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 7 .....	43
Figura 8. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 8 .....	44
Figura 9. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 9 .....	44
Figura 10. Gráfico de pastel en representación de la pregunta 10 .....	45
Figura 11. Diagrama de caso de uso de administrador .....	53
Figura 12. Diagrama de caso de uso de técnico .....	54
Figura 13. Diagrama de caso de uso usuario .....	55
Figura 14. Arquitectura del sistema .....	55
Figura 15. Boceto preliminar de login y dashboard .....	56
Figura 16. Boceto preliminar de gestión .....	56
Figura 17. Modelo entidad relación de la base de datos .....	57
Figura 18. Sistema en producción .....	59

## Anexo 3. Registro de recarga de extintores 2024

RECARGAS						
ITEM	CLIENTE	TELEFONO	LIBRAS	TIPO		FECHA DE ULTIMA RECARGA
				PQS	CO2	
1	MARCO MASAPANTA	0987727934	10	2		2 ene. 2024
2	FLAVIO MORETA	0997657662	10	1		2 ene. 2024

<b>3</b>	STALIN AYALA	0987543655	10	1		2 ene. 2024
<b>4</b>	MILTON CHICAIZA	0984826474	10	1		2 ene. 2024
<b>5</b>	HENRY JACOME	0995068324	5		1	3 ene. 2024
<b>6</b>	FERNANDO CALVACHE	0984468832	10	1		3 ene. 2024
<b>7</b>	BRYAN UNDA	0962655223	10	1		3 ene. 2024
<b>8</b>	VICTOR BAZURTO	0984561043	10	1		3 ene. 2024
<b>9</b>	JOSE MANUEL YAULI	0967399063	10	1		4 ene. 2024
<b>10</b>	ANGEL POAQUIZA	0968008949	10	1		4 ene. 2024
<b>11</b>	WILLIAM PAZMIÑO	0983189848	10	1		6 ene. 2024
<b>12</b>	NELSON PILA	0980329795	20	1		8 ene. 2024
<b>13</b>	JOSE ROMERO	0992517015	10	1		8 ene. 2024

<b>14</b>	JAIME CAÑA	0998897246	10	1		9 ene. 2024
<b>15</b>	VICTOR IZA	0979390642	10	1		9 ene. 2024
<b>16</b>	JOSE CHICAIZA	0995387267	10	1		10 ene. 2024
<b>17</b>	MARCO TOAPANTA	0995302740	10	1		10 ene. 2024
<b>18</b>	ISRAEL ESCOBAR	0995039663	10	1		10 ene. 2024

<b>19</b>	EDISON ROJAS	0998684827	10	1		10 ene. 2024
<b>20</b>	HERNAN IZA	0995658623	10	1		10 ene. 2024
<b>21</b>	LUIS YUGCHA	0981921707	10	1		11 ene. 2024
<b>22</b>	JULIO ROCHA	0984378703	5	1		11 ene. 2024
<b>23</b>	JUAN QUISHPE	0992836200	10	1		11 ene. 2024
<b>24</b>	ANIBAL VILLAVICENCIO	0983354352	20	2		13 ene. 2024
<b>25</b>	GUILLERMO CATOTA	0984310410	10	1		13 ene. 2024
<b>26</b>	GONZALO DÁVILA	0984554544	5	2		17 ene. 2024
<b>27</b>	JULIO CHILUISA	0989244320	10	1		17 ene. 2024
<b>28</b>	MANUEL ESTRELLA	0979182989	5	1		17 ene. 2024
<b>29</b>	JESSICA TOAPANTA	0988068209	10	1		18 ene. 2024
<b>30</b>	GLADYS UNAPANTA	0987389538	10	1		18 ene. 2024
<b>31</b>	JUAN PAREDES	0997101272	10	2		18 ene. 2024

<b>32</b>	CESAR CHUQUI	0987542403	5		2	19 ene. 2024
<b>33</b>	MARTHA PARRA	0987735966	10	1		22 ene. 2024
<b>34</b>	WILLIAM IZA	0984107488	20	1		22 ene. 2024
<b>35</b>	LUIS BANDA	0989724077	20	1		22 ene. 2024
<b>36</b>	PATRICIO QUISHPE	9993943336	20	1		22 ene. 2024

<b>37</b>	JAIIME TAIPE	0992887564	10	1		24 ene. 2024
<b>38</b>	MARCO LEMA	0981890216	10	1		24 ene. 2024
<b>39</b>	LUIS TOAPANTA	0991087006	10	1		24 ene. 2024
<b>40</b>	LAINBORI S.A	0984892370	10	2		25 ene. 2024
<b>41</b>	WILSON SINCHIGUANO	0959096200	10	1		25 ene. 2024
<b>42</b>	JUAN CARLOS DEFAZ	0998240302	10--5	2		26 ene. 2024
<b>43</b>	GLADYS ANTE	0999122434	10	1		26 ene. 2024
<b>44</b>	SANTIAGO CHILUISA	0958929767	20	1		26 ene. 2024
<b>45</b>	KARINA YALAMA	0989284971	10	1		29 ene. 2024
<b>46</b>	YULEIDA PILAMUNGA	0979127614	10	1		29 ene. 2024
<b>47</b>	SONIA BASTIDAS	0998339687	10	1		29 ene. 2024
<b>48</b>	PABLO SUAREZ	0999018424	10		1	29 ene. 2024
<b>49</b>	NORMA CADENA	0987976386	10	3		1 feb. 2024

<b>50</b>	MARCELO SANCHEZ	0995756709	10	1		1 feb. 2024
<b>51</b>	TRANSPORTES EDREVAL	0983685078	20	1		2 feb. 2024
<b>52</b>	MAYRA TROYA	0983927861	10	1		2 feb. 2024

53	JAVIER MORENO	0984762472	20	1		3 feb. 2024
54	PAUL YANEZ	0993072384	10	1		5 feb. 2024
55	JORGE CONDOR	0993577683	10	1		5 feb. 2024
56	CRISTIAN PILATASIG	0983055707	10	1		5 feb. 2024
57	NANCY QUINATOA	0998381243	5	1		5 feb. 2024
58	GEOVANNY MENA	0984504248	10	1		6 feb. 2024
59	PEDRO GUAYTA	0987976199	10	1		6 feb. 2024
60	RAUL VELASCO	0984706871	10	1		6 feb. 2024
61	LUIS LEMA	0998271546	2	1		7 feb. 2024
62	ADRIANA LOPEZ	0996795684	2	1		7 feb. 2024
63	JAVIER VALLEJO	0998564665	10	1		8 feb. 2024
64	CARNIDEM	0999216517	20 Y 10	2 Y 1		9 feb. 2024
65	ROSA LOPEZ	0967577975	10	1		14 feb. 2024
66	LUIS CAISATIPAN	0980450436	2	1		14 feb. 2024

67	LILIANA QUISHPE	0983733685	10	1		15 feb. 2024
68	ISRAEL HERRERA	0987727792	10	1		16 feb. 2024
69	VERONICA RIVERA	0997002805	10	2		16 feb. 2024
70	MARCELO HUILCAMAIGUA	0993600373	20	3		17 feb. 2024

<b>71</b>	VICTOR VINUEZA	0989361335	10 Y 5	6 Y 1		17 feb. 2024
<b>72</b>	SANTIAGO VILLAMARIN	0995717382	10	1		21 feb. 2024
<b>73</b>	CELIDA HOYOS	0984655010	10	1		21 feb. 2024
<b>74</b>	RODRIGO AIMACAÑA	0987348519	20	1		21 feb. 2024
<b>75</b>	GUILLERMO SUAREZ	0988575747	2,5	1		22 feb. 2024
<b>76</b>	PEDRO DARQUEA	0964216500	10 Y 5	1	1	23 feb. 2024
<b>77</b>	CRISTIAN ANDRANGO	0992937369	2,5	1		23 feb. 2024
<b>78</b>	CRISTIAN PILAMUNGA	0985393844	10	1		23 feb. 2024
<b>79</b>	GUIDO GERMAN	0993129112	10	2		24 feb. 2024
<b>80</b>	VERONICA RIVERA	0997002805	2,5	1		24 feb. 2024
<b>81</b>	LUIS CASA	0998248828	10	1		24 feb. 2024
<b>82</b>	FABIAN TRAVEZ	0979153857	20	1		24 feb. 2024
<b>83</b>	NAPOLEON CEPEDA (COOP. COTOPAXI)	0993104388	10	7		26 feb. 2024
<b>84</b>	MARCO ALANUCA	0983901665	10	1		26 feb. 2024

<b>85</b>	HUGO MUÑOZ	0997367992	10	2		27 feb. 2024
<b>86</b>	PATRICIO CASTRO	0993205790	10	2		27 feb. 2024
<b>87</b>	MARCELO ORDOÑEZ	0987195883	2,5	1		28 feb. 2024

<b>88</b>	MANUEL NARVAEZ	0998687308	10	1		28 feb. 2024
<b>89</b>	PEREZ MARIA	0984143619	10	2		29 feb. 2024
<b>90</b>	COOPERATIVA NUEVO AMANECER	0033073215	10	1		29 feb. 2024
<b>91</b>	SANDRA VASCONEZ	0984464695	10	2		1 mar. 2024
<b>92</b>	DARIO CHILUISA	0989472077	10	1		4 mar. 2024
<b>93</b>	MARITZA ROBALINO	0991830545	10	1		5 mar. 2024
<b>94</b>	LUIS ALMEIDA		10	2		5 mar. 2024
<b>95</b>	WILSON HERRERA	0999182216	10	2		5 mar. 2024
<b>96</b>	LUIS ENRIQUE SANTAMARIA	0995273138	10	2		6 mar. 2024
<b>97</b>	ELIZABETH CHASI	0998983284	5	1		6 mar. 2024
<b>98</b>	ANDES KINKUNA		2,5 - 10 Y 20	1 - 6 Y 3		6 mar. 2024
<b>99</b>	VISCOP	0998885484	10 Y 20	1 Y 1		7 mar. 2024
<b>100</b>	CARLOS CAICEDO	0987120929	20 Y 10	1 Y 1		9 mar. 2024
<b>101</b>	MARIELA PALMA		20	1		9 mar. 2024
<b>102</b>	ROSA RODRIGUEZ	0987735429	10	1		9 mar. 2024
<b>103</b>	VERONICA PAREDES	0995348677	10	1		11 mar. 2024
<b>104</b>	VILMA SHULCA	0983410267	10	1		11 mar. 2024
<b>105</b>	JOSE GUANOLUISA	0984012007	10	3		12 mar. 2024
<b>106</b>	EDGAR GUAYTA	0988054558	2,5	1		13 mar. 2024

<b>107</b>	DANILO VASQUEZ	0996853760	2,5	1		14 mar. 2024
<b>108</b>	FERNANDO HUILCATOMA	0999938238	10	1		15 mar. 2024
<b>109</b>	EDISON GALLARDO	0987375443	10	1		15 mar. 2024
<b>110</b>	LUIS AZOGUE	0995910997	10	1		19 mar. 2024
<b>111</b>	JUAN ESTUPIÑAN	0999077391	5	1		19 mar. 2024
<b>112</b>	DIANA QUINATO A	0980577668	10	1		19 mar. 2024
<b>113</b>	JOSE ENRIQUEZ	0983126072	2	1		20 mar. 2024
<b>114</b>	FRANKLIN MONTALUISA	0985119349	2	1		20 mar. 2024
<b>115</b>	ERNESTO QUINTUÑA	0998365317	10	4		21 mar. 2024
<b>116</b>	CONSTRUCTORA 4MOLB	0980594086	10 Y 5	1	1	21 mar. 2024
<b>117</b>	GLADYS BARRERA	0980368690	10	1		21 mar. 2024
<b>118</b>	RICHARD CHILIQINGA	0960453685	2,5	1		22 mar. 2024
<b>119</b>	FRANCISCO CHAUVIN	0995873307	10	2		25 mar. 2024
<b>120</b>	GALO TOAPANTA	0939166126	5	1		25 mar. 2024
<b>121</b>	EDUARDO RAZO	0995802016	20	1		27 mar. 2024
<b>122</b>	ALEXANDRA ALMEIDA	0999842756	5	1		27 mar. 2024
<b>123</b>	FRANCISCO SANTAFE	0983327013	10	1		27 mar. 2024
<b>124</b>	JENIFFER CALVOPIÑA	0983832200	5	1		27 mar. 2024
<b>125</b>	RAMIRO CANDO	0999753928	10	1		28 mar. 2024

<b>126</b>	PATRICIO QUISHPE	0995216067	10	1		28 mar. 2024
<b>127</b>	EDWIN SANGACHE	0988619334	10	1		30 mar. 2024
<b>128</b>	EDUARDO GRANDA	0992632192	10	1		1 abr. 2024
<b>129</b>	GALO HERRERA	0984690687	10	1		2 abr. 2024
<b>130</b>	CARMEN AMALIA MORALES	0032729203	10,2	1,2		2 abr. 2024
<b>131</b>	MARCOS TACO	0987555984	10	1		3 abr. 2024
<b>132</b>	MARCO ANALUISA	0987378875	10	1		3 abr. 2024
<b>133</b>	MARIBEL QUEVEDO	0995099212	10 Y 20	1 Y 1		3 abr. 2024
<b>134</b>	SAUL LEMA	0984503663	10	1		4 abr. 2024
<b>135</b>	GUILLERMO PACHECO	0979134415	10	1		4 abr. 2024
<b>136</b>	JORGE PAREDES	0960995376	10	1		4 abr. 2024
<b>137</b>	DOLORES GUERRERO	0963039395	10	1		4 abr. 2024
<b>138</b>	VICTOR MENDOZA	0958830381	10	1		4 abr. 2024
<b>139</b>	FLAVIO MORETA	0997657662	10	1		5 abr. 2024
<b>140</b>	MARCO MOLINA	0962950992	10	1		6 abr. 2024
<b>141</b>	JOSE ALAJO	0958775646	10	2		6 abr. 2024
<b>142</b>	IVAN PALMA	0999243394	20	1		8 abr. 2024
<b>143</b>	JORGE BRAVO	0984453162	10	1		8 abr. 2024
<b>144</b>	CESAR CENTENO	0995684126	10	1		8 abr. 2024

<b>145</b>	RICHARD TAPIA	0995504528	10	1		8 abr. 2024
<b>146</b>	ELVA AMORES	0999004562	10	2		9 abr. 2024
<b>147</b>	FANNY ROCIO CHICAIZA	0987987252	10	1		9 abr. 2024
<b>148</b>	MILTON ANDRADE	0987462195	10	1		9 abr. 2024
<b>149</b>	EDGAR RAMIREZ	0995986170	10	2		10 abr. 2024
<b>150</b>	NATALY LEMA	0998517314	10	1		10 abr. 2024
<b>151</b>	GONZALO CHASIGUASIN	0999003986	10	1		10 abr. 2024
<b>152</b>	PAOLA CHANCUSIG	0032802755	10	1		10 abr. 2024
<b>153</b>	JOSE FONSECA	0988221138	2,5	2		11 abr. 2024
<b>154</b>	KLEVER COELLO	0980130345	10 Y 5	1	1	12 abr. 2024
<b>155</b>	MOLINA JENNY	0984802949	10	1		15 abr. 2024
<b>156</b>	ANIBAL ANALUISA	0996174864	5	1		15 abr. 2024
<b>157</b>	HOLGUER PUNINA	0995169762	10	2		16 abr. 2024
<b>158</b>	PAOLA REASCO	0992031509	10	1		16 abr. 2024
<b>159</b>	REINALDO TIPAN	0999215501	10	1		16 abr. 2024
<b>160</b>	ANGEL TOAPANTA	0987212897	10	2		16 abr. 2024
<b>161</b>	GEOVANA IZA	0998850975	10	1		16 abr. 2024
<b>162</b>	SEGUNDO TOAPANTA	0990369203	10	1		17 abr. 2024
<b>163</b>	EDWIN SEGOVIA	0998633780	10	1		17 abr. 2024
<b>164</b>	ROMMEL PAEZ	0979014736	20	1		18 abr. 2024

165	JONATHAN ACURIO	0995264763	2,5	1		20 abr. 2024
166	NATALY TORO	0983281525	10	1		20 abr. 2024
167	LUIS POAQUIZA	0986271930	20	2		22 abr. 2024
168	ROBERTO MORENO	0986385814	10	1		23 abr. 2024
169	SINDICATO DE CHOFERES COTOPAXI	0999783439	10 Y 5 -10	2	4 Y 1	23 abr. 2024
170	OLGA CHOLOQUINGA	0984211410	5	1		23 abr. 2024
171	YADIRA MEJIA	0983212144	10	1		24 abr. 2024
172	JORGE LEMA	0986623739	10	1		24 abr. 2024
173	EDWIN TRAVEZ	0990692462	10	1		29 abr. 2024
174	MILTON QUINTANILLA	0998791950	10	1		29 abr. 2024
175	MARCELO NARVAEZ	0983106548	10	1		30 abr. 2024
176	BRYAN HINOJOSA	0999599136	5 Y 2,5	1 Y 1		1 may. 2024
177	ITALO ANDINO	0967427122	10	2		1 may. 2024
178	JUAN JIMENEZ - MAMA MICHE PARRILLADAS	0962982938	10	4		1 may. 2024
179	UNIDAD EDUCATIVA LA IMACULADA	0002800766	10,5-5	4,2	2	1 may. 2024
180	DIEGO VILLAVICENCIO	0992682639	5	1		2 may. 2024
181	ESTELA ROBAYO	0999837994	10	1		2 may. 2024
182	MARCELO VALVERDE	0987880189	10	1		2 may. 2024
183	ESTEFANIA CHIMBO	0995956126	10	1		2 may. 2024
184	JORGE BRAVO	0984453162	10	1		2 may. 2024

<b>185</b>	EDWIN TRAVEZ	0990692462	10	1		3 may. 2024
<b>186</b>	PATRICIO PERUGACHI	0983513288	10 Y 5	2	2	3 may. 2024
<b>187</b>	ALEXIS PILATASIG	0998475555	10	1		6 may. 2024
<b>188</b>	MANUEL CARRILLO	0992900474	10	1		6 may. 2024
<b>189</b>	MAURICIO CHANCUSIG	0987317937	10	1		6 may. 2024
<b>190</b>	ZOILA TRAVEZ	0997330995	10	1		7 may. 2024
<b>191</b>	HOSPITAL BASICO SANTA CECILIA	0032813210	10,5,2-5,10	4,1,2	3,2	7 may. 2024
<b>192</b>	WILSON RONQUILLO	0989028372	10	1		8 may. 2024
<b>193</b>	ENRIQUE MEJIA	0995830729	10	1		8 may. 2024
<b>194</b>	DAVID PILA	0995224977	10	2		8 may. 2024
<b>195</b>	JAVIER HERRERA	0995030760	10	1		9 may. 2024
<b>196</b>	ORLANDO PACHECO	0988020481	20	1		9 may. 2024
<b>197</b>	VANESA SARMIENTO	0980226148	10	2		10 may. 2024
<b>198</b>	HUGO MUÑOZ	0997367992	10	1		10 may. 2024
<b>199</b>	EDDY GOMEZ	0999005020	5	1		13 may. 2024
<b>200</b>	EDISON SALAZAR	0982024290	10 Y 5	1 Y 1		13 may. 2024
<b>201</b>	IZA IZA VILMA	0939929129	10	1		14 may. 2024
<b>202</b>	LUIS SAMPEDRO	0989471037	5	1		16 may. 2024
<b>203</b>	CRISTIAN MOLINA	0967117550	5	1		16 may. 2024
<b>204</b>	LUIS PADILLA	0999921905	20	1		17 may. 2024

<b>205</b>	CARLOS ACOSTA	0987766684	10	2		17 may. 2024
<b>206</b>	AVICOLA ALTAMIRANO AVIALT	0992383738	10,1	21	4	17 may. 2024
<b>207</b>	EDUARDO ARMAS	0996995048	10	1		19 may. 2024
<b>208</b>	ELVA BEATRIZ CANDELEJO	0939194070	20	1		20 may. 2024
<b>209</b>	MANUEL HINOJOSA	0998363513	5	1		21 may. 2024
<b>210</b>	ALEXANDER CHASIGUASIN	0995408940	10	1		22 may. 2024
<b>211</b>	JOSE ALOMOTO	0991042048	10	1		22 may. 2024
<b>212</b>	WILLIAM MONCAYO	0958648247	20	1		22 may. 2024
<b>213</b>	DANILO ROGRIGUEZ	0995782040	20	1		22 may. 2024
<b>214</b>	CARLOS ALTAMIRANO	0995949348	10	1		23 may. 2024
<b>215</b>	SILVIA PACHECO	0988020481	20	2		29 may. 2024
<b>216</b>	EDISON CAISAPANTA	0997502612	10	1		29 may. 2024
<b>217</b>	GENRY HERRERA	0993475082	20	2		29 may. 2024
<b>218</b>	GALO TOAPANTA	0967085183	10	1		30 may. 2024
<b>219</b>	PILAR JAMI	0998286063	10	1		30 may. 2024
<b>220</b>	QUIMBITA CULQUI HERIBERTO	0979216231	10	3		30 may. 2024
<b>221</b>	ANGEL BARREROS	0983902535	10	1		31 may. 2024
<b>222</b>	VERONICA AIMACAÑA	0995028391	10	1		3 jun. 2024
<b>223</b>	VERONICA RIVERA	0997002805	10	2		3 jun. 2024
<b>224</b>	BRYAN ESPINEL	0987749705	10	1		5 jun. 2024

225	JAVIER PALMA	0988036313	20 Y 5	2 Y 1		5 jun. 2024
226	IVAN MARCELO MUÑOZ	0032800810	10,5,2	2	1	5 jun. 2024
227	DISPOSTES	0032805809	10,20,5	2,2	4	5 jun. 2024
228	DARIO CHICAIZA	0998663981	10	1		5 jun. 2024
229	CARLOS GUSTAVO TRAVEZ	0998786578	10	2		5 jun. 2024
230	LUIS TOAPANTA	0984566308	10	1		6 jun. 2024
231	MAZUERA VICTOR	0032811511	10	2		6 jun. 2024
232	MARIBEL CLAUDIO	995280915	10	1		6 jun. 2024
233	MARIO ROCHA	0982024290	10		1	7 jun. 2024
234	WILLIAM AREQUIPA	0987733137	10	1		10 jun. 2024
235	GENDRY HERRERA	0993475082	5	1		12 jun. 2024
236	DANIELA VILLAVICENCIO	0981924931	10	1		12 jun. 2024
237	BOLIVAR OSORIO	0939343691	10	1		13 jun. 2024
238	JAVIER PALMA	0988036313	20	1		14 jun. 2024
239	HERNAN LEMA	0984187943	10	4		17 jun. 2024
240	SILVIA ALMACHE	0987713459	10	1		17 jun. 2024
241	MONICA LEMA	0998897794	10	1		19 jun. 2024
242	JENNY PACHECO	0992802544	10	1		19 jun. 2024
243	MONASTERIO SANTA MARIA DEL PARAISO	0991681335	10 Y 20	4 Y 2		21 jun. 2024
244	MARISOL CALVOPIÑA	0987542973	10	1		24 jun. 2024

245	ALEXANDRA FLORES	0987138697	10 Y 5	2	1	24 jun. 2024
246	RAMIRO PILATASIG	0993564072	10	1		24 jun. 2024
247	COMEXIGER SA	0995259127	10	1		25 jun. 2024
248	JORGE VELASQUEZ	0995849716	10	1		26 jun. 2024
249	JORGE MORALES	0994583265	10	2		27 jun. 2024
250	JUAN CASTRO	0983442867	20	1		28 jun. 2024
251	TRANSPORTES EDREVAL	0032252750	5,5,20	2	1	28 jun. 2024
252	LUIS CHAVEZ	0997849774	10	1		1 jul. 2024
253	ENRIQUE AGAMA	0986879105	10	1		3 jul. 2024
254	JORGE BONIFAS	0998658211	10	1		3 jul. 2024
255	ALEXANDRA SOPALO	0984428923	20	1		4 jul. 2024
256	HERNAN LLANO	0984773675	10	1		4 jul. 2024
257	STEFANIA GUAMANI	0984690687	10	1		4 jul. 2024
258	MARIELA CASTRO	0989078612	10	1		5 jul. 2024
259	JORGE BALSECA	0988474402	20	1		6 jul. 2024
260	IRENE ESPINEL	0979122702	10	1		6 jul. 2024
261	MARCO VASQUEZ	0983255759	10	1		8 jul. 2024
262	OSCAR MONTALVAN	0992482448	10	1		9 jul. 2024
263	GEOVANNY ALMENDARIZ	0987069487	20	1		9 jul. 2024
264	LUIS CHILUISA	0988138774	10	1		9 jul. 2024

265	ENRIQUE BARRENO	0987897208	10	1		9 jul. 2024
266	GALO ARCOS	0994877260	20	1		10 jul. 2024
267	VINICIO RODRIGUEZ	0961800005	10	1		12 jul. 2024
268	BRYAN QUISAGUANO	0987488260	10	1		12 jul. 2024
269	ELVA AMORES		10	2		13 jul. 2024
270	DAVID IZA	0992714960	10	4		13 jul. 2024
271	MARCELO MUSO	0997718574	10	1		15 jul. 2024
272	COOPERATIVA ANDINA		10	6		15 jul. 2024
273	ANTHONY HUERTAS	0960602484	10	1		17 jul. 2024
274	GERMAN ASTUDILLO	0994653434	10	2		17 jul. 2024
275	ALEX TOAPANTA	0983518777	10	1		17 jul. 2024
276	SEDEMI	0987781803	20 Y 10	1 Y 2		17 jul. 2024
277	LUIS CRUZ	0998989746	20	1		18 jul. 2024
278	DIEGO CULQUI	0984144988	5	1		18 jul. 2024
279	CARLOS VASQUEZ	0982475690	2,5	3		18 jul. 2024
280	ESTEBAN SANCHEZ	0992841337	10	1		18 jul. 2024
281	TANIA CAYO		5		1	19 jul. 2024
282	ANGELICA ANDRADE	0958818149	5	1		22 jul. 2024
283	TRANSPORTES EDREVAL		20	2		22 jul. 2024
284	JENNY PEREZ	0984023053	20	1		23 jul. 2024

<b>285</b>	GUAYTA RODRIGO	0996089071	10	1		23 jul. 2024
<b>286</b>	LUIS LLERENA MEDINA	0992044375	20	1		24 jul. 2024
<b>287</b>	GONZALO ROMERO	0983003938	5	1		25 jul. 2024
<b>288</b>	LUIS LLANO	0963490002	10 Y 2,5	1 Y 1		25 jul. 2024
<b>289</b>	WILSON PILALUMBO	0968138103	10	1		25 jul. 2024
<b>290</b>	FRANKLIN CASA	0981268446	10	1		29 jul. 2024
<b>291</b>	GABRIELA TRAVEZ	0958801658	5	1		30 jul. 2024
<b>292</b>	HELMER CHUGCHILAN	0998426480	10	1		30 jul. 2024
<b>293</b>	MATEO VEGA	0984313329	10	1		30 jul. 2024
<b>294</b>	JAVIER LEMA	0987419837	10	1		1 ago. 2024
<b>295</b>	JHONY LAMINGO	0995156627	10	1		2 ago. 2024
<b>296</b>	JOSE BELTRAN	0993917295	10	1		3 ago. 2024
<b>297</b>	PAULINA ATIAGA	0983545451	10	1		5 ago. 2024
<b>298</b>	AMANDA PAREDES	0980640475	10	1		5 ago. 2024
<b>299</b>	ALEX CASA		10	1		6 ago. 2024
<b>300</b>	SARA BERMEO		5	1		6 ago. 2024
<b>301</b>	MAYRA PANCHI	0997659613	10	1		6 ago. 2024
<b>302</b>	EUGENIA HUILCAMAIGUA	0985450213	5	1		7 ago. 2024
<b>303</b>	NATALY GUANOLUISA	0996153464	10	1		8 ago. 2024
<b>304</b>	MARIA JOSE TORRES	0999964740	5,10,2,5	4,2,1		13 ago. 2024

<b>305</b>	JOSE MOYA	0983463161	10	1		14 ago. 2024
<b>306</b>	PILVISA	0999014729	10,20,10, 5	2	2	14 ago. 2024
<b>307</b>	VINICIO LOOR	0962832848	10	1		15 ago. 2024
<b>308</b>	BELISARIO CHANCUSIG	0981830832	5	1		22 ago. 2024
<b>309</b>	JUAN OSORIO	0098375221	10	1		23 ago. 2024
<b>310</b>	JUAN OSORIO	0987908547	20	1		23 ago. 2024
<b>311</b>	JHONY CUNDUYE	0984442063	10	1		24 ago. 2024
<b>312</b>	EDISON PUMASHUNTA	0984287511	5,5	1	1	26 ago. 2024
<b>313</b>	AZUAJE MARIA OBDULIA	0995087302	5	1		26 ago. 2024
<b>314</b>	JUAN AIMACAÑA	0963303952	20	1		26 ago. 2024
<b>315</b>	JAVIER MISE	0997849774	10	2		27 ago. 2024
<b>316</b>	JORGE BRAVO	0984453162	10	1		31 ago. 2024
<b>317</b>	FRANKLIN ZURITA	0984059864	10	1		2 set 2024
<b>318</b>	ELVIA VACA	0998098457	10	1		3 set 2024
<b>319</b>	MARCIA LAGLA	0983054022	10	1		3 set 2024
<b>320</b>	JORGE SANCHEZ	0983121229	10	1		4 set 2024
<b>321</b>	SEGUNDO MAZAPANTA	0984993807	10	1		5 set 2024
<b>322</b>	BYRON PILATASIG	0993066929	10	1		5 set 2024
<b>323</b>	OSCAR CHILUISA	0979228929	10	1		6 set 2024
<b>324</b>	ANDRES VIERA	0984339716	10	1		9 set 2024

<b>325</b>	HUGO TANDALLA	0999870856	10	1		10 set 2024
<b>326</b>	LUIS TRAVEZ	0998704715	10	1		10 set 2024
<b>327</b>	SERGIO QUISHPE	0968064950	5	1		10 set 2024
<b>328</b>	GABRIELA JIMENEZ	0983968876	2.5	1		11 set 2024
<b>329</b>	CARLOS ALVAREZ	0993358816	20,10	2		11 set 2024
<b>330</b>	LUIS GRANJA	0998320052	10	1		12 set 2024
<b>331</b>	JHON RONQUILLO	0987751950	10	1		17 set 2024
<b>332</b>	PAULINA ZAMBONINO	0992742267	10	1		18 set 2024
<b>333</b>	MARIA ALBAN	0984701126	10	1		19 set 2024
<b>334</b>	STALIN VERDOGA	0994264276	10	1		19 set 2024
<b>335</b>	XAVIER ALVAREZ	0983510995	10	1		19 set 2024
<b>336</b>	MAURICIO TORO	0984092027	20	1		24 set 2024
<b>337</b>	COOP. 15 DE AGOSTO	0987254897	10	1		25 set 2024
<b>338</b>	JHON BAUTISTA	0984962738	5	1		25 set 2024
<b>339</b>	EDGAR BRAZALES	0983255023	10	1		26 set 2024
<b>340</b>	DIEGO NARANJO	0987817180	20	1		27 set 2024
<b>341</b>	EDISON CANGUI	0983730233	10,5	2		28 set 2024
<b>342</b>	JHONY BRAVO	0998880221	10	1		1 oct. 2024
<b>343</b>	MARILYN QUISHPE	0981871320	10,5	1	1	1 oct. 2024
<b>344</b>	EDWIN TORO TAPIA	0984847869	10	1		4 oct. 2024

<b>345</b>	WILLIAN NARANJO	0998961851	20,10,5	3		7 oct. 2024
<b>346</b>	JUAN FERNANDO MOSQUERA	0990635737	10	2		8 oct. 2024
<b>347</b>	JUAN QUINATOA	0988917542	5	1		14 oct. 2024
<b>348</b>	DANIEL AMORES	0998983783	20	1		15 oct. 2024
<b>349</b>	CESAR CHILUISA	0983777791	10	1		17 oct. 2024
<b>350</b>	EVELIN PATATE	0984328998	10	1		19 oct. 2024
<b>351</b>	PAUL ORTIZ	0984615260	10	1		22 oct. 2024
<b>352</b>	DARWIN GUANOTASIG	0989088819	10	1		24 oct. 2024
<b>353</b>	LIWINTONG VERA	0968011078	10	1		24 oct. 2024
<b>354</b>	WILMER PRADO	0992837480	10	1		28 oct. 2024
<b>355</b>	ANGEL TOAQUIZA	0968008949	10	2		29 oct. 2024
<b>356</b>	GUANOQUIZA MANUEL	0997318367	10	1		7 nov. 2024
<b>357</b>	IVAN CAICEDO	0962942471	20	1		11 nov. 2024
<b>358</b>	FRANKLIN CASA	0981268446	10	1		11 nov. 2024
<b>359</b>	PATRICIA VALENCIA	0994486067	10	1		12 nov. 2024
<b>360</b>	ALEX TRAVEZ	0992260737	10,5	1,1		12 nov. 2024
<b>361</b>	VICTOR IZA	0979390642	10	1		14 nov. 2024
<b>362</b>	ANDRES ROMERO	0987002554	5,2	2		20 nov. 2024
<b>363</b>	WILLIAN CANGUI	0984897446	20	1		21 nov. 2024
<b>364</b>	BYRON IZA	0981754170	10	1		26 nov. 2024

<b>365</b>	MAYRA MORENO	0987899987	10	1		27 nov. 2024
<b>366</b>	TOAPANTA SANDRO	0979376743	10	1		30 nov. 2024
<b>367</b>	FREDDY ALMACHI	0995840028	20	1		3 dic. 2024
<b>368</b>	SANCHEZ JOSE MIGUEL	0000322222	10	1		4 dic. 2024
<b>369</b>	TENIS CLUB	0995915350	20,10,5,5	1,8,2	4	9 dic. 2024
<b>370</b>	QUISHPE DANY	0984967777	20	1		9 dic. 2024
<b>371</b>	ORLY PALACIOS	0995736795	5	1		10 dic. 2024
<b>372</b>	EDISON REMACHE	0983474988	10	1		11 dic. 2024
<b>373</b>	LUIS CHILUISA	0988138774	10	1		12 dic. 2024
<b>374</b>	RAUL CHILUISA	0979219359	10	1		12 dic. 2024
<b>375</b>	COAC ILINIZA	0002716365	10	1		16 dic. 2024
<b>376</b>	AGUACHELA RAUL	0981465239	20	2		20 dic. 2024
<b>377</b>	DIEGO NARANJO	0987817180	10	1		26 dic. 2024
<b>378</b>	CARLOS AUCANCELA	0992737628	10	1		26 dic. 2024
<b>379</b>	EDGAR CHALUISA	0981449697	10	1		27 dic. 2024
<b>380</b>	CRISTINA PICO	0999202702	10	1		27 dic. 2024
<b>381</b>	RODRIGO BELTRAN	0999052722	10	1		28 dic. 2024
<b>382</b>	ROJANO VICTOR	0968759686	20	1		28 dic. 2024
<b>383</b>	LUIS TOAPANTA	0989023681	10	1		30 dic. 2024

## Anexo 4. Manual de usuario

### WORSEG CMMS

#### Manual de Usuario

## 1. Presentación del sistema

El sistema WORSEG CMMS centraliza la administración de clientes, extintores, recargas, notificaciones, mantenimientos, productos, servicios y ventas. Este manual describe el uso funcional del sistema desde el punto de vista del usuario final.

### 1.1 Objetivo del manual

- Guiar el ingreso al sistema y la navegación general.
- Explicar el uso de cada módulo principal con lenguaje operativo.
- Estandarizar el registro y actualización de la información.
- Dejar espacios para insertar evidencias gráficas del sistema en producción.

### 1.2 Perfiles de acceso

P e r fi l	Alcance general
A d m i n is tr a d o r	Gestiona usuarios, clientes, catálogo, extintores asignados, recargas, ventas, notificaciones, mantenimientos y panel analítico.
T	Gestiona operación diaria: clientes,

é c n ic o	extintores, recargas, ventas, consultas y panel analítico, según permisos definidos.
------------------------	--



## 2. Acceso al sistema

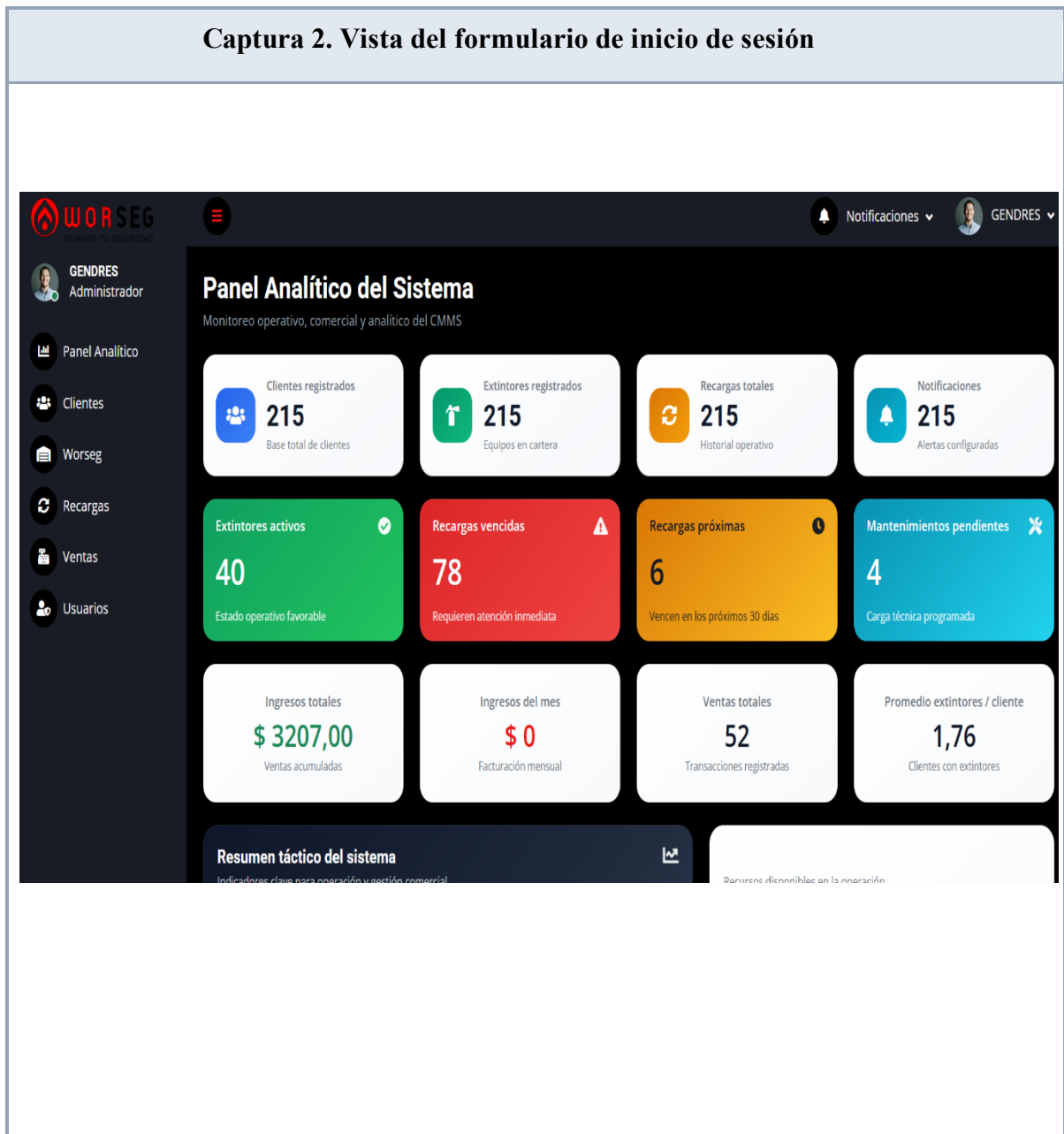
1. Abrir la URL institucional del sistema: Ingrese desde el navegador autorizado por la organización.
2. Digitar correo electrónico: Use el correo registrado para su perfil.
3. Ingresar contraseña: La contraseña debe cumplir la política de seguridad definida por el sistema.
4. Seleccionar ingreso: Presione el botón de acceso y espere la redirección al panel

analítico.

## 2.1 Recomendaciones de seguridad

- No compartir credenciales entre usuarios.
- Cerrar sesión al terminar la jornada.
- Cambiar la contraseña cuando exista sospecha de acceso no autorizado.
- Verificar que el perfil mostrado en el menú lateral corresponda al usuario conectado.

### Captura 2. Vista del formulario de inicio de sesión



## 3. Estructura general de la interfaz

- Barra lateral: contiene accesos a panel analítico, clientes, inventario WORSEG, recargas,

ventas y usuarios.

- Barra superior: permite abrir notificaciones, acceder al perfil y cerrar sesión.
- Área central: muestra listados, formularios, paneles y reportes según el módulo seleccionado.
- Mensajería visual: las operaciones correctas, advertencias y errores se muestran mediante notificaciones emergentes en español.

### Captura 3. Vista general del panel principal

The screenshot shows the WORSEG dashboard interface. The top navigation bar includes the WORSEG logo, a menu icon, a notification bell, and the user profile 'GENDRES'. The left sidebar contains navigation items: 'GENDRES Administrador', 'Panel Analítico', 'Clientes', 'Worseg', 'Recargas', 'Ventas', and 'Usuarios'. The main content area is titled 'Lista de Clientes' and includes a subtitle 'Consulta, búsqueda y administración visual de clientes registrados'. There are buttons for 'Excel' and 'PDF' export, and a search bar labeled 'Buscar:'. Below these is a table of clients with the following data:

ID	Nombre	Empresa	RUC o CI	Teléfono	Correo
2	DALTON BASIGALUPO	PAPPA	1803316205001	0998352006	PAPPACOCINAECUATORIANA@GMAIL.COM
4	TRANSPORTES EDREVAL	TRANSPORTES EDREVAL	1791858905001	0932252750	LOURDES.TIPANLUISA@EDREVAL.COM
5	TOAPANTA GALO	S.A	0500628615001	0988586878	ASS.G.TOAPANTA@HOTMAIL.COM
6	RAUL TERAN	GASOLINERA EL TERMINAL	0500676598001	0992828797	—
7	JUAN FLORES	PARADERO MIRAFLORES	0503492621001	0984708673	MIRAFLORESCONTA2014@GMAIL.COM
10	BUSTILLOS PATRICIA	(UE GABRIELA MISTRAL)	0500809991001	0983478975	UEBGABRIELAMISTRALLTGA@YAHOO.COM
11	ERIKA AREQUIPA	S/N	0503501348001	0998177734	ERIS2291@HOTMAIL.COM
12	ALBAN ROSARIO	(HOSTAL PILLAREÑA)	0500956537001	0963000334	ALVAREZJESSICA031@GMAIL.COM

## **4. Módulo de clientes**

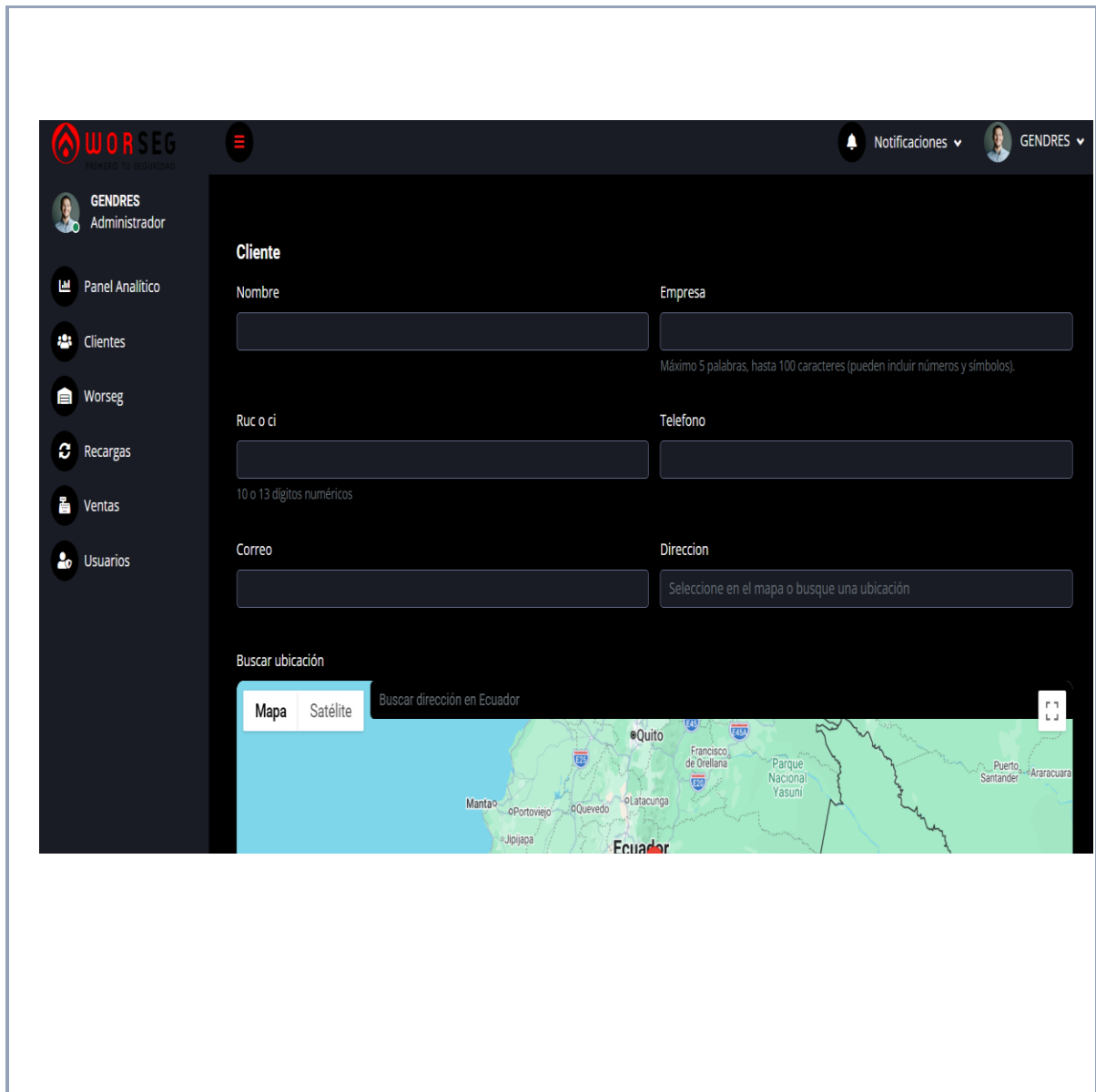
### **4.1 Finalidad**

Este módulo permite registrar, editar, consultar y administrar la base de clientes. Los datos se estandarizan en mayúsculas y se valida que teléfono y correo no se repitan.

### **4.2 Registro de cliente**

- 1. Seleccionar Clientes > Nuevo:** Se abrirá el formulario de creación.
- 2. Ingresar nombre y empresa:** El nombre admite hasta dos palabras; la empresa hasta cinco palabras.
- 3. Registrar cédula o RUC:** Debe contener 10 o 13 dígitos.
- 4. Ingresar teléfono:** Debe iniciar con 09 y no puede estar duplicado.
- 5. Ingresar correo:** No puede repetirse en otro cliente.
- 6. Seleccionar dirección:** Use el mapa o el buscador y verifique que latitud y longitud se registren correctamente.
- 7. Guardar:** El sistema mostrará un mensaje de confirmación si el proceso fue exitoso.

#### **Captura 4. Formulario de creación de cliente**



### 4.3 Consulta y acciones

- El listado permite búsqueda, exportación a Excel y PDF, paginación y acciones rápidas.
- Desde la columna Acciones es posible visualizar detalle, editar, ver extintores asignados y eliminar según el rol.
- La plantilla visual del módulo clientes sirve como referencia estética para los demás listados del sistema.

### Captura 5. Listado de clientes con acciones

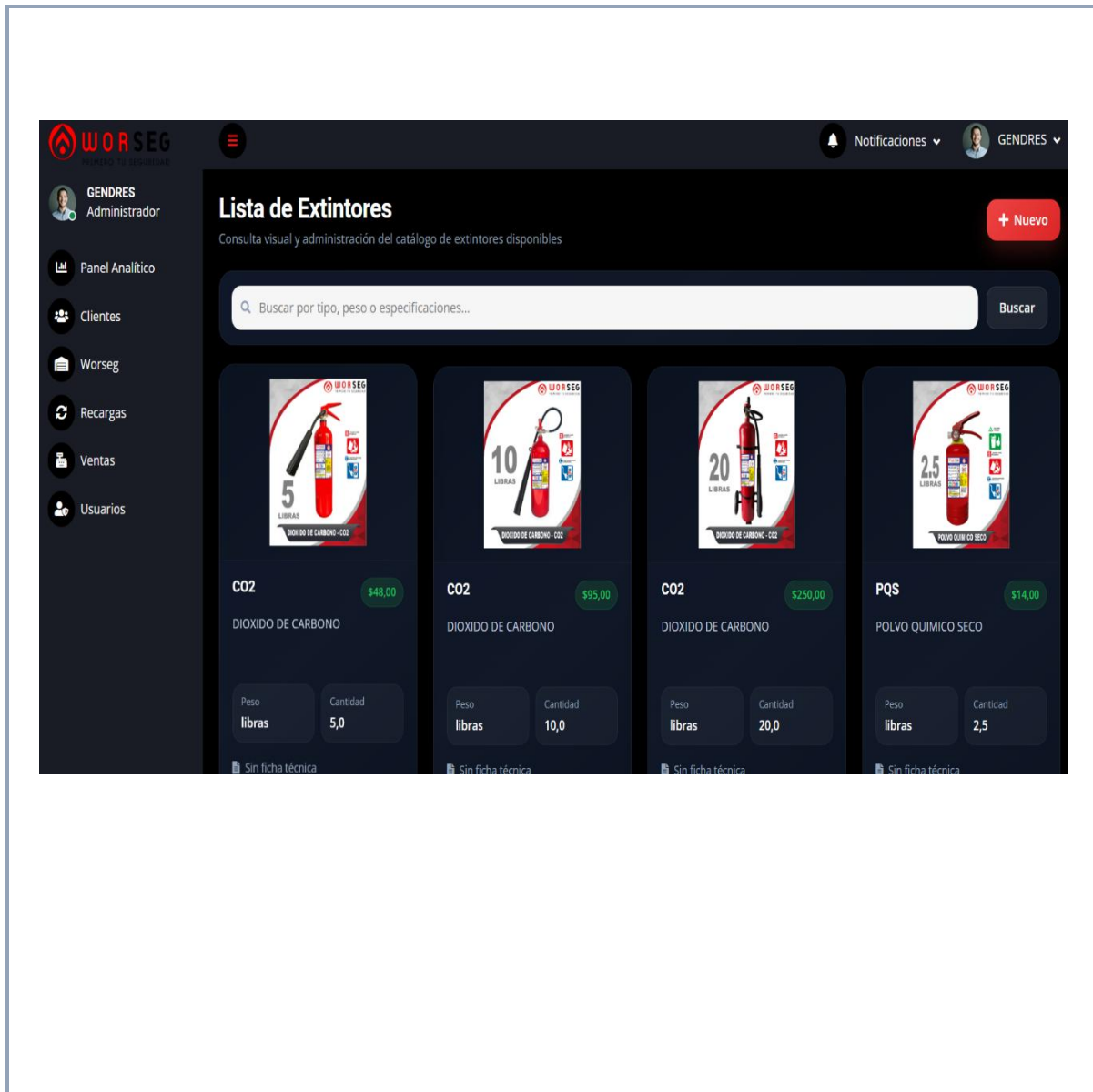


## 5. Catálogo de extintores y extintores asignados

### 5.1 Catálogo de extintores

- Permite registrar tipos de extintor, especificaciones, peso, cantidad, precio, imagen y ficha técnica.
- El catálogo constituye la base para la venta de extintores y la asignación a clientes.
- La vista se presenta en tarjetas visuales con acciones de ver, editar y eliminar.

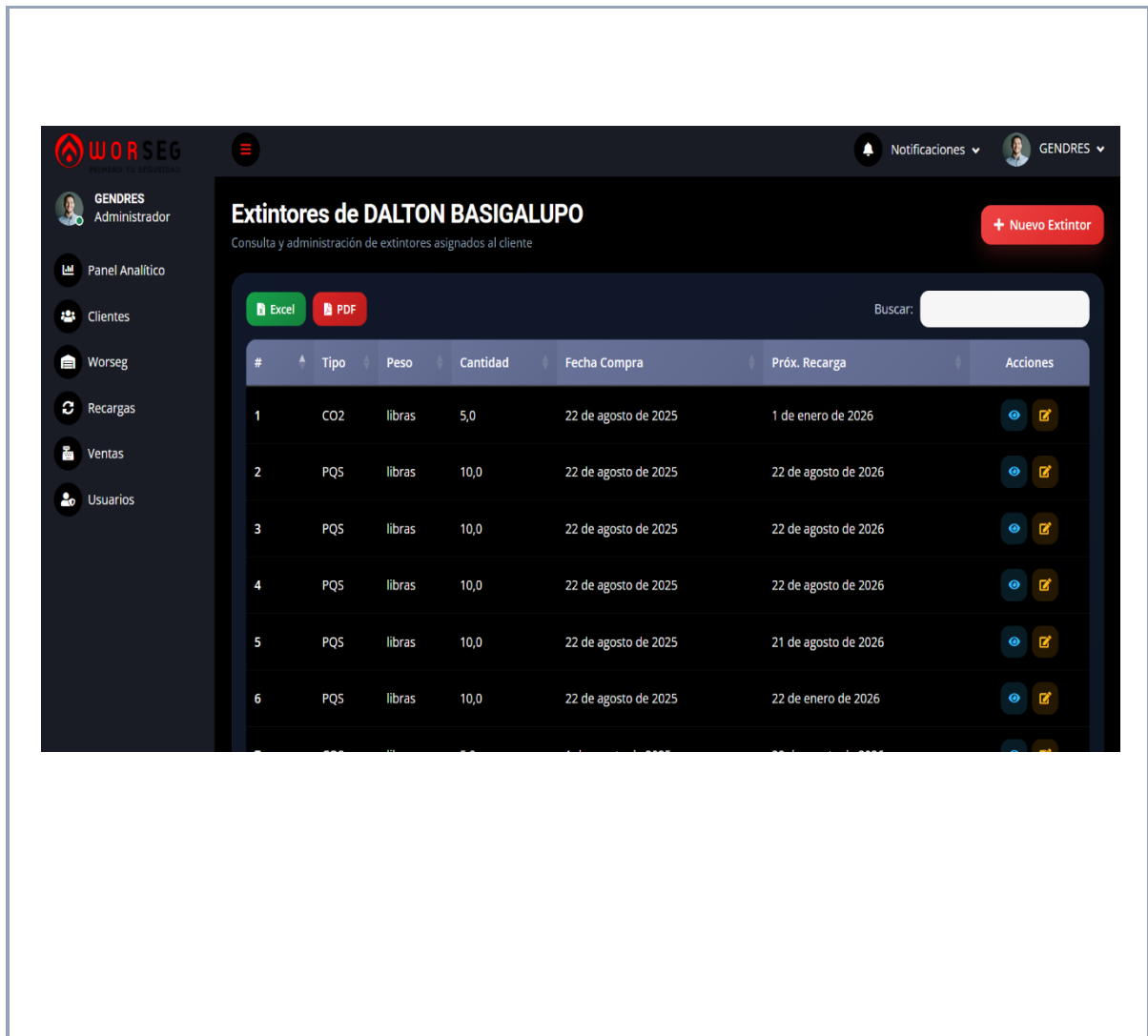
**Captura 6. Catálogo de extintores**



## 5.2 Extintores asignados a cliente

1. **Ingresar al detalle del cliente y seleccionar Extintores:** Se abrirá el listado de extintores del cliente.
2. **Seleccionar Nuevo Extintor:** El formulario toma el cliente como dato fijo.
3. **Elegir un extintor del catálogo:** Se mostrará tipo, peso y cantidad.
4. **Registrar estado y fechas operativas:** El sistema sincroniza la creación con recarga y notificación.
5. **Guardar:** La información queda vinculada al cliente.

### Captura 7. Extintores asignados a un cliente



## 6. Recargas y notificaciones

### 6.1 Lógica operativa

Las tablas de extintor cliente, recarga y notificación comparten información operativa. Cuando cambia el estado o la fecha de próxima recarga en uno de los formularios permitidos, el sistema sincroniza dichos cambios en las tablas relacionadas.

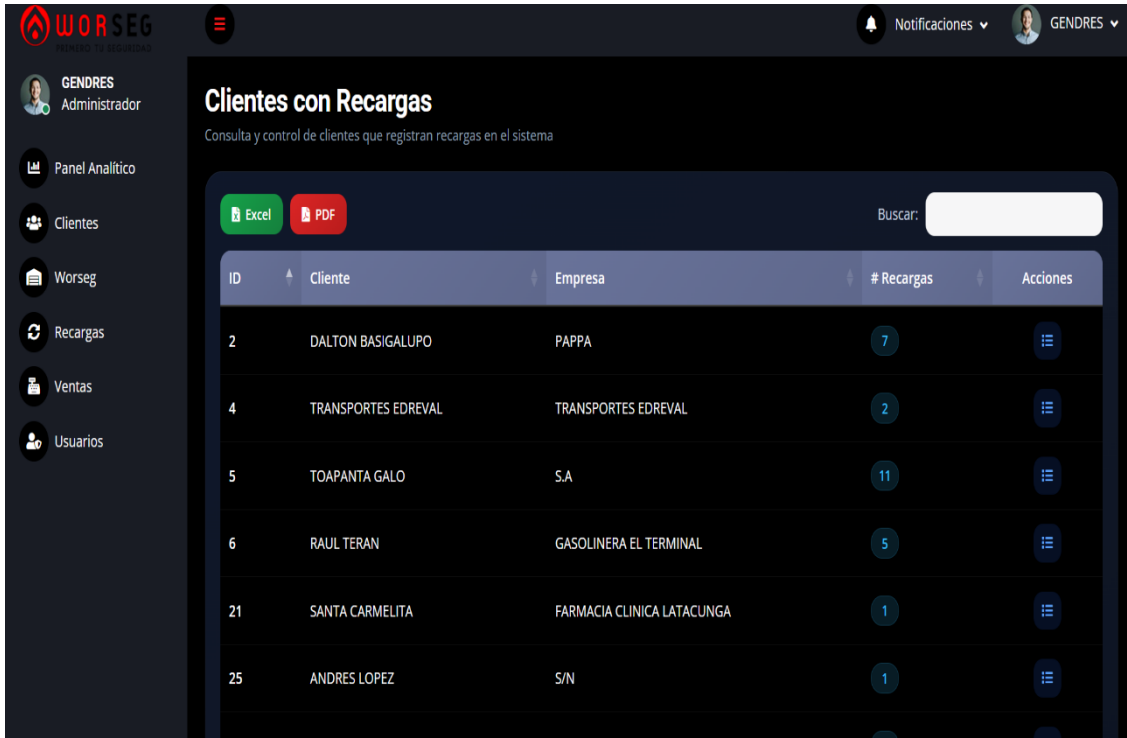
### 6.2 Regla de fechas

- La fecha de próxima recarga no puede ser anterior al día actual.
- La fecha de próxima recarga no puede superar un año contado desde el día actual.
- Esta validación se aplica en formularios de extintor cliente, recarga y notificación.

### 6.3 Uso del módulo de recargas

1. **Ingresar al listado de clientes con recargas:** Seleccione el cliente que desea consultar.
2. **Abrir el detalle de recargas del cliente:** Revise fechas, estado y observaciones.
3. **Editar la recarga requerida:** Actualice fecha, estado, observaciones o imágenes de evidencia.
4. **Guardar:** El sistema sincronizará la información con el extintor y la notificación relacionada.

#### Captura 8. Listado de recargas por cliente



ID	Cliente	Empresa	# Recargas	Acciones
2	DALTON BASIGALUPO	PAPPA	7	
4	TRANSPORTES EDREVAL	TRANSPORTES EDREVAL	2	
5	TOAPANTA GALO	S.A	11	
6	RAUL TERAN	GASOLINERA EL TERMINAL	5	
21	SANTA CARMELITA	FARMACIA CLINICA LATACUNGA	1	
25	ANDRES LOPEZ	S/N	1	

### 6.4 Uso del módulo de notificaciones

- Permite revisar cliente, extintor, fecha de próxima recarga, tipo de contacto y estado.

- El mensaje se calcula automáticamente con base en los datos del extintor y la fecha programada.
- La edición debe respetar la regla del rango permitido de fecha.

### Captura 9. Listado y edición de notificaciones

**Lista de Notificaciones**  
Consulta y administración de notificaciones registradas en el sistema

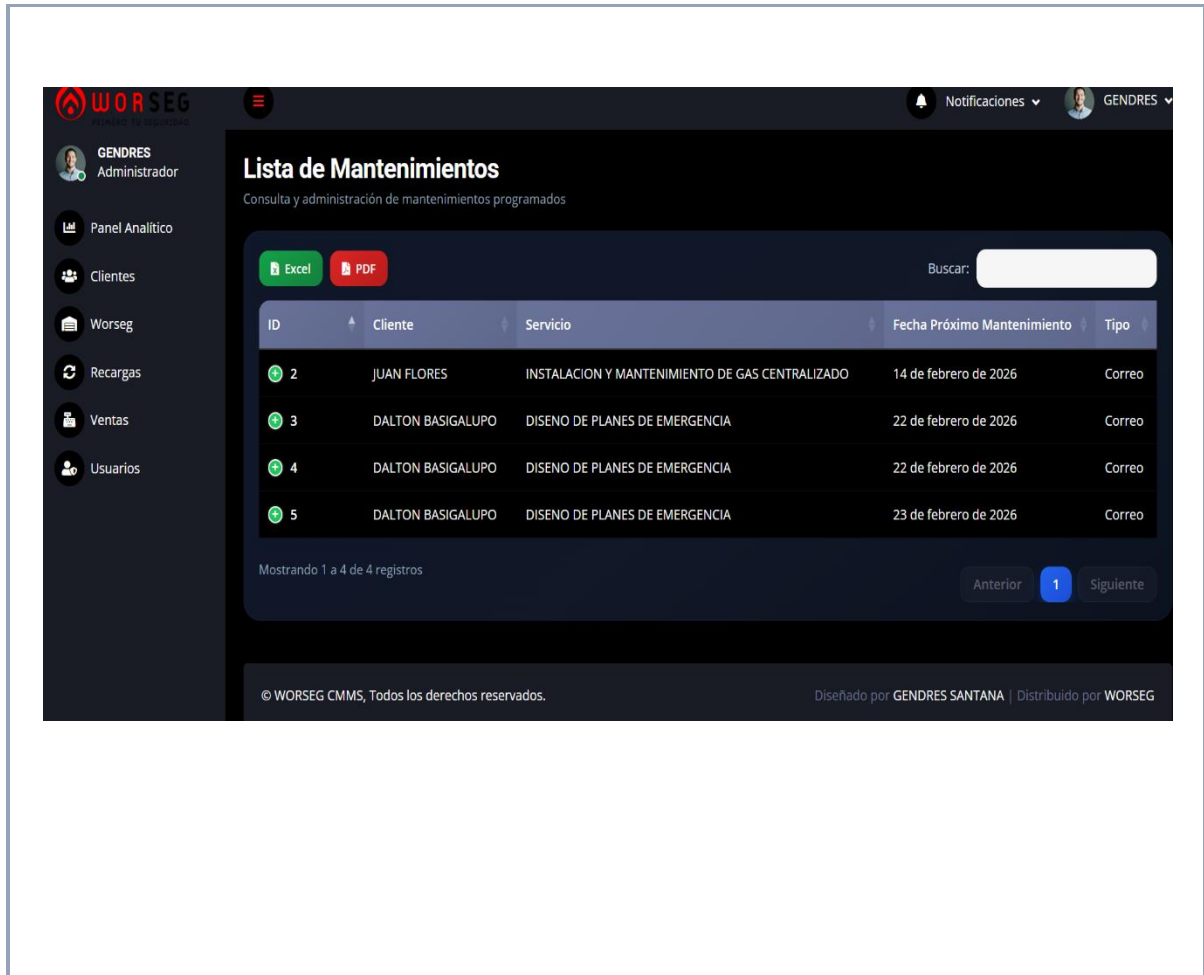
Excel PDF      Buscar:

ID	Cliente	Extintor	Fecha Próxima Recarga	Tipo	Estado	Acciones
3	RAUL TERAN	Tipo: PQS Peso: libras Cantidad: 20,0	14 de abril de 2026	Ambas	ACTIVO	
4	RAUL TERAN	Tipo: PQS Peso: libras Cantidad: 150,0	14 de agosto de 2026	Correo	ACTIVO	
5	RAUL TERAN	Tipo: PQS Peso: libras Cantidad: 10,0	14 de agosto de 2026	Correo	ACTIVO	
6	RAUL TERAN	Tipo: CO2 Peso: libras Cantidad: 20,0	14 de agosto de 2026	Correo	ACTIVO	
7	RAUL TERAN	Tipo: CO2 Peso: libras	14 de agosto de 2026	Correo	ACTIVO	

### 7. Módulo de mantenimientos

- Se genera automáticamente cuando una venta corresponde a un servicio.
- Permite consultar cliente, servicio, fecha programada, tipo de aviso y estado.
- El mensaje del mantenimiento se recalcula al actualizar el registro.

### Captura 10. Listado de mantenimientos

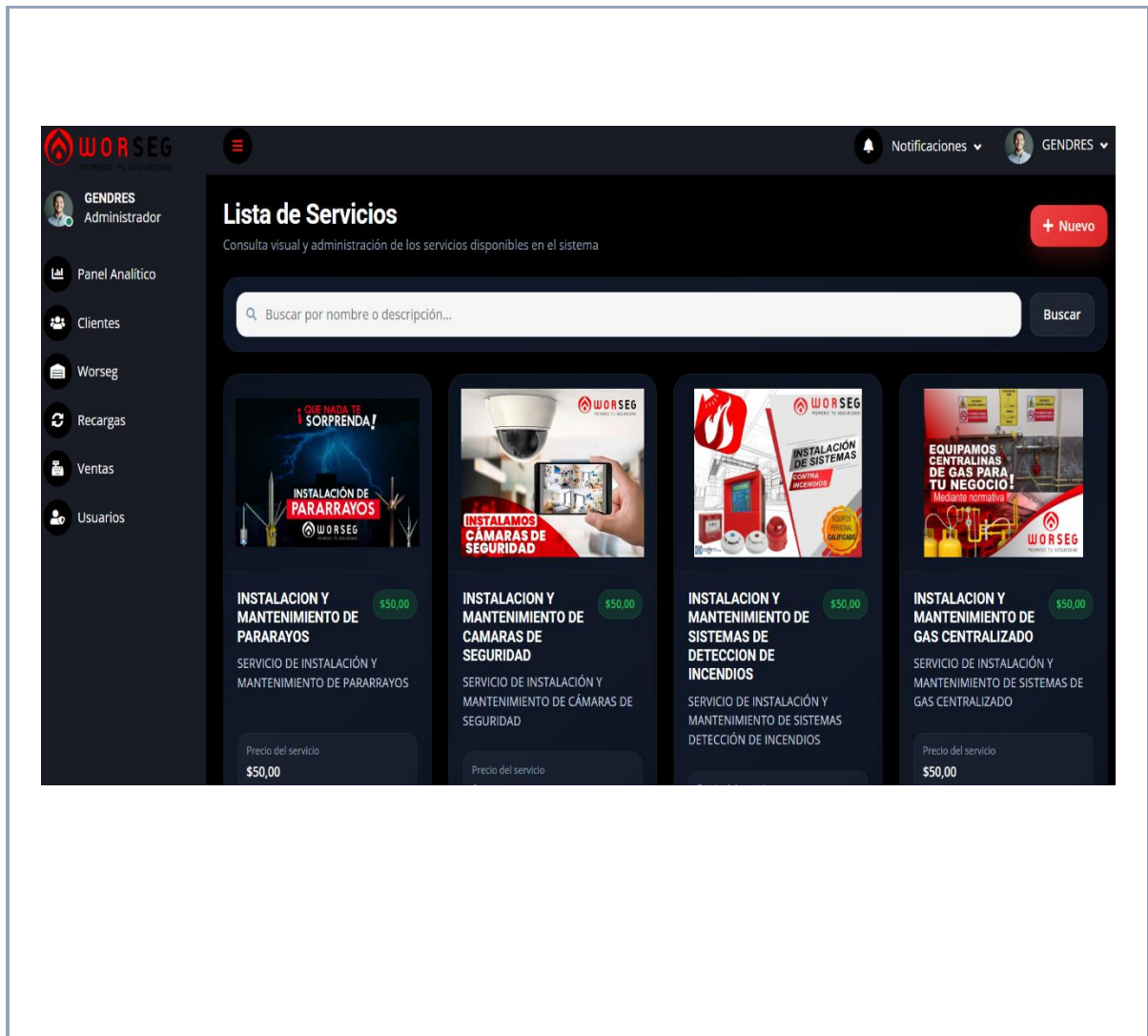


## 8. Módulos de productos, servicios y ventas

### 8.1 Productos y servicios

- Se administran mediante vistas tipo catálogo visual.
- Permiten registrar nombre, descripción, precio e imagen.
- Sirven de base para el flujo de ventas y el panel analítico.

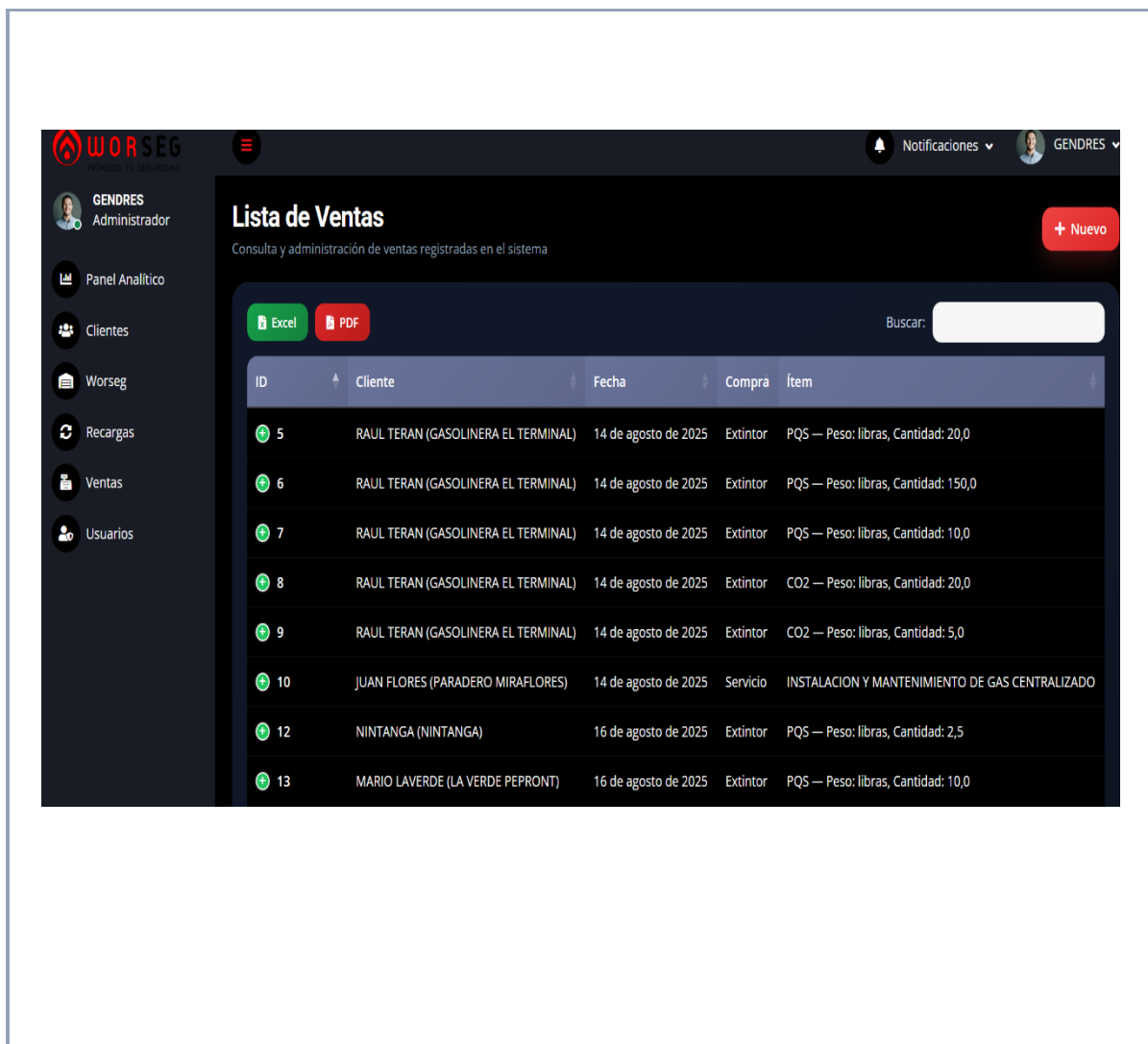
#### Captura 11. Catálogo de productos o servicios



## 8.2 Ventas

1. **Ingresar a Ventas > Nuevo:** Se puede crear venta simple o múltiple según la vista implementada.
2. **Seleccionar cliente:** El sistema vincula la venta al cliente.
3. **Elegir tipo de compra:** Servicio, producto o extintor.
4. **Seleccionar ítem y cantidad:** El precio unitario se toma de la configuración del sistema.
5. **Confirmar guardado:** El total se calcula automáticamente.
6. **Revisar impactos automáticos:** Si la venta es de extintor se crea el extintor del cliente; si es de servicio se crea el mantenimiento.

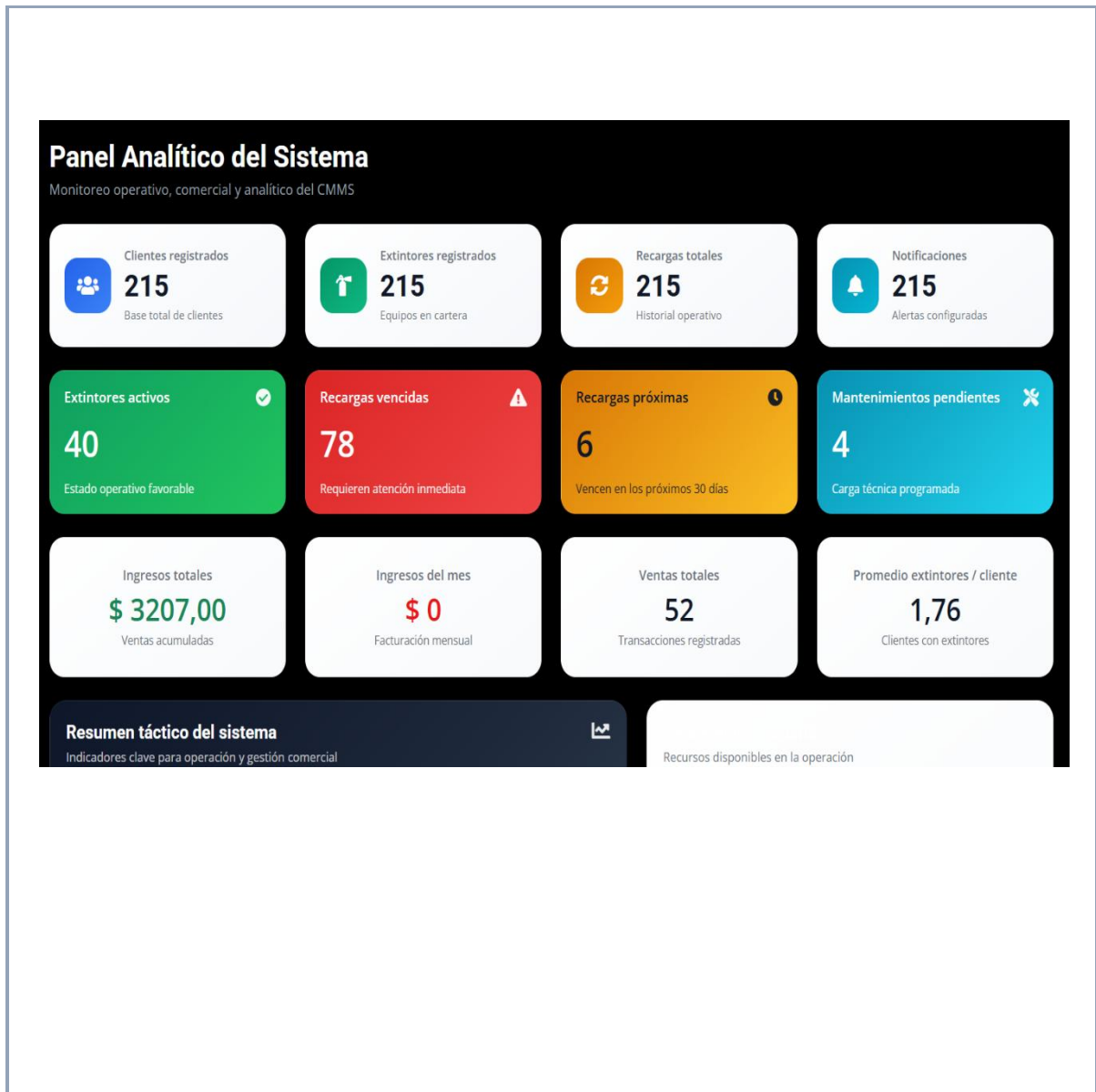
### Captura 12. Registro de una venta



## 9. Panel analítico

- Muestra KPIs básicos, operativos y comerciales.
- Presenta gráficas de barras, líneas, dona y pastel para apoyar la toma de decisiones.
- Permite navegar hacia plantillas de recargas vencidas y próximas recargas desde los indicadores.
- Integra métricas como clientes, extintores, recargas, ingresos, ventas, estado operativo y cartera.

**Captura 13. Panel analítico con KPIs**



## 10. Gestión del perfil y cambio de contraseña

- 1. Abrir el menú del usuario:** Se encuentra en la barra superior derecha.
- 2. Seleccionar Mi Perfil:** Permite actualizar nombre, correo y fotografía.
- 3. Seleccionar cambio de contraseña:** Ingrese la contraseña actual y luego la nueva.
- 4. Cumplir política de robustez:** La nueva contraseña debe contener al menos 8 caracteres, una mayúscula, una minúscula, un número y un carácter especial.

**Captura 14. Perfil del usuario y cambio de contraseña**

## Mi Perfil

Nombre Email

GENDRES gendres.santana3932@utc.edu.ec

Cargar nueva foto

Seleccionar archivo Sin archivos seleccionados

Guardar Cambios
X Cancelar
Cambiar Contraseña

## 11. Solución básica de problemas

Situación	Causa probable	Acción recomendada
No permite guardar el cliente	Teléfono o correo duplicado; formato inválido	Verifique duplicados, longitud y formato de los campos.

No acepta fecha de próxi ma recarg a	La fecha está fuera del rang o perm itido	Ingrese una fecha entre hoy y un año a partir de hoy.
No aparec e un botón o módul o	Restr icción n por rol	Verifique si el usuario tiene permisos de administrado r o técnico.
Mens aje de contra seña inváli da	No cum ple políti ca de robu stez	Use 8 caracteres o más con mayúscula, minúscula, número y símbolo.

## 12. Recomendaciones finales

- Registrar la información siempre desde el formulario correspondiente para conservar la sincronización entre módulos.
- Revisar el panel analítico diariamente para detectar recargas vencidas y próximas.
- Utilizar los listados exportables como respaldo operativo y administrativo.

## **ANEXO 5. Manual de programador**

### **WORSEG CMMS**

#### **Manual Técnico para Programador**

Este manual describe la estructura interna del sistema WORSEG CMMS construido con Django y PostgreSQL, sus reglas de negocio, modelos, formularios, vistas y relaciones de sincronización.

#### **1.1 Objetivo**

- Servir como guía de mantenimiento y evolución del sistema.
- Documentar la lógica de negocio actual y sus restricciones.
- Facilitar la continuidad del desarrollo dentro de un contexto académico y operativo.
- Reservar espacios para diagramas y capturas técnicas del sistema.

#### **2. Stack tecnológico y organización general**

<b>C o m p o n e n t e</b>	<b>Tecnología / criterio de uso</b>
<b>B a c k e n d</b>	Django con vistas basadas en clases y formularios ModelForm / Form.

<p>B a s e d e d a t o s</p>	<p>PostgreSQL.</p>
<p>F r o n t e n d</p>	<p>Plantillas HTML, Bootstrap, DataTables, Chart.js, iziToast y estilos personalizados oscuros.</p>
<p>A u t e n t i c a c i ó n</p>	<p>Usuario personalizado con email como USERNAME_FIELD.</p>

R e p o r t e s	Exportaciones en DataTables y generación de recibos PDF en ventas múltiples.
--------------------------------------	--

## 2.1 Módulos funcionales

- Clientes
- Catálogo de extintores
- Extintores asignados a cliente
- Recargas
- Notificaciones
- Servicios
- Productos
- Ventas
- Mantenimientos
- Usuarios y perfil
- Auditoría
- Dashboard analítico

## 3. Modelos de datos

### 3.1 Modelo Cliente

- Campos relevantes: nombre, empresa, ruc\_o\_ci, telefono, correo, direccion, latitud y longitud.
- Validaciones de modelo para nombre, empresa, cédula/RUC y teléfono.
- Desde formularios se agregan reglas adicionales de unicidad y estandarización.

### 3.2 Catálogo operacional y comercial

- Servicio: nombre, descripción, precio e imagen.
- Producto: nombre, descripción, precio e imagen.

- CatalogoExtintor: tipo, especificaciones, peso, cantidad, precio, imagen y ficha técnica.

### 3.3 Modelos transaccionales

- Venta: registra cliente, tipo de compra, item relacionado, cantidad, precio unitario y total.
- ExtintorCliente: representa un extintor vendido o asignado a un cliente.
- Recarga: mantiene fechas operativas, estado, observaciones y evidencia fotográfica.
- Notificacion: representa el aviso asociado al extintor y su próxima recarga.
- Mantenimiento: se origina desde ventas de servicios y controla la siguiente atención programada.

### 3.4 Seguridad y trazabilidad

- Usuario: modelo personalizado con roles administrador y técnico.
- AuditLog: registra usuario, rol, acción, modelo, identificador, IP, metadatos y fecha.

## 4. Reglas de negocio críticas

Regla	Descripción técnica
Unicidad de cliente	En forms.py se valida que teléfono y correo del cliente no estén duplicados; al editar no se marca falso duplicado si el valor no cambia.
Estandarización	Campos relevantes se convierten a mayúsculas en formularios para mantener uniformidad de datos.
Contraseña robusta	La creación de usuario y el cambio de contraseña exigen 8 caracteres, mayúscula, minúscula, número y carácter especial.
Sincronización tripartita	ExtintorCliente, Recarga y Notificacion comparten estado y fecha_proxima_recarga; los cambios permitidos deben mantenerse alineados.
Rango de próxima recarga	La fecha de próxima recarga solo puede estar entre hoy y un año a partir de hoy.
Automatización por venta	Una venta de extintor crea un ExtintorCliente; una venta de servicio crea un Mantenimiento.

## **5. Señales y automatismos**

### **5.1 Señales post\_save de ExtintorCliente**

- Al crear un ExtintorCliente se genera automáticamente una Recarga asociada.
- Al actualizar un ExtintorCliente se sincronizan fechas y estado hacia su Recarga.
- También se crea o actualiza una Notificación con mensaje calculado automáticamente.

### **5.2 Lógica save() de Venta**

- Calcula total = precio\_unitario × cantidad.
- Si compra\_tipo = extintor, crea un ExtintorCliente con estado activo.
- Si compra\_tipo = servicio, crea un Mantenimiento con fecha futura y mensaje base.

## **6. Formularios y validaciones en forms.py**

### **6.1 Principio de diseño**

Por requerimiento del proyecto, las validaciones adicionales se implementan en forms.py sin alterar la estructura física de la base de datos. Esto permite endurecer reglas de negocio sin migraciones innecesarias.

### **6.2 Validaciones destacadas**

- ClienteForm: teléfono obligatorio, no duplicado, inicia con 09; correo no duplicado; normalización a mayúsculas.
- CatalogoExtintorForm: control de tipo, especificaciones, cantidad, precio y extensiones permitidas.
- ServicioForm y ProductoForm: nombre obligatorio, precio mayor que cero y normalización.
- ExtintorClienteUpdateForm, RecargaForm y NotificacionForm: control del rango permitido para fecha\_proxima\_recarga.
- CrearUsuarioForm y CambioContrasenaForm: validación de fortaleza de contraseña.

## **7. Vistas y control de acceso**

### **7.1 Mixins y decoradores**

- SoloAdministradorMixin restringe vistas a rol administrador.
- SoloAdminOTecnicoMixin habilita acceso a administradores y técnicos.

- El decorador solo\_administrador protege las vistas funcionales de usuarios.

## 7.2 Estructura de vistas

- Predominan ListView, DetailView, CreateView, UpdateView y DeleteView.
- Las vistas de dashboard y listados especializados generan datasets para KPIs y navegación analítica.
- Existen vistas adicionales para ventas múltiples, auditoría y listados de recargas por cliente.

## 8. Dashboard analítico

- DashboardView calcula KPIs básicos, operativos y comerciales.
- Genera datasets para ventas por mes, ingresos por tipo, estado operativo, extintores por tipo y cartera.
- Permite navegación desde indicadores como recargas vencidas y próximas recargas hacia listados especializados.

### 8.1 KPIs implementados

Categoría	Indicadores representativos
Básicos	Clientes, extintores, productos, servicios, recargas, notificaciones.
Operativos	Extintores activos, recargas vencidas, recargas próximas, mantenimientos pendientes.
Comerciales	Ventas totales, ingresos totales, ingresos del mes, ventas por tipo.

## 9. Plantillas visuales y lineamientos de interfaz

- La plantilla del listado de clientes es la referencia visual para tablas oscuras con DataTables.
- Se usa barra superior personalizada en DataTables con botones de exportación y buscador alineado.
- Las notificaciones visuales emplean iziToast en español, por ejemplo con títulos como Correcto, Error o Advertencia.
- Los módulos tipo catálogo utilizan tarjetas oscuras con acciones visuales uniformes.

## **10. Mantenimiento y buenas prácticas de desarrollo**

- 1. No romper sincronización:** Antes de modificar Recarga, Notificación o ExtintorCliente, revisar todos los puntos donde se actualiza estado y fecha\_proxima\_recarga.
- 2. Centralizar validaciones:** Si la regla es funcional y no estructural, mantenerla en forms.py según el criterio actual del proyecto.
- 3. Respetar permisos:** Toda nueva vista debe evaluar el rol mediante mixins o decoradores.
- 4. Conservar la plantilla visual:** Los nuevos listados deben seguir el estilo definido para clientes o el estilo de catálogos aprobado.
- 5. Probar automatismos:** Cada cambio en ventas debe verificarse con creación automática de extintor o mantenimiento.

## **11. Manual de pruebas sugerido**

- Crear cliente con teléfono repetido: debe rechazar el guardado.
- Editar cliente sin cambiar teléfono ni correo: no debe marcar duplicado.
- Ingresar fecha\_proxima\_recarga anterior a hoy: debe rechazar en los tres formularios compartidos.
- Registrar venta de servicio: debe crear mantenimiento.
- Registrar venta de extintor: debe crear ExtintorCliente, Recarga y Notificación relacionadas.
- Actualizar recarga o notificación: debe reflejarse la sincronización esperada.