



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

**Implementación de una plataforma web para el control
de eventos operativos en máquinas de producción en
una empresa alimentaria**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

AUTOR

Joel Hernán RUITÓN CARRERA

ASESOR

Jaime Rubén PARIONA QUISPE

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Ruitón, J. (2026). *Implementación de una plataforma web para el control de eventos operativos en máquinas de producción en una empresa alimentaria*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Ruitón Carrera Joel Hernán
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70907621
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-9268-8097
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Jaime Rubén Pariona Quispe
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06220658
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-2760-6219
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Walter Pedro Contreras Flores
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07743259
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Robert Elías Espinoza Domínguez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08136325
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica

Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima
	Distrito: Cercado de Lima Jr. Carlos Amezaga No. 375 Universidad Nacional Mayor de San Marcos Latitud: -12.0564232 Longitud: -77.0843327
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2025
URL de disciplinas OCDE	2.02.04 -- Ingeniería de sistemas y comunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Acta Virtual de Sustentación
del Trabajo de Suficiencia Profesional

Siendo las 18:03 horas del día 31 de marzo del año 2026, se reunieron virtualmente los docentes designados como Miembros de Jurado del Trabajo de Suficiencia Profesional, presidido por el Lic. Contreras Flores Walter Pedro (Presidente), Lic. Espinoza Domínguez Robert Elías (Miembro) y el Lic. Pariona Quispe Jaime Rubén (Miembro Asesor), usando la plataforma Meet (<http://meet.google.com/wcc-jfha-tms>), para la sustentación virtual del Trabajo de Suficiencia Profesional intitulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA WEB PARA EL CONTROL DE EVENTOS OPERATIVOS EN MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA ALIMENTARIA”**, por el Bachiller **Ruitón Carrera Joel Hernán**; para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Acto seguido de la exposición del Trabajo de Suficiencia Profesional, el Presidente invitó al Bachiller a dar las respuestas a las preguntas establecidas por los miembros del Jurado.

El Bachiller en el curso de sus intervenciones demostró pleno dominio del tema, al responder con acierto y fluidez a las observaciones y preguntas formuladas por los señores miembros del Jurado.

Finalmente habiéndose efectuado la calificación correspondiente por los miembros del Jurado, el Bachiller obtuvo la nota de **18 (DIECIOCHO)**.

A continuación el Presidente de Jurados el Lic. Contreras Flores Walter Pedro, declara al Bachiller **Ingeniero de Sistemas**.

Siendo las 18:58 horas, se levantó la sesión.

Presidente

Lic. Contreras Flores Walter Pedro

Miembro

Lic. Espinoza Domínguez Robert Elías

Miembro Asesor

Lic. Pariona Quispe Jaime Rubén



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE

SAN MARCOS

Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Jaime Rubén Pariona Quispe en mi condición de asesor acreditado mediante Resolución Decanal N° 001268-2025-D-FISI/UNMSM y OFICIO N° 0026-PTTSP-FISI-2025 del Trabajo de Suficiencia Profesional, cuyo título es Implementación de una plataforma web para el control de eventos operativos en máquinas de producción en una empresa alimentaria, presentado por el bachiller Ruitón Carrera Joel Hernán para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 5% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS.**

Lima, 04 de junio de 2026

Firma del Asesor:

Nombres y Apellidos del asesor: Jaime Rubén Pariona Quispe

DNI: 06220658

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a:

A mis padres Yrma y Hernán, quienes me han apoyado incondicionalmente y formado como la persona y profesional que soy hoy en día.

A mis abuelos Cornelio, Gonzalo, Colombina y Rosa, personas que en vida fueron seres de luz y que muy a pesar de las complicaciones mostraron con el ejemplo hasta qué punto un ser humano es capaz de amar y cuidar a su familia.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia en general, por acompañarme en esta aventura llamada vida.

A mis personas cercanas, Michelle, Esmeralda, Karen y Sadith, quienes, desde distintos roles y etapas, participaron de forma significativa en la formación de mis convicciones y han sido un soporte infaltable a lo largo de mi vida.

FICHA CATALOGRÁFICA

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA WEB PARA CONTROL DE EVENTOS OPERATIVOS EN MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA ALIMENTARIA

AUTOR: RUITÓN CARRERA, JOEL HERNÁN

ASESOR: PARIONA QUISPE, JAIME RUBÉN

TÍTULO PROFESIONAL: Título Profesional de Ingeniería de Sistemas

ÁREA/PROGRAMA/LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Ingeniería / Industria, Innovación e Infraestructura / Ingeniería de Software

PREGRADO: Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática – Escuela Profesional de Ingeniería de Software

Formato: 21 X 29.7 cm

Páginas xii,133

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Implementación de una plataforma web para control de eventos operativos en máquinas de producción en una empresa alimentaria

Autor: Ruitón Carrera, Joel Hernán

Asesor: Pariona Quispe, Jaime Rubén

Título: Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Fecha: Marzo de 2026

RESUMEN

El trabajo de suficiencia profesional implementado por el autor en el presente documento tiene como objetivo detallar la implementación de una solución web en una empresa de producción alimentaria, ello con el fin de mejorar el control de eventos que pueden darse a lo largo de su proceso productivo. La empresa eligió implementar una página web debido a que no contaban con una fuente estandarizada de control eventos. Por ello, los operarios de producción se encontraban en la obligación de llenar formatos físicos, resultando una labor demorada y poco práctica al momento de intentar realizar un análisis estadístico dinámico y con efectos negativos en los indicadores de calidad y rendimiento. Debido a todo lo descrito anteriormente la empresa se encontró en la necesidad de evaluar alguna opción tecnológica para revertir esta situación. Ante esta situación el área de desarrollo digital de la organización decidió implementar una página web que permitiera a los operarios registrar eventos directamente desde dispositivos móviles. Esta solución facilitó la recolección de datos en tiempo real, adicionalmente garantizó su almacenamiento en una fuente estándar, lo que facilitó el análisis mediante tableros de control dinámicos. De esta manera, se fortaleció la capacidad para definir estrategias de mejora continua orientadas a incrementar el rendimiento de la maquinaria y asegurar la calidad del proceso productivo.

Palabras clave: solución web, indicadores de rendimiento, mejora continua, control de maquinaria, calidad de producción.

MAJOR NATIONAL UNIVERSITY OF SAN MARCOS
FACULTY OF SYSTEMS AND INFORMATICS ENGINEERING
PROFESSIONAL SCHOOL OF SYSTEMS ENGINEERING

**Implementation of a web platform for the control of operational events in production
machines in a food company**

Author: Ruitón Carrera, Joel Hernán

Advisor: Pariona Quispe, Jaime Rubén

Title: Professional Sufficiency Work to opt for the Professional Title of Systems Engineer

Date: March 2026

ABSTRACT

The professional proficiency project implemented by the author in this document aims to detail the implementation of a web solution in a food production company, with the goal of improving the control of events that may occur throughout its production process. The company chose to implement a website because it did not have a standardized source for event control. As a result, production operators were required to fill out physical forms, which was a time-consuming and impractical task when attempting to perform dynamic statistical analysis and had a negative impact on quality and performance indicators. Due to all of the above, the company found itself in need of evaluating a technological option to reverse this situation. Faced with this situation, the organization's digital development department decided to implement a website that would allow operators to record events directly from mobile devices. This solution facilitated real-time data collection and ensured that data was stored in a standard source, which facilitated analysis using dynamic control panels. This strengthened the ability to define continuous improvement strategies aimed at increasing machinery performance and ensuring the quality of the production process.

Keywords: web solution, performance indicators, continuous improvement, machinery control, production quality.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS	xii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL.....	3
CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA....	9
2.1. EMPRESA – ACTIVIDAD QUE REALIZA.....	9
2.2. VISIÓN.....	9
2.3. MISIÓN	10
2.4. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	10
2.5. ÁREA, CARGO Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS	14
2.6. EXPERIENCIA PROFESIONAL REALIZADA EN LA ORGANIZACIÓN.....	15
CAPITULO III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	16
3.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	16
3.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	16
3.2. SOLUCIÓN	17
3.2.1. OBJETIVOS	17
3.2.2. ALCANCE	17
3.2.3. ETAPAS Y METODOLOGIA.....	18
3.2.4. FUNDAMENTOS UTILIZADOS	19
3.2.5. IMPLEMENTACIÓN DE LAS ÁREAS, PROCESOS, SISTEMAS Y BUENAS PRÁCTICAS.....	36
3.3. EVALUACIÓN	105

3.3.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA / EVALUACIÓN COSTO BENEFICIO...	105
3.3.2. INTERPRETACIÓN DEL VAN Y DEL TIR	109
CAPÍTULO IV. REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA	112
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
5.1. CONCLUSIONES.....	114
5.2. RECOMENDACIONES	115
5.3. FUENTES DE INFORMACIÓN	116
5.4. GLOSARIO	118
ANEXOS	121
ANEXO 1: Big Data.....	121
ANEXO 2: Arquitectura de ambientes	122
ANEXO 3: Diagrama de Entidad – Relación	123
ANEXO 4: Cronograma de Proyecto	124
ANEXO 5: Diagrama de Gannt	125
ANEXO 6: Script de creación de base de datos	126
ANEXO 7: Planificación de pase a producción	129
ANEXO 8: Confirmación de pase a producción	130
ANEXO 9: Acta de Cierre	131

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama Empresa Productora Gerencia General	10
Figura 2 Organigrama Empresa Productora Gerencia de Producción.....	11
Figura 3 Organigrama Empresa Productora Gerencia de Calidad.....	11
Figura 4 Organigrama Empresa Productora Gerencia TI	12
Figura 5 Organigrama Empresa Productora Gerencia de Inteligencia de Negocios	13
Figura 6 Organigrama Empresa Productora Gerencia de Logística	13
Figura 7 Procesos Scrum	19
Figura 8 Pilares Scrum	26
Figura 9 Roles Scrum	27
Figura 10 Secuencia de Fibonacci	28
Figura 11 API REST	29
Figura 12 Interfaz de usuario de Swagger	30
Figura 13 Arquitectura general de Vue.js	31
Figura 14 Diseño general de arquitectura MySQL.....	32
Figura 15 Arquitectura ETL integrada en Power BI.....	33
Figura 16 Metodología Scrum aplicada a la Empresa Productora	36
Figura 17 Equipo de proyecto	37
Figura 18 Librería de consumo de APIs	45
Figura 19 Toma de datos para creación de producciones	46
Figura 20 Tabla definida a través de una entidad	46
Figura 21 Servicio para creación de paradas	47
Figura 22 Registro de paradas y producciones	48
Figura 23 Adaptador de gestión de máquinas.....	51
Figura 24 Métodos de la capa de servicios de máquinas.....	52
Figura 25 Configuración de máquinas.....	53
Figura 26 Ruteo de gestión de máquinas.....	56
Figura 27 Método para obtener detalle de turno.....	57
Figura 28 Gestión de producción.....	58
Figura 29 CRUD de peticiones para gestión de usuarios	61
Figura 30 Métodos de la capa de servicios de usuarios.....	62
Figura 31 Gestión de usuarios	63
Figura 32 Adaptador para CRUD de velocidades	67

Figura 33 Métodos asociados a velocidades de máquinas	67
Figura 34 Velocidad teórica de máquinas	68
Figura 35 Petición de datos del reporte de rendimiento por turnos.....	71
Figura 36 Obtención de datos de rendimiento por turno y máquina	72
Figura 37 Reporte de Rendimiento por turno	73
Figura 38 Adaptador para administración de paradas	77
Figura 39 Capa de servicio de paradas	77
Figura 40 Configuración de tipos de paradas	78
Figura 41 Adaptador para administración de roles	81
Figura 42 Capa de servicio de roles.....	82
Figura 43 Gestión de accesos por rol.....	83
Figura 44 Adaptador para ver y exportar eventos.....	87
Figura 45 Capa de servicios de eventos.....	87
Figura 46 Reporte específico por máquina.....	88
Figura 47 Petición de datos del reporte de máquinas	92
Figura 48 Obtención de datos del reporte de máquina	92
Figura 49 Reporte de productividad por máquina	93
Figura 50 Petición de datos del reporte por horas	96
Figura 51 Obtención de datos del reporte por horas.....	97
Figura 52 Reporte de producción por horas	98
Figura 53 Flujo de caja	109

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Experiencias laborales.....	3
Tabla 2 Educación Académica	7
Tabla 3 Cursos realizados	7
Tabla 4 Idiomas estudiados por el autor	8
Tabla 5 Backlog requerimientos	40
Tabla 6 Definición del Sprint Backlog 1.....	43
Tabla 7 Definición del Sprint Backlog 2.....	49
Tabla 8 Definición del Sprint Backlog 3.....	54
Tabla 9 Definición del Sprint Backlog 4.....	59
Tabla 10 Definición del Sprint Backlog 5.....	64
Tabla 11 Definición del Sprint Backlog 6.....	69
Tabla 12 Definición del Sprint Backlog 7.....	74
Tabla 13 Definición del Sprint Backlog 8.....	79
Tabla 14 Definición del Sprint Backlog 9.....	84
Tabla 15 Definición del Sprint Backlog 10.....	89
Tabla 16 Definición del Sprint Backlog 11	94
Tabla 17 Definición del Sprint Backlog 12.....	99
Tabla 18 Costos de Recursos Humanos	105
Tabla 19 Costos de Infraestructura	105
Tabla 20 Costos de Software.....	106
Tabla 21 Costos totales directos.....	106
Tabla 22 Gastos Generales.....	107
Tabla 23 Costos totales	107
Tabla 24 Beneficios tangibles	108
Tabla 25 Resultados de calcular el VAN y el TIR	110

INTRODUCCION

El presente trabajo de suficiencia profesional desarrollado el autor tiene el fin de detallar la implementación de una solución web responsiva desarrollada con frameworks modernos de desarrollo, usando Java SpringBoot del lado del backend y VueJs del lado del frontend, siguiendo la metodología de trabajo SCRUM y cumpliendo con buenas prácticas de desarrollo. La empresa pertenece al rubro de la industria alimentaria, sector en el que se destaca por la producción y comercio de comestibles los cuales están categorizados en lácteos, jugos, néctares, embutidos y otras categorías de gran demanda en el mercado nacional. Cuenta con varias décadas de experiencia, periodo en el cuál ha sabido adaptarse al mercado y establecerse como un referente exitoso en su campo, garantizando calidad e innovación en cada uno de sus procesos.

Hasta el año 2022, una de las principales limitaciones identificadas en la organización era la ausencia de un sistema documentado y digital que sirva como apoyo para la matrícula y seguimiento de los sucesos ocurridos en las máquinas de producción. Cada evento, los cuales se clasifican en paradas y producciones, se registraba de manera poco organizada, en algunos casos de forma manual en hojas físicas, lo que dificultaba consolidar información y generaba retrasos al momento de intentar realizar un análisis estadístico confiable. Esta situación disminuía los indicadores de calidad y rendimiento, además de dificultar la definición de estrategias efectivas frente a fallas no previstas.

Ante esta problemática, en 2022 la empresa decidió impulsar un proyecto de transformación digital que consistía en implementar un sistema web responsivo. El objetivo era que los operarios de producción pudieran registrar los eventos de la maquinaria de forma simple y fiable desde dispositivos móviles. De esta manera, se buscaba centralizar la información, reducir tiempos de registro de datos, generar tableros para el monitoreo del proceso productivo y mejorar la capacidad de respuesta frente a imprevistos, incrementando la estabilidad de las operaciones productivas y la calidad de los alimentos entregados al consumidor.

En el primer capítulo se presenta la trayectoria profesional del autor, detallando sus puestos desempeñados, las tareas que cumplió en cada uno de ellos, su formación académico-profesional y las competencias adquiridas a lo largo de su experiencia laboral. En el segundo capítulo se presenta a la empresa en la cual se realizó la implementación de la solución digital, tratándose en este caso de una empresa perteneciente al sector de producción alimentaria, en dicha presentación se precisará su misión, visión y estructura

organizacional. Asimismo, se precisan las funciones que el autor ejerció en calidad de Analista Programador Fullstack, cargo en el que fortaleció sus conocimientos en diversas tecnologías de desarrollo como Java Spring Boot para el backend, Vue 3 para el frontend, Docker y Google Cloud Platform (GCP) como herramientas de despliegue y alojamiento, así como el desarrollo de capacidades de liderazgo y comunicación efectiva.

En el tercer capítulo se detalla el desarrollo del proyecto, enfocado en la creación de una plataforma web responsiva para el control de eventos en las máquinas de producción de la empresa. Se presenta la problemática de la organización y la solución tecnológica propuesta, así como la metodología de trabajo elegida para llevarla a cabo, eligiendo en este caso la metodología Scrum.

El cuarto capítulo se refiere al aporte dado por el autor, las actividades y participación que tuvo en el presente proyecto y aprendizaje obtenido, tanto a nivel técnico como interpersonal.

Por último, el quinto capítulo sintetiza las conclusiones y recomendaciones, dirigidas a resaltar logros alcanzados y sugerir mejoras para futuros proyectos de transformación digital en la empresa.

CAPITULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL

El autor del presente proyecto lleva hasta la fecha 9 años de experiencia práctica ejerciendo el rol de Analista Programador en distintas empresas nacionales e internacionales ubicadas en la ciudad de Lima. En dichas organizaciones realizó actividades de diferente índole, las cuales van desde el análisis y entendimiento de necesidades hasta su desarrollo y ejecución dentro de rubros bastante variados, destacando entre ellos los sectores telecomunicaciones, consultoría y producción. Su última experiencia laboral, en la cual mantiene funciones hasta el día de hoy y que a su vez es en donde se lleva a cabo la implementación del proyecto expuesto, es en una empresa peruana con notoria presencia en producción y comercialización de alimentos bajo el rol de analista programador senior.

Anteriormente el autor trabajó para empresas de diferentes tamaños e industrias.

Los detalles de su trayectoria se dan a conocer en la Tabla 1:

Tabla 1

Experiencias laborales

Empresa/Período	Descripción de actividades realizadas
Empresa Productora (Julio 2022-Actualidad)	Cargo: Analista Programador Senior Actividades: Responsable de liderar 2 squads de desarrollo, definiendo arquitecturas, tiempos de entrega y distribución de tareas siguiendo la metodología SCRUM. Desarrolló soluciones backend con .NET, Java, Nest y Node.js, aplicando arquitectura limpia, además de consumir servicios externos mediante APIs REST y SOAP. Implementé interfaces de usuario con JavaScript, TypeScript, Vue y React. Gestionó repositorios con Git, así como entornos cloud en Google Cloud Platform y Azure. Participó en capacitaciones y revisiones de código, fomentando buenas prácticas de desarrollo. Además, administró bases de datos, optimizó reportes y diseñó

procesos automáticos para mejorar la eficiencia de los sistemas.

Logros:

- Implementación de proyecto expuesto en el presente informe: Reducción considerable de tiempo de matrícula de información de 20 minutos a 5 minutos por turno de 8 horas.
- Implementación de proyecto de definición de objetivos de venta mensuales: Reducción de tiempo de definición de 10 días a 3 días.
- Implementación de proyecto dirigido a la asignación de presupuestos en recursos humanos.

CSTI Corp

(Marzo 2022-Julio 2022)

Cargo: Analista Programador Senior - Consultor externo

Actividades: Heredar un sistema legacy incompleto para darle sostenibilidad y escalabilidad, proponiendo mejoras, definiendo tiempos de entrega y tareas bajo una metodología Kanban.

Entre las tecnologías usadas para concluir con la implementación del sistema se usó .NET con MVC y bases de datos SQL Server para el backend y JQuery con Bootstrap para el frontend.

Administró repositorios con Git e implementó procesos automáticos para mejorar la eficiencia. Además, realizó administración de bases de datos y la creación y optimización de reportes relacionados con el sistema.

Logro:

- Implementación de sistema de planificación mensual de objetivos de ventas mensuales.

Comdata Group Perú
(Marzo 2019-Julio 2022)

Cargo: Analista Programador Senior

Actividades: Responsable de liderar un equipo de desarrollo de 3 integrantes, definiendo arquitecturas, tiempos de entrega y distribución de tareas bajo metodología SCRUM.

Participó en sesiones de capacitación orientadas a buenas prácticas de desarrollo.

Desarrolló soluciones backend con .NET aplicando arquitectura limpia, además de integrar servicios externos mediante APIs REST y SOAP. Implementó interfaces de usuario con JavaScript y jQuery, y creó aplicaciones de escritorio conectadas a herramientas de telefonía para optimizar el trabajo de operadores de call center.

Administró repositorios con Git, gestionó recursos en AWS e implementó procesos automáticos para mejorar la eficiencia. Además, administró bases de datos relacionales, así como la creación y optimización de reportes de operativos.

Logros:

- Implementación de sistema de consulta de grabaciones: Disminución de tiempos de atención de solicitud de audios y mayor disponibilidad de soporte para otras actividades.
- Implementación de proyecto: BO VendeMas.
- Implementación de proyecto: Callmanager Visa.

Consultora Geekcorp
(Octubre 2018-Diciembre 2018)

Cargo: Analista Programador - Consultor externo

Actividades: Participar en la implementación de un sistema de cuentas de ahorro, proponiendo mejoras, definiendo tiempos de entrega y tareas bajo una metodología Kanban.

Entre las tecnologías usadas para concluir con la implementación del sistema se usó ASP.NET como marco de desarrollo para el backend y SQL Server como motor de base de datos y JQuery con Bootstrap para el frontend.

Administró repositorios con Git e implementó procesos automáticos para mejorar la eficiencia. Además, realizó administración de bases de datos y la creación y optimización de reportes relacionados con el sistema.

Logro:

- Implementación de sistema de cuentas de ahorro para una empresa del sector bancario.

Covisian España
(Mayo 2016-Marzo 2019)

Cargo: Analista Programador

Actividades: Responsable de liderar un equipo de desarrollo de 2 integrantes, definiendo arquitecturas de software, tiempos de entrega y distribución de tareas bajo metodologías ágiles.

Participó en capacitaciones de buenas prácticas de desarrollo.

Desarrolló backends con .NET aplicando arquitectura limpia, además de integrar servicios externos mediante APIs REST y SOAP. Implementó interfaces de usuario con JavaScript y jQuery, y participó en la creación y escalamiento de aplicaciones de escritorio conectadas a plataformas de telefonía para optimizar la labor de los operadores de call center.

Gestionó repositorios de código con Team Foundation, administró bases de datos, diseñó procesos automáticos y realizó la creación/optimización de reportes de gestión.

Logros:

- Implementación de proyecto: QSIP. Reducción de tiempos de calificación de llamada de 20 minutos a 10 minutos.
- Integración de servicios web del banco en aplicación de ventas del teleoperador.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la formación académica del autor en la Tabla 2:

Tabla 2***Educación Académica***

Período	Educación Académica
2011-2017	Grado Académico de Bachiller en Ingeniería de Sistemas Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Fuente: Elaboración propia.

Los cursos realizados por el autor se detallan en la Tabla 3:

Tabla 3***Cursos realizados***

Institución	Curso
Cibertec	Big Data (Ver Anexo 1)

Fuente: Elaboración propia.

Los estudios relacionados a idiomas y su correspondiente nivel alcanzado realizados por el autor se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4*Idiomas estudiados por el autor*

Período	Idioma	Nivel	Institución
2015-2016	Inglés	Avanzado-C1	Británico

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA

2.1. EMPRESA – ACTIVIDAD QUE REALIZA

La organización en la cual tuvo lugar la implementación de la solución tecnológica descrita en secciones previas y en donde el autor del presente trabajo de suficiencia profesional desempeña sus funciones es una empresa productora de alimentos con amplia presencia a lo largo de varias décadas de trayectoria desde sus primeros años. Fundada en 1910, se ha consolidado como una compañía referente en la industria alimentaria nacional, destacando por su innovación, calidad y diversificación de productos.

La organización tiene participación en diversas áreas del sector alimentario, resaltando en las categorías de lácteos, jugos, néctares, embutidos, margarinas y productos funcionales; los cuales ha logrado consolidar a través de marcas hoy por hoy fácilmente reconocidas por los consumidores en el mercado peruano. Cada división aporta al desarrollo de la empresa manteniendo altos estándares de calidad que responden al cumplimiento de las normativas vigentes.

Como parte de su proceso de transformación digital, la empresa ha puesto en marcha diversas iniciativas orientadas a digitalizar y optimizar sus procesos productivos. Con ello busca incrementar la eficiencia de sus operaciones productivas, conseguir un manejo más preciso de la información y responder con rapidez a exigencias variables del mercado. Estas acciones muestran un compromiso orientado a la mejora continua, la incorporación de nuevas tecnologías y la sostenibilidad, principios que aplica en su gestión y le permiten mantener una posición competitiva dentro del sector alimentario.

2.2. VISIÓN

Ser reconocida como la organización productora de alimentos referente en su rubro en el país, destacando por conseguir altos estándares de calidad, innovación continua y solidez a través del tiempo, ofreciendo productos que contribuyan al bienestar y satisfacción de las familias, al mismo tiempo que impulsa el desarrollo de la industria alimentaria nacional.

2.3. MISIÓN

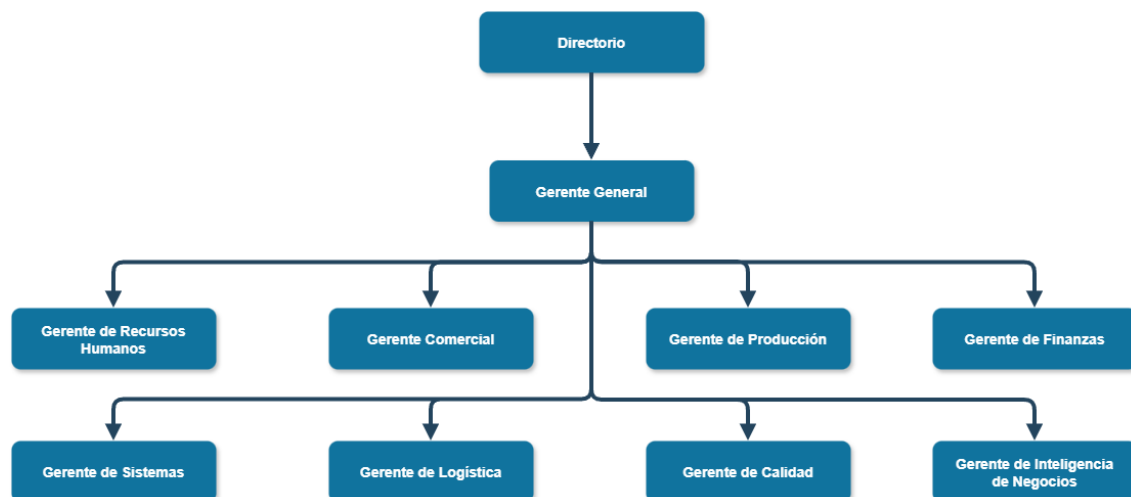
Producir y comercializar alimentos nutritivos, seguros y de alta calidad, elaborados con procesos eficientes y sostenibles. Entre sus preocupaciones clave, la organización vela por cubrir la demanda de sus consumidores, generar valor para sus colaboradores, clientes y accionistas, y participar en el desarrollo responsable de la comunidad y el contexto en el cual se desenvuelve.

2.4. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se presenta en la Figura 1 el organigrama general de la empresa productora y se detallan los organigramas correspondientes a las gerencias que participaron de la implementación del proyecto:

Figura 1

Organigrama Empresa Productora Gerencia General (Empresa Productora, 2022)



Fuente: Elaboración propia.

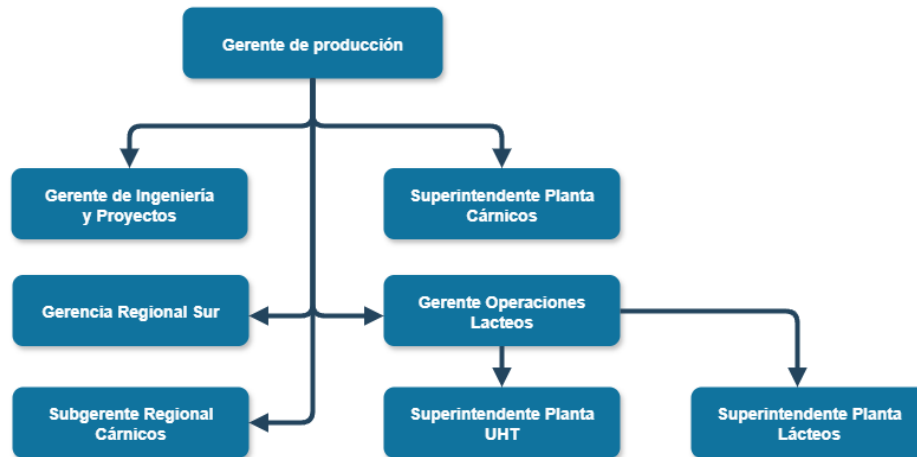
Nota: La figura diagrama la jerarquía y relación de las gerencias dentro de la Empresa Productora en el año 2022.

Gerencia de Producción: Encargada de las operaciones diarias en las plantas industriales y de velar por el correcto desempeño de la maquinaria utilizada en los procesos productivos. Su participación fue fundamental para determinar los tipos de eventos que debían ser registrados en el sistema, entre ellos los tiempos de parada (máquina deja de producir por un motivo previsto o no previsto) y tiempos productivos (máquina funciona

normalmente), las cantidades producidas y las mermas (productos defectuosos o por debajo de la calidad esperada).

Figura 2

Organigrama Empresa Productora Gerencia de Producción (Empresa Productora, 2022)



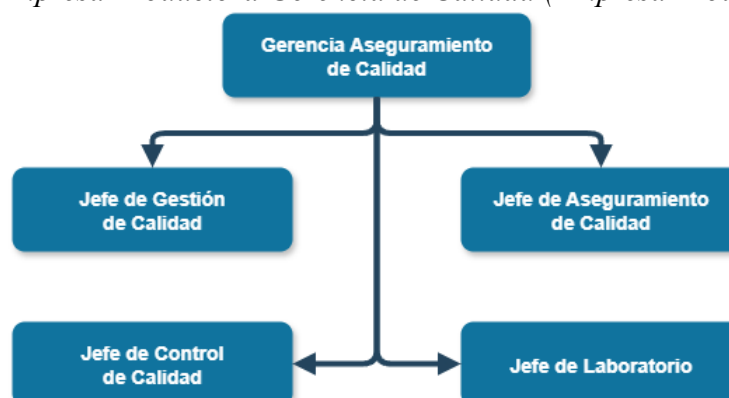
Fuente: Elaboración propia.

Nota: La figura diagrama la jerarquía y relación de los roles dentro de la Gerencia de Producción en el año 2022.

Gerencia de Calidad: Encargada de asegurar que los procesos se desarrollen conforme a los estándares de inocuidad y a las normativas internacionales vigentes. Su participación permitió la identificación y definición de los indicadores de calidad a tomar en cuenta en los reportes generados por el sistema, permitiendo un seguimiento de las tendencias y la implementación oportuna de acciones correctivas.

Figura 3

Organigrama Empresa Productora Gerencia de Calidad (Empresa Productora, 2022)



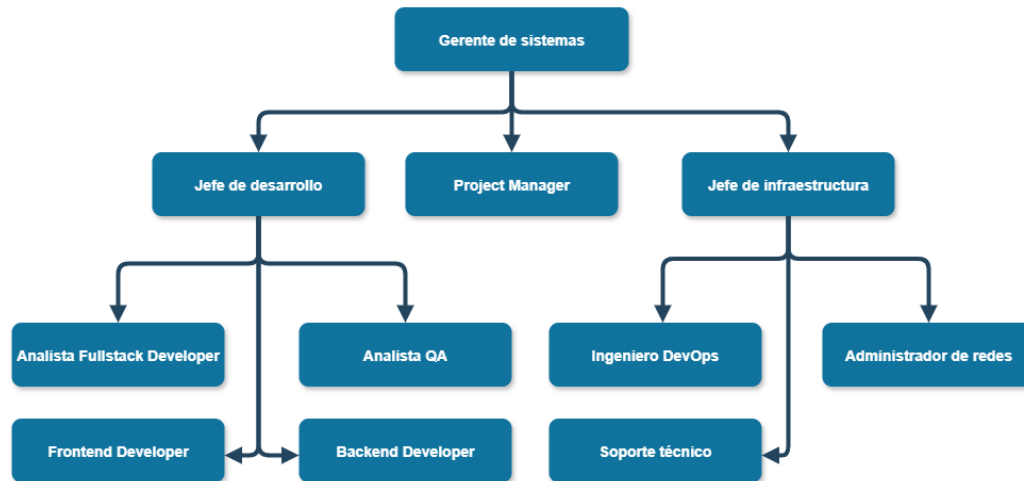
Fuente: Elaboración propia.

Nota: La figura diagrama la jerarquía y relación de los roles dentro de la Gerencia de Calidad en el año 2022.

Gerencia de Sistemas: Tiene a su cargo la gestión de la infraestructura tecnológica y la definición de los lineamientos necesarios para el desarrollo de herramientas digitales dentro de la organización. Coordinó del despliegue del sistema en entornos de nube, garantizando su seguridad y estabilidad, además de brindar soporte al equipo de desarrollo durante el proceso de implementación.

Figura 4

Organigrama Empresa Productora Gerencia TI (Empresa Productora, 2022)



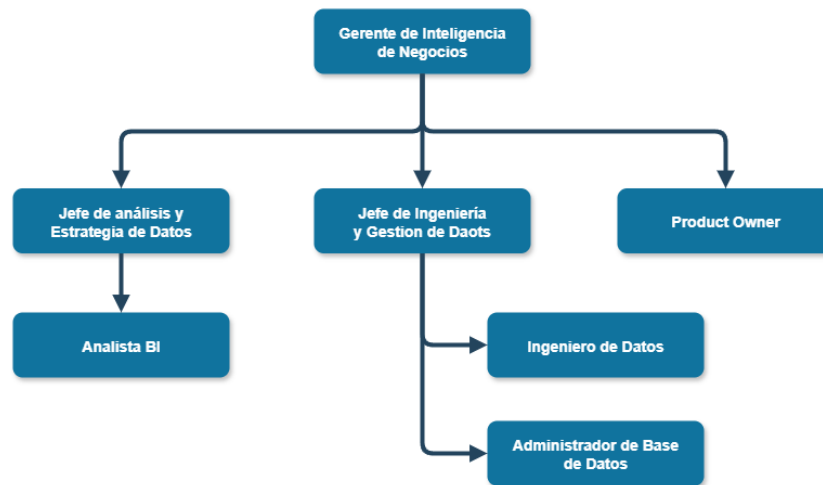
Fuente: Elaboración propia.

Nota: La figura diagrama la jerarquía y relación de los roles dentro de la Gerencia TI en el año 2022.

Gerencia de Inteligencia de Negocios: Integrado por el Product Owner y el equipo de analistas de inteligencia de negocios, fueron responsables del análisis estratégico de los datos. Su participación permitió la definición de procesos ETL y el diseño de la explotación de la información a través de tableros desarrollados en Power BI los cuales tuvieron como objetivo ser la base para mejorar el proceso de toma de decisiones.

Figura 5

Organigrama Empresa Productora Gerencia de Inteligencia de Negocios (Empresa Productora, 2022)



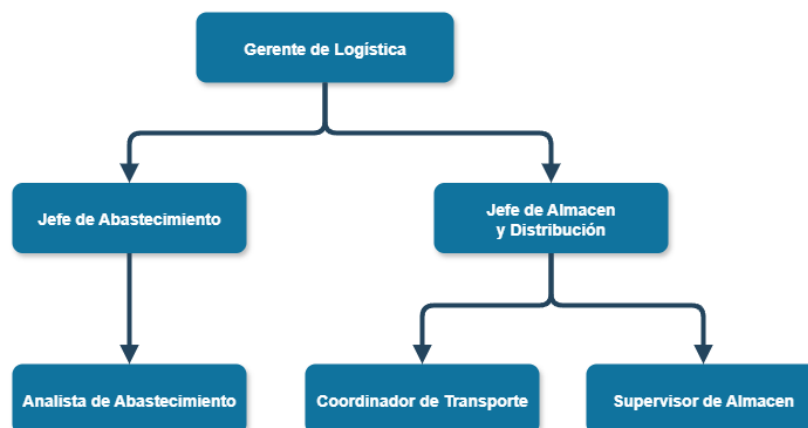
Fuente: Elaboración propia.

Nota: La figura diagrama la jerarquía y relación de los roles dentro de la Gerencia de Inteligencia de Negocios en el año 2022.

Gerencia de Logística: Responsable de la planificación y el control de los insumos, materias primas y productos finales. Su participación permitió al sistema incorporar datos importantes para el seguimiento de la red de abastecimiento, como lo son el nivel de disposición de equipos y los tiempos asociados a la producción; posibilitando así alinear la planificación operativa y la gestión logística.

Figura 6

Organigrama Empresa Productora Gerencia de Logística (Empresa Productora, 2022)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: La figura diagrama la jerarquía y relación de los roles dentro de la Gerencia de Logística en el año 2022.

El trabajo coordinado entre estas gerencias hizo posible el correcto desarrollo y éxito del proyecto, garantizando que la solución implementada atendiera no solo las demandas operativas de la planta, sino también los objetivos estratégicos dirigidos a la gestión y el análisis de la información dentro de la organización.

2.5. ÁREA, CARGO Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS

Actualmente el autor del presente trabajo de suficiencia profesional funge como Analista Programador Fullstack en la organización descrita en la sección anterior. Dentro de ella su cargo se enmarca en la gerencia de TI de la empresa, perteneciendo a su vez al área de desarrollo.

Dentro del área de desarrollo, y dentro del presente trabajo de suficiencia profesional, el autor ejecutó funciones correspondientes a diversos roles:

Scrum Master

- Liderar reuniones correspondientes a la metodología de trabajo Scrum: Dailys, Plannings, Reviews.
- Asignación de tareas.
- Gestión de dependencias/bloqueantes.

Analista funcional

- Entendimiento del escenario actual y participación de la definición del “to be”.
- Análisis a alto nivel de esfuerzos técnicos y en base a ello establecer un cronograma de trabajo estimado de la implementación.
- Definición de criterios mínimos de aceptación del producto.

Programador Fullstack

- Estimación y cumplimiento de tiempos de desarrollo.
- Definición de arquitectura de software.
- Comunicación y gestión transversal con el squad de desarrolladores y QA.
- Desarrollo y despliegue de microservicios en Java.
- Implementación de SPA en Vue.
- Soporte a la plataforma posterior a pase a entornos productivos.
- Realizar la configuración de despliegues automáticos a través de pipelines en Azure.
- Administración de cloud runs y bases de datos Mysql en Google Cloud Platform.

2.6. EXPERIENCIA PROFESIONAL REALIZADA EN LA ORGANIZACIÓN

Ejerciendo el cargo de Analista Programador Fullstack en la organización de producción de alimentaria, el autor adquirió diversos tipos de experiencia, por el lado técnico en la implementación de soluciones con frameworks de desarrollo modernos como Java con SpringBoot y Vue 3, así como el manejo del entorno cloud de Google, siendo capaz de adaptarse a la solicitud del nuevo stack tecnológico e implementar y dar soporte a la solución web utilizando todo el conocimiento nuevo. Y por el lado funcional experimentó como se lleva a cabo la planificación de iniciativas nuevas en la Empresa Productora, desde la elaboración del brief, el “to be”, la construcción de documentación funcional, definición de épicas, cronogramas hasta las historias de usuario.

A continuación, se listan diversas habilidades que el autor adquirió como experiencia en el ejercicio de sus actividades:

- Entender los estándares de calidad y el cómo se llevan a cabo los procesos productivos dentro del rubro producción alimentaria.
- Incorporar dentro de su stack tecnológico desarrollo limpio usando el lenguaje Java usando el framework Spring.
- Desarrollo de aptitudes en desarrollo con el framework Vue 3.
- Aprendizaje de herramientas para implementar CI/CD.
- Familiarización con el entorno cloud de Google.
- Desarrollo de comunicación efectiva dependiendo de su respectivo contexto.
- Desarrollo de capacidades de liderazgo en squads técnicos de hasta 4 personas.
- Desarrollo de creatividad e ingenio para proponer y entregar productos a la medida del usuario.

CAPITULO III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

3.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Los procesos netamente relacionados a producción de insumos en empresas del sector alimentario dependen del correcto funcionamiento continuo y controlado de sus máquinas de producción, así como del registro oportuno de los eventos que se presentan durante su operación. La ocurrencia de paradas, fallas o incidencias no registradas adecuadamente puede generar dificultades para el seguimiento de la producción y para la gestión de la información asociada al desempeño de la maquinaria.

En la entidad productora de alimentos donde labora el autor, los eventos ocurridos en las máquinas de producción eran registrados mediante formatos manuales o físicos, los cuales variaban dependiendo del tipo máquina de producción. Esta forma de trabajo dificultaba la consolidación de la información, generaba retrasos en la disponibilidad de los datos y limitaba el acceso oportuno a información confiable. Asimismo, la ausencia de un control centralizado impedía realizar análisis estadísticos dinámicos que permitieran identificar patrones recurrentes en las incidencias registradas.

Esta situación evidenciaba la necesidad de contar con un mecanismo que permitiera registrar y centralizar de manera sistemática los eventos de producción, facilitando la gestión de la información generada por las máquinas y reduciendo las limitaciones asociadas al uso de registros manuales.

3.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa productora de alimentos no contaba con un sistema digital que permitiera registrar, centralizar y gestionar de manera documentada los eventos ocurridos en las máquinas de producción, lo que originaba un control manual, disperso y poco confiable de la información asociada a dichos eventos.

Problemas específicos derivados:

- Información productiva sujeta a errores y con lentitud para su consolidación.
- Dificultad para el seguimiento oportuno de los eventos registrados.
- Uso de información parcial e incompleta para la elaboración de reportes.
- Vulnerabilidad a errores en el registro manual de la información.
- Retrasos en la actualización de la información consolidada.

3.2. SOLUCIÓN

3.2.1. OBJETIVOS

3.2.1.1. *Objetivo General*

Llevar a cabo la implementación de una plataforma web responsiva que permita registrar, centralizar y analizar los eventos asociados a las máquinas de producción de una empresa del sector alimentario, con el fin de mejorar el control y la gestión de los mismos a través de una herramienta digital.

3.2.1.2. *Objetivos Específicos*

- Diseñar e implementar un sistema web con módulos dirigidos al registro estructurado y detallado de los eventos de producción, considerando tiempos de operación, paradas e incidencias.
- Implementar un módulo que permita la consulta y el seguimiento de los eventos operativos registrados por máquina y por turnos establecidos.
- Implementar un módulo de reportes que consolide la información de los eventos de producción en distintos rangos de tiempo.
- Implementar módulos de mantenimiento administrativos para la configuración de máquinas, tipos de eventos, accesos y roles de usuario.
- Diseñar procesos de extracción y organización de los datos de eventos de producción que facilite su posterior análisis.
- Adaptar el sistema a maquinas con características particulares para asegurar el registro adecuado de todos los eventos de producción.
- Implementar un módulo para la gestión y clasificación de eventos tipo parada imprevista asociados a las máquinas de producción.

3.2.2. ALCANCE

El alcance determinado para el presente trabajo de suficiencia profesional, cuya base al objetivo general “Llevar a cabo la implementación de una plataforma web responsiva que permita registrar, centralizar y analizar los eventos asociados a las máquinas de producción de una empresa del sector alimentario, con el fin de optimizar la realización de sus procesos operativos, elevar los estándares de calidad y fortalecer el proceso de toma de decisiones a través del empleo de herramientas digitales de análisis de datos”,

está delimitado en la construcción de un sistema que abarca funcionalidades de registro de tiempos de producción y paradas, gestión administrativa de la información, generación de reportes de desempeño de la maquinaria y mecanismos de análisis enfocados a planificar y prevenir anomalías dentro de los procesos productivos.

La solución propuesta se centra exclusivamente en cubrir los objetivos específicos definidos, los cuales incluyen el desarrollo de módulos de registro, gestión y reportes, así como la incorporación de herramientas administrativas para la configuración de parámetros de operación y la gestión de paradas imprevistas. No forma parte del alcance el desarrollo de otras funcionalidades externas al control y monitoreo de la producción.

Dado que el sistema fue desarrollado en el contexto de una empresa privada del sector de alimentos, el código fuente de la aplicación y la información del personal que participó en la construcción del sistema no pueden ser compartidos en el presente documento por políticas internas de confidencialidad de la empresa. No obstante, se describen la arquitectura del sistema, los módulos desarrollados y las tecnologías utilizadas, lo que facilita la comprensión del funcionamiento de la solución implementada.

3.2.3. ETAPAS Y METODOLOGIA

La implementación de soluciones digitales en entornos empresariales puede abordarse mediante distintas metodologías, que van desde enfoques tradicionales como cascada o RUP (Rational Unified Process), hasta marcos ágiles como Scrum o XP (Extreme Programming). En ese sentido, la decisión a tomar depende de diversos factores como el tipo de proyecto, el nivel de incertidumbre, los plazos definidos y la cultura de trabajo de la empresa y el equipo involucrado.

En el presente caso de estudio, desarrollado en una empresa productora de alimentos, se optó por la aplicación de la metodología ágil Scrum, dado se adapta muy bien a las consultas planteadas anteriormente, esta permite llevar a cabo la implementación de manera iterativa e incremental, adaptándose a las necesidades de los stakeholders y favoreciendo la entrega temprana de valor. La elección de Scrum también respondió a la necesidad de mantener una comunicación constante con los usuarios finales, quienes debían validar de forma continua las funcionalidades del sistema.

A continuación, se detallan los flujos y actividades dentro del marco de trabajo Scrum:

Figura 7
Procesos Scrum

Fase	Procesos fundamentales
Inicio	1. Crear la visión del proyecto 2. Identificar al Scrum Master y Stakeholder(s) 3. Formar Equipos Scrum 4. Desarrollar épica(s) 5. Crear el Backlog Priorizado del Producto 6. Realizar la planificación de lanzamiento
Planificación y estimación	7. Crear historias de usuario 8. Estimar historias de usuario 9. Comprometer historias de usuario 10. Identificar tareas 11. Estimar tareas 12. Crear el Sprint Backlog
Implementación	13. Crear entregables 14. Realizar Daily Standup 15. Refinar el Backlog Priorizado del Producto
Revisión y retrospectiva	16. Demostrar y validar el sprint 17. Retrospectiva del sprint
Lanzamiento	18. Enviar entregables 19. Retrospectiva del proyecto

Fuente: A Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE (SBOK™ Guide). Tomado de SCRUMstudy™, 2013

3.2.4. FUNDAMENTOS UTILIZADOS

En el presente punto se detallan diversos conceptos los cuales son clave para entender con mayor claridad el contexto funcional de la empresa, la importancia la implementación de la transformación digital en su sector, la metodología de trabajo adoptada, así como el uso de diferentes tecnologías las cuales serán usadas a lo largo de la fase de implementación explicada en capítulos posteriores, la importancia de la estandarización y análisis de los datos disponibles:

3.2.4.1 Producción alimentaria

La producción alimentaria abarca los procesos y prácticas que involucrados en la transformación materias primas en productos listos para el consumidor final. En el presente caso de estudio, esta actividad se sustenta en más de un siglo de experiencia y en la aplicación de estándares de calidad que garantizan inocuidad, consistencia y cumplimiento normativo. La gestión de la producción involucra el uso de maquinaria y recursos tecnológicos; la coordinación entre diferentes áreas de la organización y la adopción de herramientas que favorezcan el control de los procesos, la planificación y el cumplimiento de estándares de calidad.

3.2.4.1.1. Evento operativo

En el ámbito del sector alimenticio, un evento operativo se define como cualquier suceso o situación dada durante la operación de una máquina productiva que afecta su funcionamiento dentro del proceso de producción. Estos eventos pueden corresponder a:

- Evento productivo: periodos de operación en los cuales la máquina funciona sin imprevistos o pausas.
- Evento tipo parada imprevista / no programada: periodos de tiempo en los cuales el funcionamiento de una máquina se ve interrumpido por motivos inesperados, como lo pueden ser un atasco, un problema eléctrico, una calibración mal realizada, etc.
- Evento tipo parada programada: periodos de tiempo en los cuales la operación de una máquina se pausa de manera voluntaria para dar lugar a mantenimientos, limpiezas o configuraciones programadas con antelación.
- Evento tipo sin programa: periodos largos de tiempo en los cuales no se ha planificado ninguna producción u operación para una determinada máquina.

El registro de eventos permite documentar y analizar el comportamiento de las líneas de producción a lo largo del tiempo, facilitando el monitoreo de la operación, la identificación de incidentes y la generación de información útil para la mejora de los procesos y la toma de decisiones dentro de la organización.

3.2.4.1.2. *Procesos productivos en la industria alimentaria*

En este sector los procesos productivos comprenden diversas etapas que van desde la recepción de las materias primas hasta su tratamiento, transformación, envasado y distribución final. Cada una de estas fases requiere un control preciso que garantice la calidad del producto y reduzca al mínimo la posibilidad de contaminación o pérdidas durante la producción. La incorporación de herramientas digitales para el registro de la actividad productiva y las paradas de maquinaria constituye un avance importante, ya que posibilita disponer de información en tiempo real, la trazabilidad de eventos y mejora la capacidad de respuesta ante ellos.

3.2.4.1.3. *Control de calidad y trazabilidad*

El control de calidad dentro del sector alimentario tiene como objetivo asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales vinculadas con la inocuidad, la seguridad y la uniformidad de los productos.

Por su parte, la trazabilidad se refiere a la capacidad de seguir el recorrido de cada lote, desde la obtención de la materia prima hasta su llegada al consumidor final, garantizando así transparencia y confianza en el proceso.

En el presente proyecto, ambas prácticas se ven reforzadas mediante la incorporación de registros digitales de eventos, lo que permite una medición más precisa de indicadores clave como las paradas, producciones e indicadores de rendimiento y calidad.

3.2.4.1.4. *Indicadores clave de desempeño (KPIs)*

En el sector de alimentario, los indicadores clave de desempeño son herramientas fundamentales para evaluar la eficiencia de los procesos, la calidad y la gestión de recursos operativos dentro de la empresa. Su uso permite transformar metas organizacionales en métricas cuantitativas que facilitan el seguimiento y tomar decisiones para mejorar en una determinada dirección.

Entre los KPIs más usados en entornos de producción destacan:

- La disponibilidad de las máquinas.
- La comparación entre la producción real y la capacidad teórica
- El porcentaje de merma generado.
- La frecuencia de interrupciones no planificadas.

Cada uno de ellos contribuye en la detección de anomalías dentro de los procesos, la optimización de recursos y el diseño de estrategias orientadas a la mejora continua, la eficiencia en ejecución de procesos y la calidad de la producción resultante.

Según lo señalado por Estrella Quispe, Segura Núñez, Martínez Rosas, Sánchez Chila y Bravo López (2023), el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de indicadores productivos permiten registrar resultados en tiempo real y disponer de información importante sobre el comportamiento de los procesos industriales. Los autores resaltan que la incorporación de tecnologías embebidas junto con plataformas web hace posible la captura y el procesamiento de datos de manera eficaz, lo que mejora la trazabilidad y contribuye a la ejecución de un proceso de toma de decisiones oportuno.

En concordancia a ello, el uso de un sistema web que centralice los indicadores de producción se convierte en un recurso de valioso para la empresa, al facilitar la consolidación de datos en una base estándar, la generación automática de reportes y la visualización de tendencias mediante tableros dinámicos. Esto fortalece la capacidad de la empresa para detectar claramente posibles causas de ineficiencia, definir planes de acción efectivos y promover la mejora continua en sus diferentes líneas de producción.

3.2.4.2. *Transformación digital en procesos productivos*

El proceso de transformación digital puede definirse como la incorporación de tecnologías digitales en los procesos operativos y administrativos de una organización, con el fin de incrementar la eficiencia, mejorar la calidad y fortalecer su capacidad de adaptación frente a demandas cambiantes del entorno competitivo. En el sector alimentario este proceso toma protagonismo, dado que permite cumplir con estrictos estándares de seguridad, optimizar el uso de recursos y responder con mayor rapidez a las variaciones en la demanda del mercado.

Según lo señalado por Corella Cobos, Jiménez Castro y Altamirano Analuisa (2024), la transformación digital es un elemento clave para impulsar la productividad, ya que la incorporación de tecnologías en los procesos permite la automatización de tareas, el uso eficiente de los recursos y el acceso a información en tiempo real. Los autores también señalan que la digitalización no se limita a la adopción de herramientas tecnológicas, sino que esta debe acompañarse con el desarrollo de una cultura organizacional centrada en el aprovechamiento de los datos y en la mejora continua.

En el contexto de la empresa estudiada en este trabajo, este proceso se evidencia en la implementación de una plataforma web responsiva destinado a centralizar el ingreso de eventos en la maquinaria productiva. Esta solución tecnológica reduce la dependencia de documentos tradicionales y asegura la disponibilidad de información precisa y trazable, lo que facilita una base sólida para el análisis del desempeño y la elaboración de estrategias de planificación basadas en información confiable.

3.2.4.2.1. Pilares de la transformación digital

El proceso de transformación digital aplicado a los procesos productivos se tiene bases en diversos principios que guían a las organizaciones en la adopción modelos operativos más eficientes, adaptables y sostenibles. Entre los pilares más relevantes se encuentran:

- La automatización de procesos.
- La centralización de la información.
- La analítica avanzada.
- La experiencia del usuario.
- La flexibilidad tecnológica.

Cada uno de ellos cumple una función clave en la modernización de la gestión operativa y en la creación de entornos productivos más inteligentes.

Según Nichols y Salas (2022), la automatización y la digitalización de los procesos operativos son la base de la transformación digital, ya que permiten eliminar tareas rutinarias y aprovechar de manera más eficiente los recursos disponibles. Los autores resaltan que este proceso implica también un cambio cultural profundo en la organización, en el que la colaboración, la agilidad y la innovación se convierten en factores clave para sostener la evolución tecnológica.

A su vez, la centralización de la información garantiza el acceso a datos confiables y actualizados, mientras que el uso de herramientas basadas en inteligencia de negocios posibilita convertir dichos datos en conocimiento a través de indicadores y tableros de control. Del mismo modo, la experiencia del usuario adquiere un papel importante al ofrecer soluciones intuitivas que facilitan la interacción tanto del personal operativo como del administrativo con las plataformas digitales. Por último, la flexibilidad y escalabilidad de estas herramientas aseguran que la organización pueda adaptarse a nuevas necesidades productivas y garantizarse de manera progresiva un nivel de madurez tecnológica que facilitará sus oportunidades de crecimiento.

3.2.4.2.2. *Ventajas de la digitalización en la industria alimentaria*

La incorporación de tecnologías digitales en sector alimentario representa un avance a tener en cuenta, ya que posibilita una gestión eficiente, precisa y sostenible de procesos productivos. Entre las ventajas más relevantes que aporta la digitalización destacan:

- Mayor trazabilidad a lo largo de todo el proceso productivo, lo que asegura el cumplimiento de normativas de niveles calidad.
- Disminución de los errores humanos asociados a los registros tradicionales y la duplicación de datos.
- Mejora de la eficiencia operativa mediante la detección oportuna de cuellos de botella y pérdidas dentro del proceso de producción.
- Acceso a información confiable y en tiempo real, lo que facilita la planificación de mejores estrategias dentro de los procesos productivos.
- Aumento de la capacidad y rapidez de respuesta ante anomalías que puedan surgir en los procesos de producción.

Corella Cobos et al. (2024) señalan que la transformación digital fomenta una cultura organizacional orientada a la innovación y a la excelencia operativa, al integrar tecnologías que fortalecen la conectividad, la automatización y el análisis inteligente dentro de las unidades involucradas en los procesos de producción. En este sentido, la digitalización se convierte en un componente que promueve la competencia y la innovación de las empresas del sector, al ofrecer una visión integral del proceso productivo y favorecer la mejora continua en diversos aspectos.

3.2.4.2.3. *Desafíos de la transformación digital*

Hasta el momento se han presentado numerosos beneficios acerca de la adopción de la transformación digital en las organizaciones; sin embargo, existen diversos factores que deben gestionarse de forma estratégica para asegurar la continuidad y sostenibilidad del proceso en el largo plazo. Entre los principales desafíos destacan:

- La resistencia al cambio.
- La inversión inicial en infraestructura y capacitación.
- La integración tecnológica con sistemas heredados.
- La gestión del cambio cultural dentro de la organización.

Nichols y Salas (2022) señalan que uno de los mayores obstáculos se presenta en el esfuerzo de las organizaciones para alinear a su personal con su visión digital del trabajo.

La incorporación exitosa de nuevas tecnologías no solo requiere una inversión económica, sino también un proceso constante de capacitación que refuerce las competencias digitales del personal. Asimismo, los autores resaltan la importancia de fomentar una cultura organizacional orientada a la innovación y a la agilidad, que motive la participación activa de los colaboradores y favorezca una actitud receptiva ante la implementación de soluciones tecnológicas.

Para superar estos desafíos se necesita diseñar estrategias de acompañamiento adecuadas, promover una comunicación clara y ejercer un liderazgo empático que facilite la aceptación del cambio. La integración entre las herramientas digitales y los procesos tradicionales, de la mano con el impulso de una mentalidad enfocada en la mejora continua, se convierte en un factor clave para consolidar la transformación digital como un proceso sostenible y capaz de generar valor dentro de la organización.

3.2.4.3. Metodología ágil Scrum

Scrum es un marco de trabajo basado en principios ágiles que facilitan la gestión y el desarrollo de proyectos de software a través de ciclos iterativos con entregas incrementales. Su enfoque flexible permite adaptarse con rapidez a los cambios y mantener una comunicación constante con los usuarios, lo cual es un aspecto a considerar en entornos donde los requerimientos evolucionan a partir de la experiencia práctica y la retroalimentación continua.

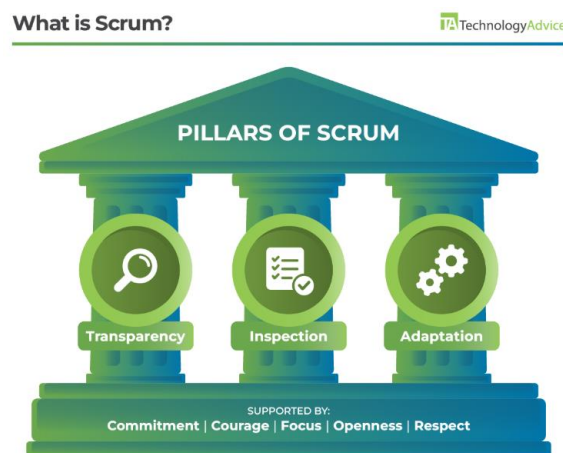
En el caso de la empresa de producción alimentaria estudiada, Scrum se empleó para dirigir el desarrollo de un sistema web responsivo orientado a centralizar los eventos de producción. Mediante sprints de dos semanas de duración, el equipo entregó avances parciales que incluían funciones como el registro de paradas, el cálculo de indicadores de desempeño y la generación de reportes de calidad, garantizando inicialmente las necesidades más básicas del usuario para luego refinar y especializar el sistema en entregas futuras hasta lograr cubrir las necesidades finales del negocio.

3.2.4.3.1. Principios de Scrum

De acuerdo con TechnologyAdvice (2024), los principios de Scrum se sustentan en tres pilares fundamentales los cuales permiten mantener el control empírico del proceso y promover la colaboración dentro del equipo involucrado:

- **Transparencia:** todos los involucrados tienen visibilidad del estado del proyecto.
- **Inspección:** los entregables se revisan con frecuencia para evaluar avances.
- **Adaptación:** se ajustan prioridades y procesos en base a la retroalimentación recibida.

Figura 8
Pilares Scrum



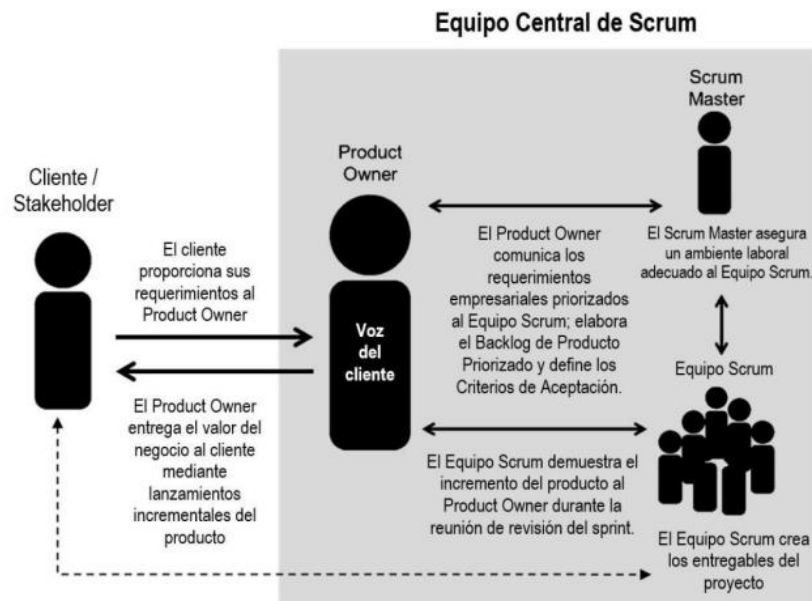
Fuente: TechnologyAdvice. (2024). *What is Scrum? A 2024 Product Manager's Guide*

3.2.4.3.2. Roles y responsabilidades

Scrum establece tres roles principales:

- **Product Owner (PO):** responsable de decidir tareas críticas dentro del backlog y evaluar continuamente el valor del producto.
- **Scrum Master:** encargado de facilitar la aplicación del marco y eliminar impedimentos.
- **Equipo de desarrollo:** multidisciplinario, responsable de construir los incrementos funcionales.

Figura 9
Roles Scrum



Fuente: A Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE (SBOK™ Guide). Tomado de SCRUMstudy™, 2013

En el proyecto, el autor participó como analista programador fullstack dentro del squad de desarrollo técnico, además de liderar el mismo y apoyar en la planificación y definición de arquitecturas.

3.2.4.3.3. Ceremonias de Scrum

Dentro de la metodología Scrum se proponen diversos eventos regulares que buscan velar por el cumplimiento iterativo de objetivos, así como su calidad y aprendizajes:

- **Sprint Planning:** planificación de tareas y entregables del periodo de trabajo.
- **Daily Scrum:** espacio breve donde se exponen avances y dependencias en caso se den.
- **Sprint Review:** exposición y verificación de objetivos con el PO y stakeholders.
- **Sprint Retrospective:** reflexión del equipo sobre el proceso y definición de mejoras.

3.2.4.3.4. Artefactos de Scrum

Generan documentación relevante que permite organizar y dar seguimiento al trabajo:

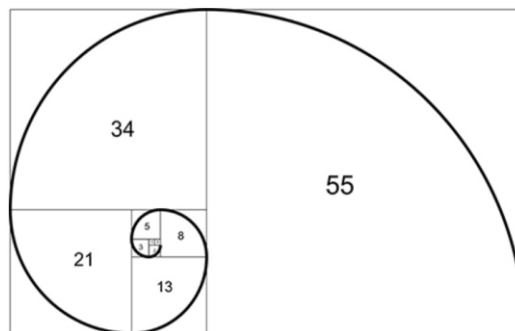
- **Product Backlog:** lista priorizada de requisitos y funcionalidades.
- **Sprint Backlog:** conjunto de tareas comprometidas en un sprint.
- **Incremento:** funcionalidad terminada que cumple con la Definition of Done (DoD).

3.2.4.3.5. La secuencia de Fibonacci

Dentro de Scrum, existen diversos métodos para realizar la estimación de esfuerzos de las tareas que se llevarán a cabo en un determinado sprint, una de ellas, y la elegida para trabajar en este proyecto fue Fibonacci, la cual consiste establecer una secuencia numérica que representa la cantidad de esfuerzo que requiere llevar a cabo una tarea determinada. Como regla, un número de la secuencia es el resultado de haber sumado los dos números predecesores, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 10

Secuencia de Fibonacci (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, etc.)



Fuente: Appvizer, 2020

La justificación de este método de estimación se justifica en que para los valores iniciales de la sucesión existía poca incertidumbre, mientras que para tareas más complejas o laboriosas los valores de estimación se disparaban, permitiendo medir la cantidad de esfuerzo que el equipo se comprometería en abordar en el presente periodo de trabajo. (Appvizer, 2020).

3.2.4.4. **Arquitectura de software en sistemas de producción**

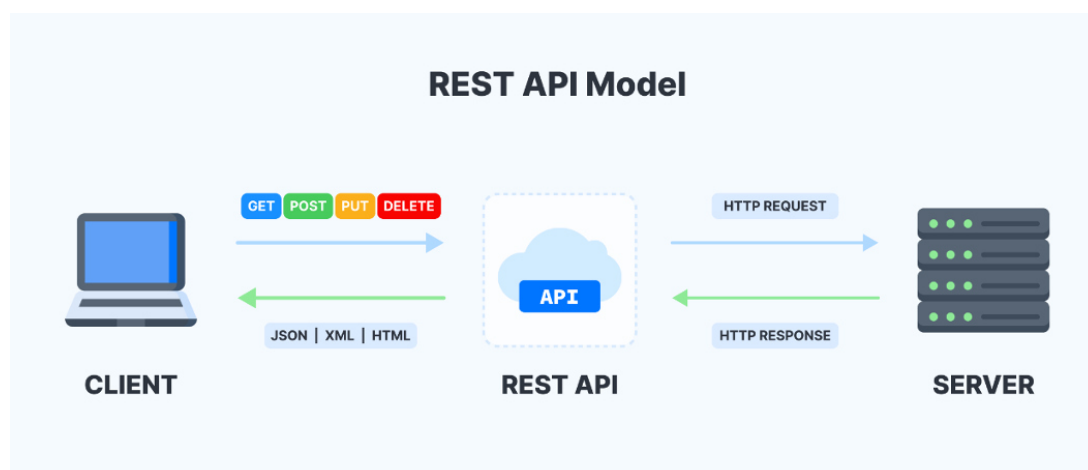
La importancia y beneficios que ofrece establecer una arquitectura sólida radica en definir una estructura, componentes y relaciones que permiten construir sistemas robustos, escalables y mantenibles. En proyectos vinculados a la industria alimentaria, donde se requiere registrar, procesar y analizar información crítica de la producción, una arquitectura bien definida garantiza la continuidad operativa y la confiabilidad de los datos.

En el caso del sistema desarrollado, se adoptó una arquitectura basada en servicios modernos, con un backend robusto, un frontend responsivo y un entorno de despliegue en la nube que facilita la integración con procesos de análisis de datos.

3.2.4.4.1. **Backend y microservicios (Java Spring Boot)**

El backend se implementó utilizando Java Spring Boot, un framework que permite crear aplicaciones empresariales modulares y escalables. Esta capa se encargó de gestionar la lógica del negocio: registro de inicio y fin de producciones y paradas, ingreso de cantidades producidas y mermas, cálculo de rendimiento, validación de datos y exposición de servicios REST para el consumo del frontend. El diseño orientado a microservicios ofrece independencia de componentes y facilita la futura incorporación de nuevas funcionalidades.

Figura 11
API REST



Fuente: ¿Qué es la API REST y en qué se diferencia de otros tipos? Tomado de AppMaster, 2022

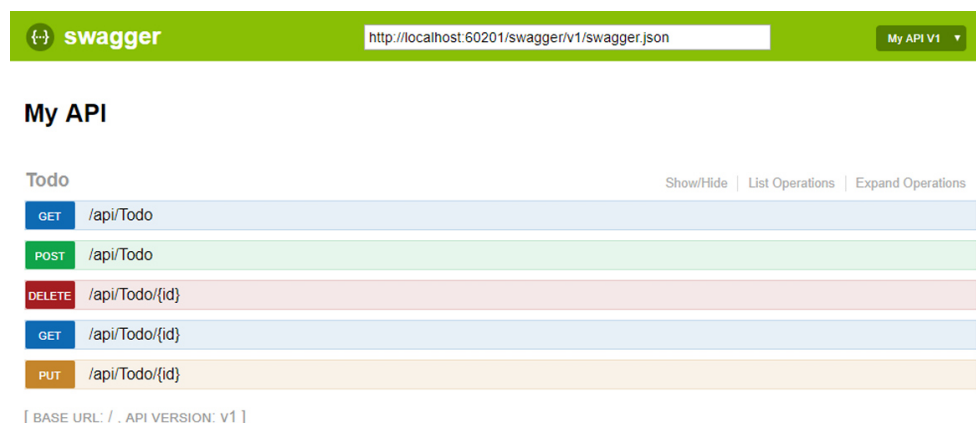
3.2.4.4.2. **Swagger user interface (Swagger UI)**

En el desarrollo de un backend hay consideraciones importantes a considerar al momento de exponer su funcionamiento hacia las entidades interesadas en consumirlo, la más básica sería un manual o documento que ayude a explicar que bondades y requerimientos tiene el mismo para poder realizar las peticiones de manera correcta. Ante esta necesidad aparece Swagger, el cual involucra un conjunto de reglas y especificaciones enfocadas a simplificar la definición del comportamiento de un backend a través de un lenguaje estandarizado que sea comprensible por cualquier entidad interesada en su implementación. (chakray, 2022).

Adicionalmente Swagger UI permite traducir el lenguaje estándar mencionado en una interfaz intuitiva que puede ser fácilmente entendida sin necesidad de contar con un perfil relacionado a la programación, de este modo la documentación generada a partir de su uso será fácilmente aceptada y manejable para los stakeholders del presente proyecto (swagger, 2022).

Figura 12

Interfaz de usuario de Swagger



Fuente: Documentación de la API web de ASP.NET Core con Swagger/OpenAPI.
Tomado de Microsoft, 2022

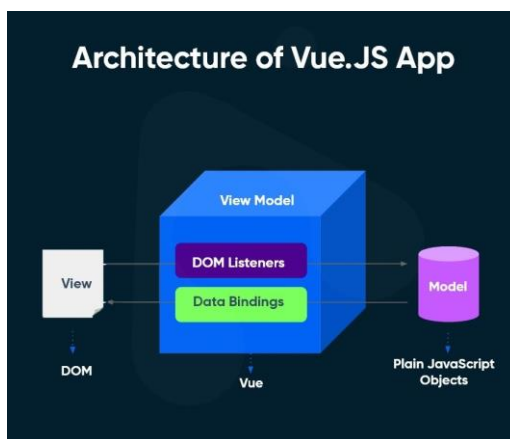
3.2.4.4.3. **Frontend responsivo (Vue 3)**

La capa de interfaz de usuario fue desarrollada usando Vue 3, un framework de JavaScript que facilita la creación de aplicaciones dinámicas y adaptables a distintos dispositivos. El diseño del frontend fue implementado de modo que los operarios pudieran registrar eventos directamente desde tablets dentro de planta, mientras que el personal administrativo tuviera acceso a tableros de control y vistas de gestión a través de

navegadores web en laptops o dispositivos celulares. El sistema se desarrolló priorizando la simplicidad en el uso y la rapidez en la interacción con el sistema para maximizar la experiencia de usuario.

Figura 13

Arquitectura general de Vue.js



Fuente: Asian Digital Hub (2020), A battle of titans: React.js vs other front end frameworks.

3.2.4.4.4. Contenerización y despliegue (Docker, GCP)

El sistema fue implementado en un entorno de nube mediante Google Cloud Platform (GCP), lo que permitió asegurar tanto su disponibilidad como su capacidad de escalar según las necesidades del negocio. La utilización de contenedores con Docker posibilitó empaquetar de forma portable tanto el backend como el frontend, garantizando entornos consistentes a lo largo de las etapas de desarrollo, pruebas y producción. Gracias a esta estrategia, los procesos de despliegue fueron una tarea fácil de realizar y transparente para los miembros del equipo de desarrollo y la gestión de versiones pudo realizarse de manera más sencilla y ordenada.

3.2.4.4.5. Motores de base de datos transaccional y analítica

La arquitectura física del sistema se estructuró sobre dos gestores de base de datos con propósitos particulares:

- Para la gestión de datos transaccionales, es decir los datos en tiempo real para la aplicación y el usuario, se implementó MySQL en Google Cloud Platform, destinado al almacenamiento de la información operativa, incluyendo los registros de producción, las paradas, las mermas y las configuraciones administrativas. Esta

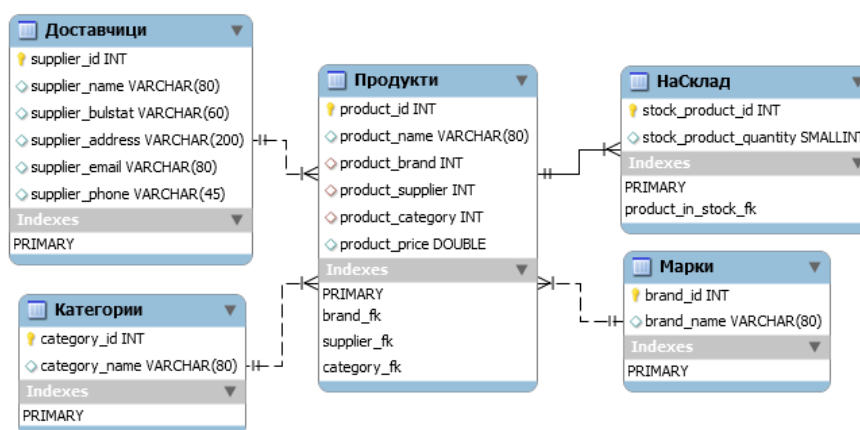
base garantiza la persistencia y confiabilidad de la información ingresada en tiempo real por los usuarios.

- Como complemento; pero no menos importante, se implementó SQL Server como base de datos espejo, la cual es alimentada a través de procesos ETL. Esta arquitectura permitió contar con una fuente optimizada para análisis y explotación de información útil en Power BI, sin comprometer el rendimiento de la base transaccional principal.

Con ello se logró separar eficazmente la operación diaria de la capa analítica, asegurando tanto la continuidad de la producción como una eficiente disponibilidad de reportes dirigidos a la toma de decisiones gerenciales.

Figura 14

Diseño general de arquitectura MySQL



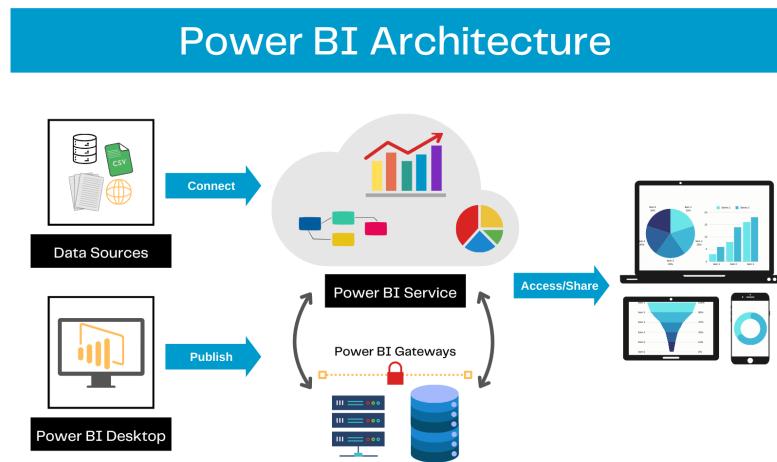
Fuente: “*Mysql database design.png*” (Ahriman, 2012)

3.2.4.4.6. ETL y explotación de datos (Power BI)

Para potenciar la toma de decisiones, se diseñaron procesos encargados de la limpieza y movimiento de datos, comúnmente llamados ETL que se encargaron de replicar la información del sistema hacia una base espejo. Estos datos son explotados mediante Power BI, herramienta que permite visualizar indicadores clave de calidad y rendimiento en dashboards interactivos. Gracias a esta integración, las gerencias pueden identificar tendencias, evaluar la eficiencia de las máquinas y definir planes de acción basados en evidencia.

Figura 15

Arquitectura ETL integrada en Power BI: extracción, transformación y carga de datos, con componentes como Power Query, Dataflows y Power BI Service.



Fuente: Denys Arkharov (2024), *Power BI Architecture: a Complete Guide to Mastering the Platform*, disponible en Coupler.io.

3.2.4.5. Gestión de la información y analítica

El adecuado manejo y análisis de la información constituyen pilares fundamentales en la mejora de los procesos productivos. En la industria alimentaria, donde la eficiencia operativa y la calidad son factores críticos, disponer de información centralizada, confiable y fácilmente explotable permite aprovechar los registros de planta y convertirlos en información útil que sirva para apoyar el proceso de toma de decisiones. En el caso desarrollado, se buscó superar las limitaciones de los registros manuales y poco prácticos mediante la implementación de un sistema que garantizara la alimentación digital de datos en línea, su consolidación en repositorios confiables y su disponibilidad para realizar análisis avanzados.

3.2.4.5.1. Importancia de la centralización de datos

La centralización de los datos asegura que los datos presentes o de interés en las gerencias participantes del presente proyecto se unifiquen y se comuniquen en una sola fuente confiable. Esto evita la duplicidad de registros y reduce los errores humanos que solían derivarse del uso de hojas de cálculo o documentos físicos. En este proyecto, la base transaccional en MySQL cumplió ese rol, consolidando todos los eventos registrados en planta.

3.2.4.5.2. *Reportes de calidad y rendimiento*

Una vez consolidada la información en un repositorio estandarizado, es posible generar reportes que brinden una visión clara sobre los niveles calidad y rendimiento de los procesos. Entre los reportes considerados se destacan aquellos que visibilizan la comparación la producción real con la capacidad teórica, el volumen de mermas y cantidades buenas, y la frecuencia de las paradas con sus respectivas tipificaciones. La presentación de estos datos de forma gráfica e intuitiva facilita la detección de patrones y la identificación de puntos críticos dentro del proceso productivo, posibilitando la toma de decisiones.

3.2.4.5.3. *Uso de dashboards para la toma de decisiones*

La incorporación de herramientas analíticas orientadas a facilitar la toma de decisiones es un elemento clave en los entornos productivos actuales. En el presente caso de estudio, la conexión implementada entre la base de datos espejo en SQL Server y la plataforma Power BI permitió el desarrollo de dashboards interactivos que integran los principales indicadores de producción. Gracias a estas herramientas de análisis los responsables de producción pueden supervisar eficientemente el desempeño por turnos, por días o por líneas de producción y diseñar estrategias de mejora sustentadas en datos útiles.

Tessore y Petrella (2024) señalan que los modelos de toma de decisiones presentan estructuras que facilitan el análisis sistemático de alternativas y su elección teniendo una base de información sólida. Los autores destacan que el uso de tecnologías analíticas y visualizaciones dinámicas contribuye a reducir la incertidumbre, mitigar errores y elevar la efectividad de las decisiones en contextos complejos. En ese sentido, los dashboards desarrollados en Power BI funcionan como herramientas de soporte que buscan optimizar el proceso de toma de decisiones, brindando fácil entendimiento y flexibilidad de análisis a los usuarios.

3.2.4.6. *Buenas prácticas en gestión de producción*

Las buenas prácticas aplicadas a la gestión de la producción tienen como objetivo asegurar que los procesos industriales se ejecuten con eficiencia, seguridad y respetando estándares de calidad constantes. En el sector alimentario, donde los requisitos de inocuidad y trazabilidad son exigentes, su aplicación se convierte en una necesidad básica

de modo que se pueda preservar la competitividad y fortalecer la confianza del consumidor.

El sistema web desarrollado en el presente caso de estudio permitió integrar varias de estas prácticas en las operaciones cotidianas de la planta, mejorando el control sobre los eventos productivos y facilitando un análisis más detallado de los resultados obtenidos.

3.2.4.6.1. Documentación y estandarización de procesos

La estandarización de los procesos permite que todas las actividades se realicen bajo criterios preestablecidos, reduciendo así la variabilidad y facilitando el cumplimiento de las normativas. En el marco del presente proyecto, la digitalización de la documentación relacionada con las paradas, los tiempos de producción y las configuraciones de las máquinas fue un paso importante hacia la estandarización de los registros, además de proporcionar una guía confiable para la ejecución de auditorías y la evaluación del desempeño operativo.

3.2.4.6.2. Control de paradas y mantenimiento preventivo

La detección temprana y el registro adecuado de los eventos ocurridos en las máquinas de producción permiten analizar sus causas y planificar intervenciones preventivas de manera efectiva. Tomando en cuenta la importancia de ello, el sistema fue desarrollado de modo que permita la clasificación de los distintos tipos de parada, la agrupación de incidencias recurrentes y la realización de análisis de causa raíz orientados a establecer planes de acción específicos. Gracias a ello, la gestión del mantenimiento adoptó un enfoque más proactivo, lo que contribuyó a disminuir la frecuencia de paradas no programadas en el proceso productivo.

3.2.4.6.3. Planificación de la producción y mejora continua

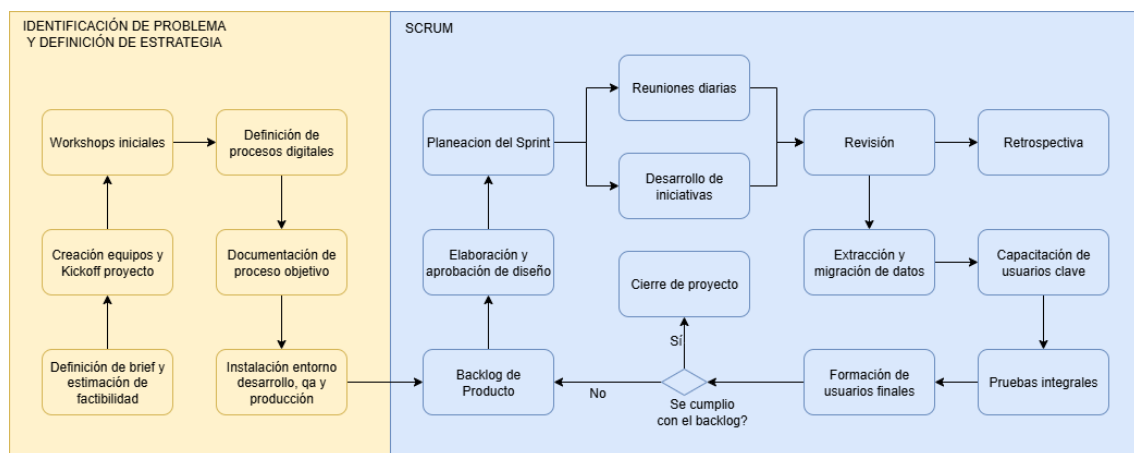
Un adecuado planeamiento de los procesos productivos implica proyectar volúmenes, tiempos, inversión y esfuerzo requeridos para lograr las metas de la planta. Gracias al módulo de gestión del sistema, el personal administrativo pudo no solo revisar producciones pasadas y en curso, sino también planificar escenarios futuros personalizados basados en datos históricos. Esta práctica refuerza la mejora continua, ya que cada ciclo de producción se alimenta de aprendizajes anteriores para optimizar el siguiente.

3.2.5. IMPLEMENTACIÓN DE LAS ÁREAS, PROCESOS, SISTEMAS Y BUENAS PRÁCTICAS

En este apartado se expondrá a detalle cómo se llevó a cabo el ejercicio de la metodología definida para el desarrollo del proyecto. Esta se organizó en dos grandes bloques: una fase de identificación, orientada a comprender la problemática y definir la estrategia de solución, y la fase de aplicación de Scrum, mediante la cual se gestionó de forma iterativa e incremental la construcción y entrega del sistema web responsivo.

Figura 16

Metodología Scrum aplicada a la Empresa Productora (Empresa Productora, 2022)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: La figura presenta una etapa inicial de identificación del problema y preparación para la siguiente etapa donde se ejecutan periodos de trabajo iterativos aplicando la metodología Scrum.

Con base en la Figura 16, a continuación, se realiza una explicación de cada Fase:

3.2.5.1. Identificación de problema y definición de estrategia

Esta fase estuvo orientada a comprender el contexto actual en el cual se venían dando los procesos tanto productivos como administrativos, identificar las limitaciones que generaban ineficiencias y establecer planes de acción viables. Como parte de ello se realizaron actividades dirigidas al levantamiento de información mediante talleres y reuniones con las distintas gerencias, se establecieron los roles participantes del equipo de trabajo y se declararon lineamientos estratégicos y técnicos. Como resultado, se construyó un backlog inicial y se establecieron las directrices que seguiría el diseño de procesos digitales, de modo que respondieran a los objetivos de la organización. Para ello se siguió el siguiente flujo de trabajo:

Definición de brief y estimación de factibilidad

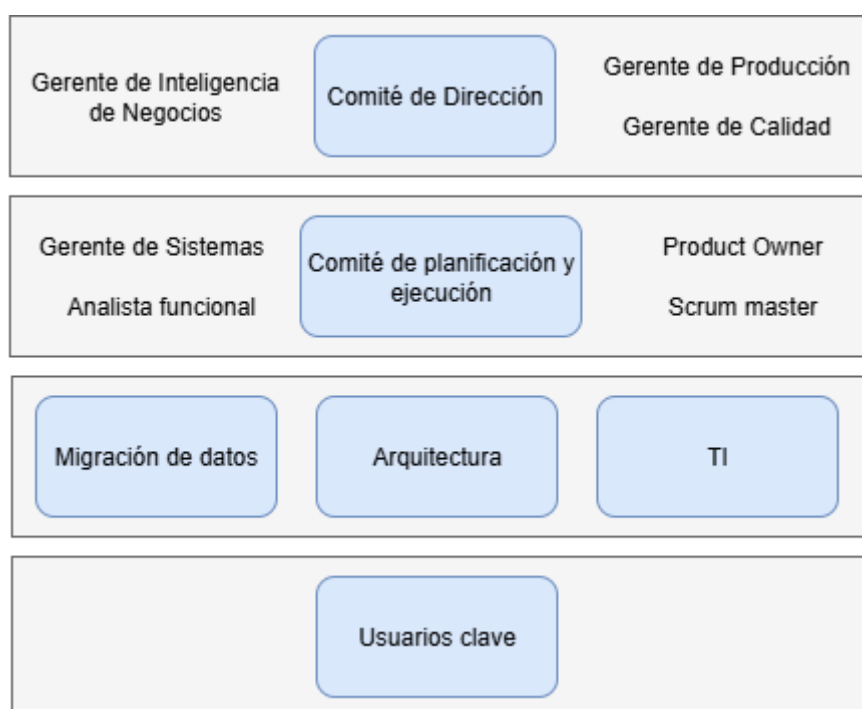
- **Propósito:** dimensionar esfuerzos, objetivos, alcance y validar viabilidad.
- **Actividades:** estimación de épicas, recursos y objetivos que se consolidarán en el brief, evaluación de riesgos (operativos, de datos, de adopción), dependencias con otras áreas.
- **Entregables:** brief del proyecto, estimación inicial y plan de mitigación de riesgos.

Creación de equipos y Kick off del proyecto

- **Propósito:** formalizar el equipo Scrum y poner el proyecto en marcha.
- **Actividades:** presentación de visión y alcance, matriz RACI, reglas de trabajo, herramientas, definición de “Definition of Ready y Definition of Done”, y definición del equipo de trabajo a cargo del presente proyecto, el cual se presenta de manera visual en la Figura 17:

Figura 17

Equipo de proyecto (Empresa Productora, 2022)



Fuente: Elaboración propia.

Nota. Se presenta el equipo asignado a la ejecución del proyecto.

A continuación, se detallan las responsabilidades de los roles/equipos presentados en la figura anterior:

Comité Directivo

- Compuesto por las Gerencias de Inteligencia de Negocios, de Producción y de Calidad de la Empresa Productora.
- Definir las prioridades a seguir dentro del proyecto.
- Gestión y levantamiento de imprevistos que puedan dificultar alcanzar los objetivos establecidos.
- Tienen la última palabra en caso se deba decidir por un plan de acción que no pueda ser determinado entre el equipo de trabajo.
- Proporcionar insumos y recursos requeridos para llevar a cabo el proyecto, así como sus resultados.
- Promocionar e impulsar la realización del proyecto a todas las áreas de la organización.

Comité de planificación y ejecución

- Dirigen la implementación del proyecto, administrando los recursos asociados y manejando posibles riesgos a través de un plan de trabajo.
- Gestiona con las áreas o líderes involucrados requisitos mínimos para velar por el correcto desarrollo del proyecto.
- Informa al Comité Directivo sobre las entregas y los siguientes pasos a considerar.
- Verifica el cumplimiento de avances en base al rol designado y al cronograma.
- Proporciona un ambiente que facilite un desempeño óptimo de funciones para el equipo.
- Establece definiciones funcionales específicas a tomar en cuenta en los entregables.
- Gestiona y minimiza la aparición de posibles dificultades o riesgos.
- Promueven y realizan el seguimiento del cumplimiento de normativas empresariales dentro de la ejecución del proyecto.
- Estar prestos a apoyar en gestiones o sesiones necesarias para cumplir con los requisitos del proyecto.

TI

- Participar en la definición técnica del plan de trabajo por sprint.
- Entender el flujo funcional del negocio, así como las historias solicitadas para llevar a cabo su ejecución de manera satisfactoria.

- Ejecutar el desarrollo de la implementación siguiendo prácticas estándar definidas a nivel organizacional.
- Cubrir la implementación entregada con pruebas unitarias e integrales con un porcentaje de cobertura no menor al 80%.
- Brindar sesiones de capacitación sobre el modelo de base de datos al equipo de migración de datos.
- Brindar recursos destinados a la atención de incidentes y soporte técnico posterior a los despliegues de los entregables.
- Conformado por:
 - Analista programador Fullstack (autor del presente trabajo)
 - Analista programador Backend
 - Analista programador Frontend
 - Analista QA
 - Ingeniero Devops

Equipo de Migración de Datos

- Entender la arquitectura física en la cual se basa la solución e implementar procesos de extracción y limpieza de datos.
- Convertir los datos en información de valor validada previamente con los usuarios clave del análisis estratégico.
- Conformado por:
 - Analista de datos
 - Analista de inteligencia de negocios

Usuarios clave

- Establecen los flujos y conceptos funcionales más específicos.
- Ser el nexo de comunicación entre el equipo de trabajo y los usuarios finales de modo que puedan hacerlos partícipes de las entregas progresivas.
- Comprobación realista de los entregables y su promoción con los respectivos líderes de su gerencia.
- Liderar sesiones de capacitación dirigidas a los usuarios finales del sistema implementado, en las cuales hay espacio para la retroalimentación.
- **Entregables:** acta de kickoff, calendario de ceremonias, tablero inicial.

Workshops iniciales

- **Propósito:** alinear a las gerencias (Producción, Calidad, Logística, Sistemas e Inteligencia de Negocios) sobre el problema: falta de control documentado/digital de eventos de máquina.
- **Actividades:** entrevistas, recorrido de planta, mapeo AS-IS (estado actual del proceso), levantamiento de dolores (paradas sin trazabilidad, mermas, demoras para analizar KPIs, etc.).
- **Entregables:** actas de workshop, lista priorizada de problemas y oportunidades.

Definición de procesos digitales

- **Propósito:** acordar el TO-BE (cómo se quiere operar con el sistema).
- **Actividades:** modelado de flujos para registro de paradas y producciones; catálogo de tipos de parada; variables para rendimiento; reglas de seguridad y roles; criterios de calidad de datos; lineamientos para reportes y KPIs.
- **Entregables:** diagramas de proceso (BPMN/UML), criterios de aceptación a alto nivel, definición preliminar de métricas.

Documentación de proceso objetivo

- **Propósito:** bajar a detalle funcional lo acordado en el TO-BE.
- **Actividades:** redacción de historias de usuario de valor y la definición de sus respectivos criterios de aceptación, así como las reglas para cálculo de rendimiento, los requisitos de reportes y las pautas de seguridad/roles.
- **Entregables:** *product backlog* inicial y especificaciones funcionales.

Tabla 5

Backlog requerimientos (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Módulo	Historia de Usuario	Descripción corta de las tareas	Sprint
APPM-001	Producción	Registro de paradas	Se debe ingresar inicio y fin de parada; no se guarda si falta información obligatoria.	Sprint 1
APPM-002	Producción	Clasificación de paradas	El usuario selecciona tipo desde lista predefinida; detalle obligatorio con mínimo 10 caracteres.	Sprint 1
APPM-003	Producción	Registro de producción	Se ingresan cantidades producidas y defectuosas; validación que no supere el límite definido por la orden.	Sprint 1
APPM-004	Maestros	Configuración de máquinas	Crear, editar y deshabilitar máquinas; cada máquina debe tener velocidad teórica registrada.	Sprint 2
APPM-005	Maestros	Configuración de productos	Permite registrar productos con código único y asociarlos a una línea de producción.	Sprint 2
APPM-006	Producción	Cálculo de rendimiento	El sistema calcula eficiencia real vs teórica; muestra alerta si el resultado es menor al 80%.	Sprint 2

APPM-007	Gestión	Producciones en tiempo real	El panel muestra producción activa; actualización automática cada 30 segundos.	Sprint 3
APPM-008	Reportes	Reporte de paradas por máquina	Reporte filtrado por máquina y rango de fechas; exportable a Excel.	Sprint 3
APPM-009	Producción	Registro en múltiples líneas	Posibilidad de registrar varias máquinas en paralelo; validación de campos obligatorios.	Sprint 3
APPM-010	Gestión	Planificación de producción futura	Permite programar órdenes por fecha y máquina; el sistema valida solapamientos.	Sprint 4
APPM-011	Reportes	KPI de merma	Calcula % de merma respecto al total producido; gráfico comparativo por turno.	Sprint 4
APPM-012	Maestros	Gestión de usuarios y roles	Crear usuarios con rol asignado; acceso a módulos según permisos definidos.	Sprint 4
APPM-013	Producción	Velocidad teórica de máquinas	Cada máquina debe tener configurada una velocidad estándar; usada para cálculo de eficiencia.	Sprint 5
APPM-014	Gestión	Panel de producción diaria	Panel consolidado con resumen diario; acceso restringido a perfiles administrativos.	Sprint 5
APPM-015	Reportes	Dashboard de eficiencia	Calcula y muestra disponibilidad, rendimiento y calidad de equipos; gráficos comparativos por máquina.	Sprint 5
APPM-016	Producción	Registro de paradas imprevistas	El sistema permite marcar paradas imprevistas; obligatorio asociar causa provisional.	Sprint 6
APPM-017	Gestión	Gestión de paradas imprevistas	Agrupar paradas similares; se permite asociar un plan de acción con responsable y fecha límite.	Sprint 6
APPM-018	Reportes	Reporte de rendimiento por turno	Calcula KPIs filtrados por turno; incluye métricas de producción, merma y eficiencia.	Sprint 6
APPM-019	Maestros	Configuración de tipos de paradas	Administrador define categorías de paradas; no se pueden eliminar si están en uso.	Sprint 7
APPM-020	Producción	Comentarios en paradas	Operario puede registrar observaciones en una parada; campo opcional pero máximo 200 caracteres.	Sprint 7
APPM-021	Gestión	Validación de backlog mantenimiento	Administrador revisa backlog de acciones preventivas; debe marcar estado (pendiente, en curso, completado).	Sprint 7
APPM-022	Reportes	Dashboard paradas vs producción	Muestra correlación entre paradas y producción real; gráfico de líneas comparativo.	Sprint 7
APPM-023	Gestión	Administración de ETL	Permite ejecutar y monitorear procesos ETL; notifica errores por correo.	Sprint 8
APPM-024	Reportes	Dashboards en Power BI	Visualización de KPIs de calidad y rendimiento; acceso solo a usuarios BI.	Sprint 8
APPM-025	Maestros	Gestión de accesos	Permite asignar permisos a cada rol; restricciones visibles en interfaz.	Sprint 8
APPM-026	Producción	Registro de subcomponentes (alsafe)	Operario registra eventos de componentes internos; cada subcomponente se trata como máquina independiente.	Sprint 9
APPM-027	Producción	Registro de refinamiento (aldose)	Operario registra refinamiento de producto proveniente de otras máquinas; datos enlazados al lote original.	Sprint 9
APPM-028	Reportes	Reportes específicos de máquinas	Reportes diferenciados para máquinas alsafe y aldose; indicadores adaptados a su funcionamiento.	Sprint 9
APPM-029	Gestión	Gestión de tipos de adicionales	Operario registra tipología de eventos adicionales que pueden suscitarse en cada máquina.	Sprint 10
APPM-030	Gestión	Gestión de adicionales	Operarios registra formulario según el tipo de eventos definido para la máquina.	Sprint 10
APPM-031	Reportes	Reporte de productividad por máquina	Compara productividad mensual; incluye tendencia en los últimos 6 meses.	Sprint 10

APPM-032	Gestión	Análisis de causas	Permite identificar causas comunes a base de cuestionarios por máquina para definir planes de acción.	Sprint 11
APPM-033	Gestión	Validación de seguridad y roles	Se prueban accesos con distintos perfiles; el sistema bloquea funciones restringidas.	Sprint 11
APPM-034	Reportes	Reporte de producción por horas	Reportes con indicadores de rendimiento y calidad acotados por máquina y hora.	Sprint 11
APPM-035	Gestión	Documentación técnica y funcional	Incluye diagramas de arquitectura, API, manual de despliegue, manuales de usuario final; guías de operación de cada módulo.	Sprint 12
APPM-036	Gestión	Capacitación de usuarios	Usuarios clave reciben capacitación práctica; se valida asistencia y retroalimentación. Operarios y administrativos reciben formación básica; manuales digitales entregados.	Sprint 12
APPM-037	Gestión	Plan de soporte y continuidad	Documento con plan de soporte post-implementación; responsables y tiempos de atención.	Sprint 12
APPM-038	Gestión	Acta de cierre del proyecto	Documento oficial de finalización firmado por stakeholders.	Sprint 12

Nota. La tabla detalla las historias de usuario relacionadas al proyecto.

Instalación de entornos (desarrollo, QA y producción)

- **Propósito:** habilitar infraestructura base para iterar con seguridad (Ver Anexo 2) así como el diagrama entidad relación del negocio (Ver Anexo 3).
- **Actividades:** aprovisionamiento de entornos, control de accesos, políticas de backup, monitoreo básico.
- **Entregables:** entornos operativos y guía de despliegue.

3.2.5.2. SCRUM (iterativo e incremental)

Esta fase correspondió a la aplicación de la metodología Scrum, la cual se utilizó para gestionar el desarrollo del sistema de manera iterativa e incremental. A través de sprints de dos semanas, el equipo trabajó en la planificación, construcción, revisión y mejora continua de los entregables, asegurando que cada incremento funcional respondiera a las necesidades priorizadas en el backlog. Además, se integraron actividades clave como la transformación de datos, se dieron lugar a sesiones de capacitación de usuarios y la validación integral del sistema, garantizando que la solución final estuviera en condiciones de ser adoptada por los distintos actores de la organización. En lo siguiente, se explican las tareas llevadas a cabo en cada sprint según el cronograma (Ver Anexo 4) y gannt establecidos (Ver Anexo 5):

3.2.5.2.1. Sprint 1

✓ Planificación

Tabla 6

Definición del Sprint Backlog 1 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-001	Diseñar modelo de datos para registro de paradas (tabla, columnas, FK)	Backend Developer
2	APPM-001	Implementar API REST para crear/actualizar paradas	Backend Developer
3	APPM-001	Crear formulario en frontend para registro de paradas	Frontend Developer
4	APPM-001	Validar campos obligatorios (inicio y fin) en el frontend	Frontend Developer
5	APPM-001	Pruebas unitarias de API de registro de paradas	QA
6	APPM-001	Pruebas funcionales de registro de paradas con datos reales	QA
7	APPM-002	Crear tabla maestra de tipos de paradas en base de datos	Backend Developer
8	APPM-002	Implementar servicio para listar tipos de paradas en frontend	Backend Developer
9	APPM-002	Integrar lista desplegable de tipos de paradas en formulario	Frontend Developer
10	APPM-002	Validar obligatoriedad de detalle de parada	Frontend Developer
11	APPM-002	Pruebas unitarias y de integración del flujo completo	QA
12	APPM-003	Diseñar modelo de datos para producción (cantidad producida, defectuosa)	Backend Developer
13	APPM-003	Implementar API REST para registrar producción	Backend Developer
14	APPM-003	Crear formulario en frontend para registrar cantidades	Frontend Developer
15	APPM-003	Validar que producción registrada no supere límites de orden	Backend Developer
16	APPM-003	Probar flujo completo de registro de producción en entorno QA	QA
17	APPM-001/002/003	Configuración de entorno de pruebas y despliegue en QA	DevOps
18	APPM-001/002/003	Documentar funcionalidades desarrolladas en Confluence	Analista Fullstack
19	APPM-001/002/003	Revisión con Product Owner (demo Sprint Review)	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 1 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 1 tuvo una duración de dos semanas, teniendo como fecha de inicio el 1 de julio de 2022 y como fecha de cierre el 14 de julio de 2022. El objetivo de este primer ciclo de trabajo fue implementar las funcionalidades básicas que permitieran a los operarios registrar y clasificar eventos de paradas de máquina, así como registrar la producción realizada. Con ello se buscó sentar las bases para centralizar la información de la planta y asegurar que los primeros datos pudieran ser utilizados en fases posteriores del proyecto.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-001 – Registro de paradas (Producción)

- **Descripción:** Como operario, quiero registrar las paradas de máquina indicando inicio y fin, para llevar un control de los eventos de inactividad.

- **Criterios de aceptación:**
 - El sistema no permite guardar una parada si falta el inicio o fin.
 - Cada parada debe asociarse a una máquina previamente configurada.
 - Los registros deben almacenarse en la base transaccional (MySQL).
2. **APPM-002 – Clasificación de paradas (Producción)**
- **Descripción:** Como operario, quiero clasificar las paradas por tipo y detalle, de manera que se puedan analizar las causas.
 - **Criterios de aceptación:**
 - El sistema muestra un listado de tipos de paradas predefinidos.
 - El detalle de la parada es obligatorio con un mínimo de 10 caracteres.
 - Los datos deben reflejarse en los reportes posteriores de la planta.
3. **APPM-003 – Registro de producción (Producción)**
- **Descripción:** Como operario, quiero registrar la cantidad producida y defectuosa, de modo que pueda calcularse la eficiencia de la máquina.
 - **Criterios de aceptación:**
 - El sistema valida que la producción registrada no supere el límite de la orden.
 - Se debe ingresar tanto la cantidad buena como la defectuosa (merma).
 - Los datos registrados deben quedar disponibles para cálculos de KPIs.

Ejecución de tareas

Durante este sprint se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Backend Developer:** definió el modelo de datos en MySQL para paradas y producción, implementó APIs REST para registrar y consultar la información, e integró validaciones en la lógica de negocio. (Ver Anexo 6)
- **Frontend Developer:** construyó formularios responsivos en Vue 3 para el registro de paradas y producción, con validaciones de campos obligatorios y mensajes de error al usuario.

- **DevOps:** configuró los entornos de desarrollo y QA en GCP, asegurando la integración de los contenedores Docker y el despliegue de los microservicios.
- **QA:** diseñó y ejecutó pruebas unitarias y funcionales para validar el correcto registro de paradas y producción.
- **Analista Fullstack:** documentó las funcionalidades, elaboró los criterios de aceptación en Confluence y coordinó la alineación de las historias con el Product Owner.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes orientados al registro de paradas y producción. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la aplicación de validaciones de negocio y el manejo de la información registrada, conforme a las historias de usuario abordadas.

Por parte del frontend, se utilizó axios, siguiendo el patrón adaptador y validaciones a través de clases validadoras (dto), tal como se muestra en la Figura 18:

Figura 18

Librería de consumo de APIs

```
import axios from "axios";
import { CreateProductionRequestDto } from "../types/production";

export async function createProduction(
  dto: CreateProductionRequestDto
): Promise<void> {
  await axios.post("/api/productions", dto);
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

A su vez se realizó la toma de datos del formulario aprovechando la reactividad de Vue 3, tal como se aprecia en la Figura 19:

Figura 19

Toma de datos para creación de producciones

```
<script setup lang="ts">
import { reactive, ref } from "vue";
import { ProductionAdapter } from "@adapters/ProductionAdapter";
import { createProduction } from "@services/productionApi";
import type { ProductionFormModel } from "@types/production";

const form = reactive<ProductionFormModel>({
  machineId: null,
  orderId: null,
  start: "",
  end: "",
  comments: "",
});

const loading = ref(false);
const responseMessage = ref<string | null>(null);

async function onSubmit() {
  responseMessage.value = null;

  try {
    loading.value = true;
    const dto = ProductionAdapter.toCreateRequest(form);
    await createProduction(dto);

    responseMessage.value = "Producción registrada correctamente.";
  } catch (err: any) {
    responseMessage.value =
      err?.message ?? "No se pudo registrar la producción.";
  } finally {
    loading.value = false;
  }
}
</script>
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

Por parte del backend se definió la entidad de producción que se reflejará en una nueva tabla al momento del despliegue, tal como se aprecia en la Figura 20:

Figura 20

Tabla definida a través de una entidad

```
@Entity
@Table(
  name = "production",
  uniqueConstraints = {
    @UniqueConstraint(name = "uk_machine_start", columnNames = {"machine_id", "start"})
  }
)
public class ProductionEvent {

  @Id
  @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
  private Long id;

  @Column(name = "machine_id", nullable = false)
  private Long machineId;

  @Column(name = "order_id")
  private Long orderId;

  @Column(name = "start", nullable = false)
  private Instant start;

  @Column(name = "end", nullable = false)
  private Instant end;

  @Column(name = "comments", length = 500)
  private String comments;
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

A su vez se aplicaron las condiciones solicitadas como reglas de negocio en la capa de servicios del backend:

Figura 21

Servicio para creación de paradas

```
@Transactional
public Long create(CreateProductionRequest req) {
    if (!req.getEndAt().isAfter(req.getStartAt())) {
        throw new BusinessException("La fecha/hora fin debe ser posterior a inicio.");
    }

    if (repo.existsByMachineIdAndStartAt(req.getMachineId(), req.getStartAt())) {
        throw new BusinessException("Evento duplicado: ya existe un registro con el mismo inicio para la máquina.");
    }

    long overlaps = repo.countOverlaps(req.getMachineId(), req.getStart(), req.getEnd());
    if (overlaps > 0) {
        throw new BusinessException("Secuencialidad inválida: el rango se superpone con un evento existente.");
    }

    repo.findLatestByMachine(req.getMachineId()).ifPresent(latest -> {
        Instant expectedStart = latest.getEndAt();
        if (!req.getStartAt().equals(expectedStart)) {
            throw new BusinessException(
                "Secuencialidad inválida: el inicio debe coincidir con el fin del evento anterior (sin huecos).");
        }
    });

    Production entity = new Production();
    entity.setMachineId(req.getMachineId());
    entity.setOrderId(req.getOrderId());
    entity.setStart(req.getStart());
    entity.setEnd(req.getEnd());
    entity.setComments(req.getComments());

    return repo.save(entity).getId();
}
```

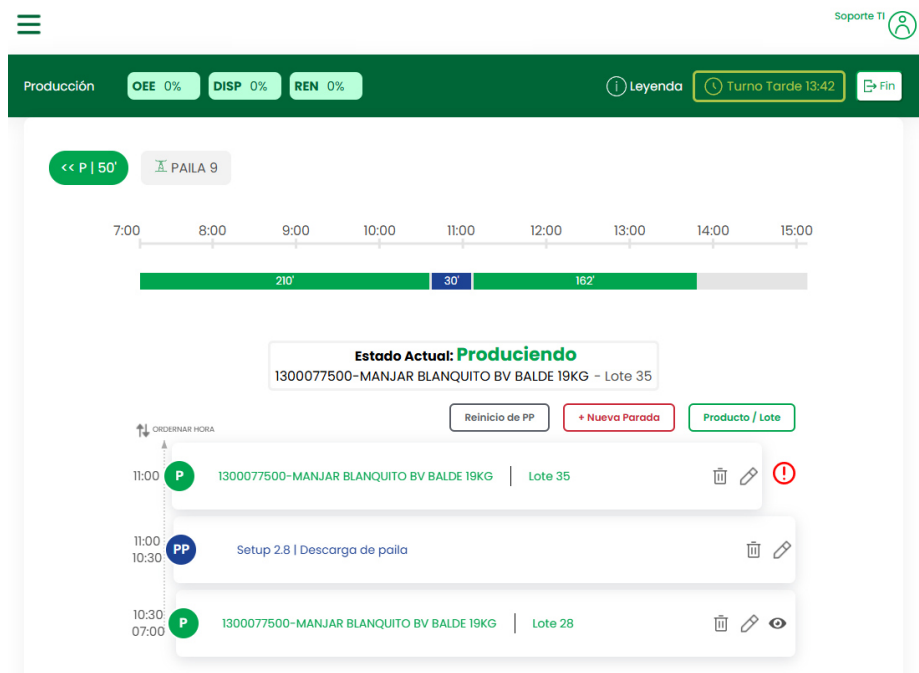
Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

Resultados del Sprint Review

En la Sprint Review, el equipo presentó al Product Owner y a representantes del equipo a cargo de los procesos de producción los flujos funcionales de los registros de paradas y producción. Los usuarios validaron que las funcionalidades cumplieran con los criterios definidos y solicitaron que en futuros sprints se añadan métricas de eficiencia y reportes en tiempo real.

En la Figura 22 se muestra la interfaz del módulo de registro de paradas y producciones del sistema implementado, utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo está alineado al objetivo específico de registro estructurado de los eventos de producción.

Figura 22
Registro de paradas y producciones



Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la Retrospectiva, el equipo identificó como puntos positivos la buena coordinación entre backend y frontend y la rápida habilitación de entornos. Como aspecto de mejora, se propuso fortalecer la comunicación con usuarios de planta para validar casos de uso menos frecuentes, como paradas imprevistas, que se abordaron en sprints posteriores.

3.2.5.2.2. Sprint 2

✓ Planificación

Tabla 7

Definición del Sprint Backlog 2 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-004	Diseñar modelo de datos para máquinas (campos: nombre, línea, velocidad teórica)	Backend Developer
2	APPM-004	Implementar API REST para gestión de máquinas (crear, editar, deshabilitar)	Backend Developer
3	APPM-004	Crear pantalla de administración de máquinas en frontend	Frontend Developer
4	APPM-004	Validar obligatoriedad de velocidad teórica en la creación de máquina	Frontend Developer
5	APPM-004	Pruebas unitarias y de integración de API de máquinas	QA
6	APPM-004	Validación funcional con Product Owner sobre gestión de máquinas	QA + Analista Fullstack
7	APPM-005	Diseñar modelo de datos para productos (código, descripción, línea asociada)	Backend Developer
8	APPM-005	Implementar API REST para gestión de productos	Backend Developer
9	APPM-005	Crear formulario de administración de productos en frontend	Frontend Developer
10	APPM-005	Validar unicidad de código de producto antes de guardar	Backend Developer
11	APPM-005	Pruebas funcionales de CRUD de productos	QA
12	APPM-006	Definir fórmula para cálculo de rendimiento (producción real / velocidad teórica)	Analista Fullstack
13	APPM-006	Implementar servicio de cálculo de rendimiento en backend	Backend Developer
14	APPM-006	Integrar cálculo de rendimiento en panel de producción	Frontend Developer
15	APPM-006	Mostrar alerta en UI cuando el rendimiento < 80%	Frontend Developer
16	APPM-006	Pruebas unitarias de fórmula de rendimiento	QA
17	APPM-006	Validación con supervisor en entorno QA sobre cálculo de rendimiento	QA + Analista Fullstack
18	APPM-004/005/006	Configuración y despliegue de nuevas APIs y pantallas en QA	DevOps
19	APPM-004/005/006	Documentación técnica y funcional de máquinas, productos y rendimiento	Analista Fullstack
20	APPM-004/005/006	Revisión con Product Owner en Sprint Review	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 2 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 2 tuvo como fecha inicial el 15 de julio y su fecha de fin se dio el 28 de julio de 2022. El objetivo de este ciclo fue ampliar las funcionalidades iniciales para dotar al sistema de la capacidad de gestionar información maestra de máquinas y productos, y habilitar el cálculo automático de rendimiento en planta. Con estos avances, se buscó que el sistema pudiera brindar mayor valor a los supervisores y administrativos, estableciendo la base para los KPIs de eficiencia.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-004 – Configuración de máquinas (Módulo Maestros)

- **Descripción:** Como administrador, quiero dar de alta máquinas con sus características y velocidad teórica, para que puedan ser utilizadas en los registros de producción.
- **Criterios de aceptación:**
 - La velocidad teórica es un campo obligatorio.
 - Se permite crear, editar y deshabilitar máquinas.
 - Una máquina deshabilitada no puede asociarse a nuevas producciones.

2. APPM-005 – Configuración de productos (Módulo Maestros)

- **Descripción:** Como administrador, quiero registrar productos con un código único y asociarlos a una línea de producción, para integrarlos al flujo de registros.
- **Criterios de aceptación:**
 - Cada producto debe tener un código único validado por el sistema.
 - Los productos deben asociarse a una línea de producción.
 - Se deben poder editar y deshabilitar productos.

3. APPM-006 – Cálculo de rendimiento (Módulo Producción)

- **Descripción:** Como supervisor, quiero que el sistema calcule automáticamente el rendimiento de la máquina comparando la producción real con la velocidad teórica, para identificar desviaciones.
- **Criterios de aceptación:**
 - El cálculo se realiza según la fórmula: $\text{producción real} \div \text{producción teórica}$.
 - Se muestra un indicador visual si el rendimiento es menor al 80%.
 - Los resultados quedan disponibles para reportes y dashboards posteriores.

Ejecución de tareas

Durante este sprint, el equipo técnico desarrolló las siguientes actividades:

- **Backend Developer:** amplió el modelo de datos en MySQL para máquinas y productos, creó servicios REST para CRUD de ambas entidades y programó la lógica de cálculo de rendimiento en el backend.
- **Frontend Developer:** construyó formularios de configuración de máquinas y productos, integró validaciones de unicidad de código de producto y obligatoriedad de velocidad teórica, además de presentar los primeros indicadores visuales de rendimiento.
- **DevOps:** actualizó los contenedores Docker con los nuevos microservicios y desplegó las funcionalidades en entornos de desarrollo y QA en GCP.
- **QA:** diseñó y ejecutó pruebas unitarias y de integración sobre las APIs, validó la unicidad de productos, la creación de máquinas y la exactitud del cálculo de rendimiento bajo diferentes escenarios.
- **Analista Fullstack:** documentó las nuevas funcionalidades, definió las reglas de negocio del cálculo de rendimiento y coordinó la validación de las historias con el Product Owner.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes de orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la aplicación de validaciones de negocio y el manejo de la información registrada, conforme a las historias de usuario abordadas.

Por parte del frontend, se construyó el adaptador necesario para soportar todas las acciones demandas por el módulo de administración, tal como se aprecia en la Figura 23:

Figura 23

Adaptador de gestión de máquinas

```
import axios from "axios";
import { reactive } from "vue";
import { MachineAdapter } from "../MachineAdapter";

const form = reactive({ id: null, code: "", name: "", isActive: true });

export async function createMachine() {
  const dto = MachineAdapter.toCreate(form);
  await axios.post("/api/machines", dto);
}

export async function editMachine() {
  const dto = MachineAdapter.toUpdate(form);
  await axios.put(`/api/machines/${form.id}`, dto);
}

export async function deleteMachine(id: number) {
  await axios.delete(`/api/machines/${id}`);
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Por parte del backend, se construyeron los métodos necesarios en la capa de servicios de máquinas para atender las solicitudes requeridas por el frontend, tal como se observa en la Figura 24:

Figura 24

Métodos de la capa de servicios de máquinas

```
private final MachineRepository repo;
public MachineService(MachineRepository repo) { this.repo = repo; }

public void create(CreateMachineRequest req) {
    validateCreate(req);
    repo.save(new Machine(req.getCode(), req.getName(), req.getIsActive()));
}

public void update(Long id, UpdateMachineRequest req) {
    validateEdit(req);
    Machine m = repo.findById(id).orElseThrow();
    m.setName(req.getName());
    m.setUnits(req.getUnits());
    m.setTurnId(req.getTurnId());
    repo.save(m);
}

public void delete(Long id) {
    validateDelete(id);
    repo.deleteById(id);
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados del Sprint Review

En la Sprint Review, el Product Owner y los representantes del área de Producción y Calidad validaron la creación de máquinas y productos como información base para registros de planta. También revisaron el cálculo de rendimiento, confirmando que la fórmula y los indicadores eran adecuados, y se sugirió que en siguientes etapas se añadieran dashboards que muestren con mayor detalle las correlaciones de rendimiento, merma y disponibilidad.

En la Figura 25 se muestra la interfaz del módulo de configuración administrativa de máquinas del sistema implementado, utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo administrativo está alineado al objetivo específico de configuración de máquinas.

Figura 25
Configuración de máquinas

Soporte TI

Gestión de Máquinas

Agregar

Filtrar

Exportar

Página 1 de 9

Máximo: 10 filas

< 1 2 3 >

Código	Descripción	Planta	Uni de Prod	Grupo Horario	OEI	Estado	Acción
0001	Cherry	Lácteos	Unidades	T 8 hrs - 7:00 am	74	Activo	
0002	Federal	Lácteos	Unidades	T 8 hrs - 7:00 am	68.3	Activo	
0003	FMT	Lácteos	Unidades	T 8 hrs - 7:00 am	60	Activo	
0004	B1	Lácteos	Unidades	T 8 hrs - 7:00 am	58	Activo	
0005	B2	Lácteos	Unidades	T 8 hrs - 7:00 am	72	Activo	
0006	B3	Lácteos	Unidades	T 8 hrs - 7:00 am	72	Activo	
0007	R245 HD	Cárnicos	Kilogramos	T 8 hrs - 7:00 am	68	Activo	
0008	R245	Cárnicos	Kilogramos	T 12 hrs - 07:00	66	Activo	
0009	R240	Cárnicos	Kilogramos	T 8 hrs - 7:00 am	71.6	Activo	
0010	Prepac1_CabezaIA	Uht	Unidades	T 8 hrs - 7:00 am	60.4	Activo	

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la Retrospectiva, el equipo destacó la mejora en la coordinación entre QA y backend, lo que permitió detectar inconsistencias en el cálculo temprano. Como oportunidad de mejora, se acordó refinar las pruebas automatizadas de validaciones (por ejemplo, la unicidad de productos) y fortalecer el feedback directo con los supervisores antes de desplegar nuevas métricas de rendimiento.

3.2.5.2.3. Sprint 3

✓ Planificación

Tabla 8

Definición del Sprint Backlog 3 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-007	Diseñar API para obtener datos de producción en tiempo real	Backend Developer
2	APPM-007	Implementar WebSocket o pooling para actualización automática cada 30s	Backend Developer
3	APPM-007	Crear panel en frontend para mostrar producción en curso	Frontend Developer
4	APPM-007	Validar que el panel se actualice sin refrescar la página	Frontend Developer
5	APPM-007	Pruebas de rendimiento de actualización en tiempo real	QA
6	APPM-007	Validación con Product Owner y supervisores en QA	Analista Fullstack + QA
7	APPM-008	Diseñar query y modelo para reporte de paradas por máquina	Backend Developer
8	APPM-008	Implementar API REST para generar reporte filtrado por máquina/fecha	Backend Developer
9	APPM-008	Crear pantalla de reportes de paradas en frontend con filtros	Frontend Developer
10	APPM-008	Exportar resultados del reporte a Excel	Frontend Developer
11	APPM-008	Pruebas de validación de filtros y exportación	QA
12	APPM-009	Diseñar modelo para registro simultáneo en múltiples máquinas	Backend Developer
13	APPM-009	Implementar lógica de concurrencia para múltiples registros	Backend Developer
14	APPM-009	Crear interfaz que permita abrir varios formularios de registro en paralelo	Frontend Developer
15	APPM-009	Validar que cada registro se guarde sin sobrescribir los demás	Backend Developer + QA
16	APPM-009	Pruebas de integración de registros simultáneos	QA
17	APPM-007/008/009	Configuración de despliegue en entorno QA	DevOps
18	APPM-007/008/009	Documentación de panel en tiempo real, reportes y registro múltiple	Analista Fullstack
19	APPM-007/008/009	Revisión en Sprint Review con Product Owner y usuarios clave	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 3 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 3 se desarrolló entre el 29 de julio y el 11 de agosto de 2022. El objetivo principal fue ampliar las funcionalidades del sistema hacia el monitoreo en tiempo real de la producción, la generación de reportes de paradas por máquina, y el registro simultáneo en múltiples líneas de producción. Con estas implementaciones se fortaleció la capacidad del sistema para ofrecer visibilidad operativa inmediata y soporte a la gestión de planta.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-007 – Producciones en tiempo real (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como administrador, quiero visualizar en un cuadro interactivo de resumen de turnos las producciones en curso, para tener un control inmediato del estado de la planta.

- **Criterios de aceptación:**
 - El cuadro de resumen debe mostrar la producción activa en cada línea.
 - Los datos se actualizan automáticamente cada 30 segundos sin recargar la página.
 - La información debe provenir directamente de la base transaccional (MySQL).
2. **APPM-008 – Reporte de paradas por máquina (Módulo Reportes)**
- **Descripción:** Como supervisor, quiero generar reportes de paradas filtrados por máquina y rango de fechas, para analizar patrones de inactividad.
 - **Criterios de aceptación:**
 - El sistema permite seleccionar máquina y rango de fechas.
 - El reporte puede exportarse a formato Excel.
 - Los resultados deben incluir tipo de parada, detalle, inicio y fin.
3. **APPM-009 – Registro simultáneo de múltiples líneas (Módulo Producción)**
- **Descripción:** Como operario, quiero registrar eventos de producción en varias máquinas al mismo tiempo, para no interrumpir el control cuando gestiono más de una línea.
 - **Criterios de aceptación:**
 - El sistema permite abrir formularios paralelos de registro de producción.
 - Cada registro se guarda de manera independiente sin sobrescribir los demás.
 - El sistema valida que los campos obligatorios estén completos en cada registro.

Ejecución de tareas

Durante este sprint, se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Backend Developer:** implementó los servicios REST y consultas optimizadas para mostrar la producción en tiempo real, generó APIs para reportes de paradas filtrados, y desarrolló lógica de concurrencia para el registro en múltiples líneas.

- **Frontend Developer:** creó el cuadro de resumen en Vue 3 con actualización automática, diseñó la pantalla de reportes con filtros de máquina y fechas, y habilitó la interfaz para formularios múltiples de producción.
- **DevOps:** se encargó de configurar el entorno de calidad (QA) en Google Cloud Platform, con el objetivo de permitir actualizaciones frecuentes en tiempo real y ajustar los recursos necesarios para asegurar la estabilidad durante las pruebas de carga.
- **QA:** Llevó a cabo pruebas funcionales enfocadas en actualizaciones en tiempo real, verificó la correcta exportación de los reportes de paradas en formato Excel y realizó pruebas de integración destinadas a asegurar que el registro simultáneo de múltiples datos no generara conflictos ni sobrescrituras en el sistema.
- **Analista Fullstack:** se encargó de documentar las reglas de negocio asociadas a cada funcionalidad del sistema, elaborar guías de uso dirigidas a los usuarios clave y coordinar con el Product Owner la validación de las entregas correspondientes.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran el manejo de la información registrada, conforme a las historias de usuario abordadas.

Por parte del frontend, se configuró el router para que la vista de seguimiento de gestiones cambie según la máquina y el turno, tal como se aprecia en la Figura 26:

Figura 26

Ruteo de gestión de máquinas

```
import { createRouter, createWebHistory } from "vue-router";
import TurnMachineView from "../views/TurnMachineView.vue";

export default createRouter({
  history: createWebHistory(),
  routes: [
    {
      path: "/machines/:machineId/turn/:turnId",
      name: "turn-machine",
      component: TurnMachineView,
      props: true
    }
  ]
});
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Por parte del backend, se creó un método GET para obtener los datos deseados según la máquina y el turno, tal como se observa en la Figura 27:

Figura 27

Método para obtener detalle de turno

```
private final TurnRepository repo;
public TurnService(TurnRepository repo) { this.repo = repo; }

public TurnDto getTurn(Long machineId, Long turnId) {
    Turn s = repo.findByMachineIdAndId(machineId, turnId).orElseThrow();
    return new TurnDto(s.getId(), s.getMachineId(), s.getStart(), s.getEnd());
}
```

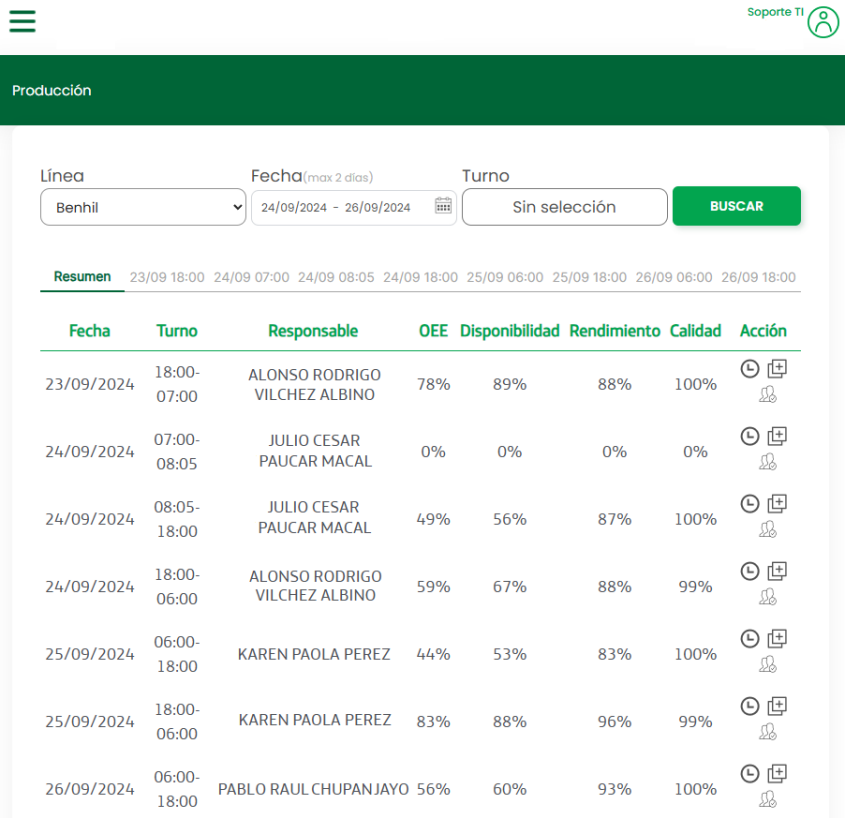
Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados del Sprint Review

Durante la sesión, el Product Owner junto con representantes del área de producción validaron la utilidad del cuadro de resumen en tiempo real, resaltando la disminución en los tiempos dedicados al monitoreo manual y reconociendo la utilidad que esto le dará a su gestión. Los reportes de paradas por máquina fueron valorados de manera positiva, aunque se recomendó que en los siguientes sprints se incorporen indicadores gráficos adicionales. Asimismo, la funcionalidad de registros simultáneos fue evaluada directamente por los operarios, quienes confirmaron que esta respondía a una necesidad específica dentro de la planta.

En la Figura 28 se muestra la interfaz del módulo de gestión/seguimiento de producciones del sistema implementado, utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo está alineado al objetivo específico de consulta y seguimiento de eventos operativos registros por máquina y turno.

Figura 28
Gestión de producción



Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la sesión de retrospectiva, el equipo resaltó como fortaleza el buen nivel de integración logrado entre el backend y el frontend, lo que permitió que el cuadro de resumen opere en tiempo real de manera estable y fluida. Como área de mejora, se recomendó reforzar las pruebas de rendimiento en escenarios de alta concurrencia, para garantizar que el sistema pudiera escalar en momentos de mayor demanda.

3.2.5.2.4. Sprint 4

✓ Planificación

Tabla 9

Definición del Sprint Backlog 4 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-010	Diseñar modelo de datos para planificación (órdenes, fechas, máquinas)	Backend Developer
2	APPM-010	Implementar API para crear y consultar órdenes planificadas	Backend Developer
3	APPM-010	Crear interfaz de planificación en frontend (calendario interactivo)	Frontend Developer
4	APPM-010	Validar solapamiento de órdenes de producción	Backend Developer
5	APPM-010	Pruebas funcionales de planificación con escenarios de solapamiento	QA
6	APPM-011	Diseñar query para calcular % de merma sobre producción	Backend Developer
7	APPM-011	Implementar API para KPIs de merma por turno y rango de fechas	Backend Developer
8	APPM-011	Crear gráfico de merma comparativa en frontend	Frontend Developer
9	APPM-011	Validar que merma no supere umbral configurable	QA
10	APPM-011	Pruebas de exportación de KPIs de merma	QA
11	APPM-012	Diseñar modelo de datos para usuarios y roles	Backend Developer
12	APPM-012	Implementar API REST para CRUD de usuarios y asignación de roles	Backend Developer
13	APPM-012	Crear interfaz de administración de usuarios y roles en frontend	Frontend Developer
14	APPM-012	Validar restricciones de acceso a módulos según rol	Backend Developer + QA
15	APPM-012	Pruebas de control de accesos en QA	QA
16	APPM-010/011/012	Configuración de despliegue en entorno QA	DevOps
17	APPM-010/011/012	Documentar planificación, KPIs de merma y gestión de usuarios	Analista Fullstack
18	APPM-010/011/012	Revisión en Sprint Review con Product Owner y usuarios clave	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 4 del proyecto.

Ejecución y control

La fecha de inicio del Sprint 4 se dió el 12 de agosto, su fecha de fin se concretó el 25 de agosto de 2022. El objetivo de este ciclo fue robustecer el sistema con funcionalidades que permitieran planificar la producción futura, generar un indicador clave de merma y habilitar la gestión de usuarios y roles, con lo cual se sentaron las bases para el control de accesos y la administración segura del sistema.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-010 – Planificación de producción futura (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como administrador, quiero programar órdenes de producción en fechas específicas y asignarlas a máquinas, de manera que pueda organizar la producción con antelación.

- **Criterios de aceptación:**
 - Se deben poder registrar órdenes de producción con máquina, producto y fecha.
 - El sistema debe validar que no existan solapamientos en la misma máquina.
 - El panel debe mostrar un calendario interactivo con las órdenes planificadas.
2. **APPM-011 – KPI de merma (Módulo Reportes)**
- **Descripción:** Como supervisor, quiero visualizar el porcentaje de merma respecto al total producido, para identificar pérdidas de calidad y eficiencia.
 - **Criterios de aceptación:**
 - El cálculo de merma debe expresarse como porcentaje del total producido.
 - Se debe poder filtrar por turno, rango de fechas y máquina.
 - Los resultados deben visualizarse en gráficos comparativos y poder exportarse.
3. **APPM-012 – Gestión de usuarios y roles (Módulo Maestros)**
- **Descripción:** Como administrador, quiero crear usuarios y asignar roles, para restringir accesos y asegurar que cada perfil tenga permisos adecuados.
 - **Criterios de aceptación:**
 - El sistema debe permitir crear, editar y deshabilitar usuarios.
 - Cada usuario debe tener un rol asignado (operario, supervisor, administrador, BI).
 - Los permisos de acceso deben aplicarse automáticamente en los distintos módulos.

Ejecución de tareas

Durante este sprint, se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Backend Developer:** implementó los modelos de datos y APIs REST para registrar órdenes planificadas, calcular el KPI de merma y administrar usuarios y roles.

- **Frontend Developer:** construyó el calendario interactivo de planificación, generó gráficos de merma y desarrolló formularios de gestión de usuarios y permisos.
- **DevOps:** configuró el entorno QA para asegurar la correcta sincronización de órdenes planificadas y probó la seguridad en el despliegue de roles.
- **QA:** diseñó pruebas funcionales para validar la planificación sin solapamientos, verificó cálculos de merma bajo distintos escenarios y probó accesos restringidos por rol.
- **Analista Fullstack:** se encargó de registrar las reglas de negocio correspondientes a cada módulo del sistema, colaboró con el área de Sistemas en la definición de los distintos roles y brindó apoyo al Product Owner durante el proceso de validación de los entregables.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la gestión de la información de los usuarios registrada, conforme a las historias de usuario abordadas.

En frontend se implementaron funciones CRUD para usuarios consumiendo endpoints REST del backend y actualizando el listado tras cada operación, tal como se aprecia en la Figura 29:

Figura 29

CRUD de peticiones para gestión de usuarios

```
onMounted(async () => {
  users.value = (await axios.get("/api/users")).data;
});

export async function createUser() {
  await axios.post("/api/users", { username: form.username, role: form.role, isActive: form.isActive });
  users.value = (await axios.get("/api/users")).data;
}

export async function editUser() {
  await axios.put(`/api/users/${form.id}`, { role: form.role, isActive: form.isActive });
  users.value = (await axios.get("/api/users")).data;
}

export async function deleteUser(id: number) {
  await axios.delete(`/api/users/${id}`);
  users.value = (await axios.get("/api/users")).data;
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

En backend se desarrollaron endpoints REST para listar, registrar, actualizar y eliminar usuarios, aplicando validaciones de negocio antes de persistir cambios mediante JPA, tal como se puede apreciar en la Figura 30:

Figura 30

Métodos de la capa de servicios de usuarios

```
private final UserRepository repo;
public UserService(UserRepository repo) { this.repo = repo; }

public List<User> list() { return repo.findAll(); }

public void create(CreateUserRequest req) {
    validateCreate(req);
    repo.save(new User(req.getUsername(), req.getMachines(), req.getIsActive()));
}

public void update(Long id, UpdateUserRequest req) {
    validateUpdate(req);
    User u = repo.findById(id).orElseThrow();
    this.setUpdates(u, req);
    repo.save(u);
}

public void deleteUser(Long id) {
    validateDelete(id);
    repo.deleteById(id);
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados del Sprint Review

Durante la sesión, el Product Owner, junto con los responsables de las áreas de Producción y Sistemas, confirmaron que la funcionalidad de planificación de la producción respondía a la necesidad prioritaria definida para el sistema. Asimismo, la implementación del indicador de merma fue reconocido como una métrica clave para evaluar la calidad, y se acordó que en próximas entregas se implementarían cuadros comparativos. La gestión de usuarios y roles fue validada con éxito, confirmando que los accesos restringidos funcionaban correctamente.

En la Figura 31 se muestra la interfaz del módulo de configuración administrativa de usuarios del sistema implementado, utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo administrativo está alineado al objetivo específico de configuración de acceso de usuarios.

Figura 31
Gestión de usuarios

Soporte TI

Gestión de trabajadores

Agregar

Filtrar

Exportar

Página 1 de 45

Máximo: 10 filas

< 1 2 3 >

Acción	Código	Tipo Documento	Nro Documento	Nombre	Planta	Estado
	9999999	DNI	9999999	WALTER ISLA	Uht	Activo 
	98765433	DNI	98765433	JAVIER VASQUEZ	Cárnicos	Inactivo 
	98456935	DNI	98456935	JOSE LUIS GABRIEL LOPEZ	Uht	Activo 
	49716045	DNI	49716045	MIGUEL ANGEL VIZA BOADA	Uht	Activo 
	49605352	DNI	49605352	GUSTAVO QUINCHO	Uht	Activo 
	29274621	DNI	29274621	RAFAEL ELMER AYALA	Cárnicos	Inactivo 
	38898888	DNI	38898888	JOSE CARLOS MENDOZA BARZOLA	Lácteos	Inactivo 
	80334884	DNI	80334884	WILFRED ESCRIBA BARBOZA	Lácteos	Activo 

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la Retrospectiva, el equipo reconoció como logro la integración exitosa del módulo de seguridad de roles, lo que permitió controlar accesos de manera efectiva. Como área de mejora, se identificó la necesidad de optimizar la experiencia del calendario en frontend, ya que los usuarios solicitaron que fuera más intuitivo en la visualización de órdenes planificadas.

3.2.5.2.5. Sprint 5

✓ Planificación

Tabla 10

Definición del Sprint Backlog 5 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-013	Ampliar modelo de datos de máquinas con campo velocidad teórica	Backend Developer
2	APPM-013	Implementar validación de velocidad en API de producción	Backend Developer
3	APPM-013	Actualizar formulario de configuración de máquinas con velocidad teórica	Frontend Developer
4	APPM-013	Validar cálculo de eficiencia real vs velocidad teórica	QA
5	APPM-014	Diseñar query para consolidar producción diaria por máquina	Backend Developer
6	APPM-014	Implementar API para consolidado diario (producción y paradas)	Backend Developer
7	APPM-014	Crear panel en frontend con resumen diario de producción	Frontend Developer
8	APPM-014	Validar acceso restringido a panel solo para supervisores	Backend Developer + QA
9	APPM-014	Pruebas de exactitud de consolidado diario	QA
10	APPM-015	Definir fórmula de OEE ($\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$)	Analista Fullstack
11	APPM-015	Implementar servicio backend para cálculo de OEE	Backend Developer
12	APPM-015	Crear dashboard gráfico de OEE en frontend	Frontend Developer
13	APPM-015	Validar gráficos comparativos de OEE por máquina	QA
14	APPM-015	Probar exportación de resultados OEE a Excel	QA
15	APPM-013/014/015	Configuración y despliegue de cambios en entorno QA	DevOps
16	APPM-013/014/015	Documentar velocidad teórica, panel diario y OEE	Analista Fullstack
17	APPM-013/014/015	Revisión en Sprint Review con Product Owner y usuarios clave	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 5 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 5 se desarrolló entre el 26 de agosto y el 8 de septiembre de 2022. El objetivo de este ciclo fue incorporar nuevas capacidades de análisis en el sistema: la configuración de la velocidad teórica de las máquinas, la consolidación de un panel de producción diaria, y la creación de un dashboard de eficiencia OEE (Overall Equipment Effectiveness). Con estas funcionalidades, se buscó dar a los supervisores y gerentes de planta una visión más clara del desempeño de la operación diaria y de la eficiencia global de los equipos.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-013 – Velocidad teórica de máquinas (Módulo Producción)

- **Descripción:** Como administrador, quiero registrar y mantener la velocidad teórica de cada máquina, para poder calcular indicadores de rendimiento basados en ella.

- **Criterios de aceptación:**
 - Cada máquina debe tener obligatoriamente un valor de velocidad teórica.
 - El cálculo de eficiencia debe considerar la velocidad configurada.
 - Si la velocidad no está registrada, el sistema debe impedir el cálculo.
2. **APPM-014 – Panel de producción diaria (Módulo Gestión)**
- **Descripción:** Como supervisor, quiero acceder a un panel con el consolidado de producción diaria y paradas, para tener una visión rápida de la operación de la planta.
 - **Criterios de aceptación:**
 - El panel debe mostrar volúmenes producidos y tiempos de parada por máquina.
 - La información generada en los registros de producción debe ser visible en tiempo real y por fecha seleccionada.
 - Solo usuarios con perfil supervisor o superior deben poder acceder al panel.
3. **APPM-015 – Dashboard de eficiencia (Módulo Reportes)**
- **Descripción:** Como gerente, quiero visualizar el OEE (disponibilidad × rendimiento × calidad) de cada línea de producción, para evaluar la eficiencia global de la planta.
 - **Criterios de aceptación:**
 - El sistema debe calcular OEE aplicando la fórmula estándar.
 - Los resultados deben mostrarse en gráficos comparativos por máquina y turno.
 - Los reportes deben poder exportarse a Excel.

Ejecución de tareas

- **Backend Developer:** amplió el modelo de datos de máquinas para incluir la velocidad teórica, programó servicios REST para el cálculo de OEE, y creó consultas SQL para consolidar la producción diaria.

- **Frontend Developer:** construyó la interfaz de configuración de velocidades, el panel de producción diaria y los gráficos del dashboard OEE con visualizaciones comparativas.
- **DevOps:** ajustó los recursos en GCP para garantizar un rendimiento adecuado de los dashboards, configuró despliegues automáticos y validó la estabilidad en QA.
- **QA:** ejecutó pruebas unitarias y funcionales sobre el cálculo de OEE, verificó la exactitud de consolidado diario y validó accesos restringidos al panel de producción.
- **Analista Fullstack:** documentó los nuevos indicadores, validó junto al Product Owner la fórmula de OEE aplicada y coordinó las pruebas de aceptación con Producción y Calidad.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales muestran la administración de la información registrada, conforme a las historias de usuario abordadas.

En el frontend se implementaron funciones CRUD para las velocidades teóricas de la maquinaria consumiendo endpoints REST del backend y actualizando el listado tras cada operación, tal como se aprecia en la Figura 32:

Figura 32

Adaptador para CRUD de velocidades

```
const state = reactive({
  page: 1,
  size: 10,
  sku: "",
  machine: ""
});

const rows = ref<any[]>([]);
const totalPages = ref(1);

async function search() {
  const res = await axios.get("/api/speeds", { params: state });
  rows.value = res.data.items;
  totalPages.value = res.data.totalPages;
}

async function toggleStatus(row: any) {
  await axios.patch(`/api/speeds/${row.id}/status`, { active: !row.active });
  row.active = !row.active;
}

async function exportData() {
  const res = await axios.get("/api/speeds/export", {
    params: { sku: state.sku, machine: state.machine },
    responseType: "blob"
  });
  const url = URL.createObjectURL(res.data);
  const a = document.createElement("a");
  a.href = url;
  a.download = "machine_speeds.csv";
  a.click();
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

En el backend se implementaron las funciones CRUD para las velocidades teóricas de la maquinaria dentro de la capa de servicios de máquinas, tal como se aprecia en la Figura 33:

Figura 33

Métodos asociados a velocidades de máquinas

```
private final SpeedSkuRepository repo;

public SpeedSkuService(SpeedSkuRepository repo) {
  this.repo = repo;
}

public Page<SpeedSku> list(String sku, String machine, int page, int size) {
  return repo.search(sku, machine, PageRequest.of(page - 1, size));
}

public void updateStatus(Long id, boolean active) {
  SpeedSku s = repo.findById(id).orElseThrow();
  s.setActive(active);
  repo.save(s);
}

public String export(String sku, String machine) {
  validateRequest();
  var list = repo.search(sku, machine, PageRequest.of(0, 5000)).getContent();
  StringBuilder sb = new StringBuilder();
  for (SpeedSku s : list) {
    sb.append(s.getSkuCode()).append(",")
      .append(s.getProductName()).append(",")
      .append(s.getMachineName()).append(",")
      .append(s.getSpeed()).append(",")
      .append(s.getUnit()).append(",")
      .append(s.getActive()).append("\n");
  }
  return sb.toString();
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados del Sprint Review

Durante la Sprint Review, el Product Owner y los usuarios clave validaron que la velocidad teórica de máquinas permitía obtener cálculos de rendimiento más realistas. El panel de producción diaria fue recibido como una herramienta útil para los supervisores, quienes solicitaron que en futuros sprints se añadiera la opción de filtrar por turnos. El dashboard de OEE fue considerado un avance importante hacia la medición integral de la eficiencia de planta.

En la Figura 34 se muestra la interfaz del módulo de configuración administrativa de velocidades teóricas del sistema implementado, utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo administrativo está alineado al objetivo específico de configuración de máquinas.

Figura 34
Velocidad teórica de máquinas

Soporte TI

Velocidades máquina por SKU

Agregar

Filtrar

Exportar

Página 1 de 176

Máximo: 10 filas

< 1 2 3 >

Acción	Código	Producto	Máquina	Vel.	Und	Estado
	60000484	YOGURT GALONERA 1.7 KG (P)	Cherry	42	Und	Activo
	50001239	YOG. SBELT MORA GALONERA 1.7 KG	Cherry	42	Und	Activo
	50001238	YOG. LAIVE MORA GALONERA 1.7 KG	Cherry	42	Und	Activo
	50001014	YOG. SIN LAC. LAIVE FRESA 1.7KG	Cherry	42	Und	Activo
	50001007	YOG. SBELT VAINILLA GALONERA 1.7KG	Cherry	42	Und	Activo
	50001006	YOG. SBELT GUANABANA GALONERA 1.7KG	Cherry	42	Und	Activo

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la Retrospectiva, el equipo reconoció como fortaleza la integración fluida de los cálculos de OEE con las bases de datos y el frontend, lo que permitió ofrecer indicadores robustos en poco tiempo. Como aspecto de mejora, se sugirió fortalecer las pruebas de rendimiento en dashboards, ya que en escenarios con gran volumen de datos se notaron tiempos de respuesta más lentos.

3.2.5.2.6. Sprint 6

✓ Planificación

Tabla 11

Definición del Sprint Backlog 6 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-016	Ampliar modelo de datos de paradas para incluir flag “imprevista”	Backend Developer
2	APPM-016	Implementar API para registro de paradas imprevistas	Backend Developer
3	APPM-016	Adaptar formulario de registro de paradas en frontend con opción “imprevista”	Frontend Developer
4	APPM-016	Validar obligatoriedad de causa provisional en paradas imprevistas	Frontend Developer
5	APPM-016	Pruebas unitarias y de integración de flujo de paradas imprevistas	QA
6	APPM-017	Diseñar modelo de datos para planes de acción asociados a paradas	Backend Developer
7	APPM-017	Implementar API para agrupar paradas imprevistas similares	Backend Developer
8	APPM-017	Crear interfaz para gestionar paradas imprevistas y asociar planes de acción	Frontend Developer
9	APPM-017	Validar registro de responsable y fecha límite en planes de acción	Backend Developer + QA
10	APPM-017	Pruebas funcionales de gestión de paradas en QA	QA
11	APPM-018	Diseñar query para calcular KPIs de rendimiento por turno	Backend Developer
12	APPM-018	Implementar API para consultar KPIs por rango de turnos	Backend Developer
13	APPM-018	Crear vista de reportes por turno en frontend con filtros de fecha y línea	Frontend Developer
14	APPM-018	Validar cálculo de eficiencia, disponibilidad y merma por turno	QA
15	APPM-018	Pruebas de exportación de reportes por turno	QA
16	APPM-016/017/018	Configuración de despliegue en entorno QA	DevOps
17	APPM-016/017/018	Documentar registro, gestión y reportes de paradas imprevistas	Analista Fullstack
18	APPM-016/017/018	Revisión en Sprint Review con Product Owner y usuarios clave	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 6 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 6 se desarrolló entre el 9 y el 22 de septiembre de 2022. El objetivo de este ciclo fue dotar al sistema de capacidades para manejar situaciones no planificadas en la operación, a través del registro y gestión de paradas imprevistas, además de fortalecer la analítica con un reporte de rendimiento por turno. Con ello, se buscó dar a la empresa un mayor control sobre los incidentes en planta y facilitar la toma de decisiones a nivel operativo.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-016 – Registro de paradas imprevistas (Módulo Producción)

- **Descripción:** Como operario, quiero registrar una parada imprevista con su causa provisional, para que quede trazabilidad de los eventos inesperados.
- **Criterios de aceptación:**
 - El sistema debe diferenciar entre paradas planificadas e imprevistas.
 - Registrar inicio, fin y causa provisional es obligatorio.
 - Los datos deben quedar disponibles para análisis posteriores.

2. APPM-017 – Gestión de paradas imprevistas (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como administrador, quiero agrupar paradas imprevistas similares y asociar planes de acción, para reducir su recurrencia.
- **Criterios de aceptación:**
 - El sistema debe permitir agrupar paradas por tipo o causa.
 - Cada agrupación debe tener responsable asignado y fecha de ejecución.
 - Debe quedar registro del estado del plan (pendiente, en curso, finalizado).

3. APPM-018 – Reporte de rendimiento por turno (Módulo Reportes)

- **Descripción:** Como supervisor, quiero generar reportes de rendimiento por turno, para identificar variaciones entre equipos de trabajo.
- **Criterios de aceptación:**
 - El sistema debe calcular eficiencia, disponibilidad y calidad por turno.
 - Los reportes deben permitir filtros por rango de fechas y máquina.
 - Los resultados deben poder exportarse a Excel.

Ejecución de tareas

- **Backend Developer:** amplió el modelo de datos para soportar paradas imprevistas, creó APIs para su registro y gestión, e implementó servicios para calcular KPIs por turno.

- **Frontend Developer:** adaptó los formularios de paradas para incluir la opción “imprevista”, diseñó la interfaz de gestión de planes de acción y construyó la vista de reportes por turno con filtros dinámicos.
- **DevOps:** configuró notificaciones en los pipelines de QA para validar la carga de datos en reportes por turno y desplegó los nuevos módulos en GCP.
- **QA:** validó el registro de paradas imprevistas, probó agrupaciones de paradas y la correcta asignación de responsables, y verificó que los reportes de rendimiento por turno reflejaran cálculos exactos.
- **Analista Fullstack:** documentó los nuevos procesos de negocio asociados a paradas imprevistas, redactó guías de usuario y coordinó las pruebas de aceptación con supervisores y gerentes de Producción.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la exposición de la información solicitada, conforme a las historias de usuario abordadas.

En el frontend se implementó una vista con datos estadísticos los cuales son solicitados al backend tal como se aprecia en la Figura 35:

Figura 35

Petición de datos del reporte de rendimiento por turnos

```
import axios from "axios";
import { reactive, ref } from "vue";

const query = reactive({
  machineId: "1",
  date: "2025-06-18",
  turnId: "2",
});

const report = ref<any>(null);

async function loadReport() {
  const res = await axios.get("/api/reports/turn", { params: query });
  report.value = res.data;
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

En el backend se modularizó la construcción del cuerpo del formato del reporte y luego se incorporó el envío de los datos requeridos al solicitante, tal y como se observa en la Figura 36:

Figura 36

Obtención de datos de rendimiento por turno y máquina

```
private final EventRepository eventRepo;

public TurnReportService(EventRepository eventRepo) {
    this.eventRepo = eventRepo;
}

public TurnReportDto build(String line, LocalDate date, Long turnId) {
    var events = eventRepo.findByLineAndDateAndTurnId(line, date, turnId);
    var kpi = KpiCalculator.calculate(events);
    var stops = EventMapper.toStopDetails(events);
    var setups = EventMapper.toSetupDetails(events);
    return new TurnReportDto(kpi, stops, setups, output);
}
```

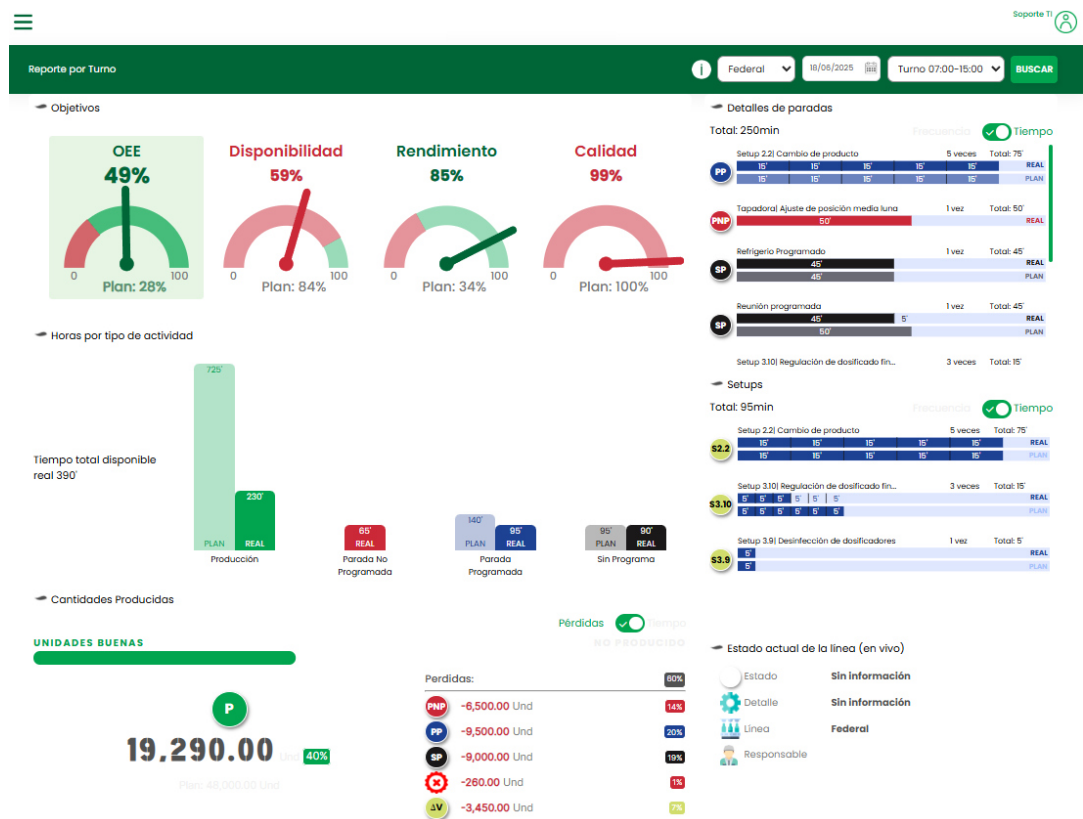
Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

Resultados del Sprint Review

Durante la Sprint Review, los supervisores de planta validaron que el registro de paradas imprevistas cumplía con lo solicitado y destacaron la importancia de la clasificación y agrupación. El reporte por turno fue especialmente bien recibido, ya que permitió comparar la eficiencia entre distintos equipos de trabajo, aportando datos valiosos para la planificación en el uso de los recursos.

En la Figura 37 se muestra la interfaz del módulo de reportes del sistema implementado, puntualmente el reporte de rendimiento por turnos, utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo de reportes está alineado al objetivo específico de consolidación de información de eventos en distintos rangos de tiempo, en este caso se segmenta por máquina, fecha y turno, el reporte presenta cuatro indicadores tipo velocímetro (calidad, rendimiento, disponibilidad y OEE) los cuales se pintan de verde si se cumplió con el mínimo porcentaje planificado, también muestra un gráficos de barra horizontales y verticales los cuales comparan la diferencia de tiempo en minutos de los eventos agrupados por tipo de actividad/evento, por parada y por setup (un tipo específico de parada planificada), en la parte inferior se muestra una barra de progreso con indicadores numéricos que muestran las unidades producidas y lo que dejó de producirse debido a las paradas, finalmente se presenta el estado real de la máquina elegida, a modo de saber si se encuentra en uso o en inactividad.

Figura 37
Reporte de Rendimiento por turno



Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la Retrospectiva, el equipo resaltó como positivo el involucramiento de los supervisores en las pruebas, lo que permitió ajustar criterios en tiempo real. Como aspecto de mejora, se planteó reforzar la integración de los reportes con los procesos ETL, ya que algunos cálculos de turnos requerían datos históricos aún no replicados en la base de datos espejo.

3.2.5.2.7. Sprint 7

✓ Planificación

Tabla 12

Definición del Sprint Backlog 7 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-019	Diseñar tabla maestra para tipos de paradas	Backend Developer
2	APPM-019	Implementar API CRUD para gestión de tipos de paradas	Backend Developer
3	APPM-019	Crear interfaz de administración de tipos de paradas en frontend	Frontend Developer
4	APPM-019	Validar que no se eliminen tipos de parada ya usados en registros	Backend Developer + QA
5	APPM-019	Pruebas unitarias y de integración de CRUD de paradas	QA
6	APPM-020	Ampliar modelo de datos de paradas con campo “comentarios”	Backend Developer
7	APPM-020	Actualizar formulario de paradas en frontend para capturar comentarios	Frontend Developer
8	APPM-020	Validar límite de 200 caracteres en comentarios	Frontend Developer
9	APPM-020	Pruebas funcionales de comentarios asociados a paradas	QA
10	APPM-021	Diseñar estructura para backlog de mantenimiento preventivo	Analista Fullstack
11	APPM-021	Implementar API para registrar y actualizar acciones preventivas	Backend Developer
12	APPM-021	Crear vista de backlog de mantenimiento en frontend	Frontend Developer
13	APPM-021	Validar estados de acción (pendiente, en curso, completado)	QA
14	APPM-021	Pruebas funcionales del backlog de mantenimiento preventivo	QA
15	APPM-022	Definir lógica de correlación entre paradas y producción real	Analista Fullstack
16	APPM-022	Implementar servicio backend para calcular correlación paradas vs producción	Backend Developer
17	APPM-022	Crear dashboard gráfico (líneas/barras) en frontend	Frontend Developer
18	APPM-022	Validar visualización de correlación por máquina y periodo	QA
19	APPM-019/020/021/022	Despliegue en entorno QA	DevOps
20	APPM-019/020/021/022	Documentación de mantenedores, backlog y dashboards	Analista Fullstack
21	APPM-019/020/021/022	Revisión en Sprint Review con Product Owner y usuarios clave	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 7 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 7 tuvo como inicio el 23 de septiembre y su fin tuvo lugar el 6 de octubre de 2022. El objetivo de este ciclo fue fortalecer la administración del sistema y la capacidad de análisis de la operación, incorporando un mantenimiento de tipos de paradas, agregar una opción que permita agregar comentarios en registros de paradas, la validación de un backlog de mantenimiento preventivo, y un dashboard de correlación entre paradas y producción. Estas funcionalidades ampliaron el nivel de detalle de la información registrada y aportaron una nueva dimensión en la analítica de planta.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-019 – Configuración de tipos de paradas (Módulo Maestros)

- **Descripción:** Como administrador, quiero definir categorías de paradas en un mantenedor, para estandarizar su clasificación en toda la planta.
- **Criterios de aceptación:**
 - Se permite crear, editar y deshabilitar tipos de paradas.
 - No es posible eliminar un tipo si ya está en uso en registros históricos.
 - La lista de tipos se actualiza automáticamente en los formularios de paradas.

2. APPM-020 – Comentarios en paradas (Módulo Producción)

- **Descripción:** Como operario, quiero registrar comentarios en cada parada, para detallar observaciones que complementen la clasificación estándar.
- **Criterios de aceptación:**
 - El campo comentarios es opcional, con límite de 200 caracteres.
 - Los comentarios se guardan asociados al registro de parada.
 - Los comentarios deben mostrarse en reportes vinculados a cada evento.

3. APPM-021 – Validación de backlog de mantenimiento preventivo (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como administrador, quiero revisar y gestionar acciones preventivas asociadas a las paradas, para mejorar la continuidad de la operación.
- **Criterios de aceptación:**
 - Cada acción preventiva debe tener un estado (pendiente, en curso, completado).
 - Se debe poder asignar responsable y fecha límite a cada acción.
 - El backlog debe permitir filtrar acciones por estado.

4. APPM-022 – Dashboard paradas vs producción (Módulo Reportes)

- **Descripción:** Como gerente, quiero visualizar un dashboard que muestre la correlación entre paradas y producción real, para identificar su impacto en la eficiencia.

- **Criterios de aceptación:**
 - El dashboard debe mostrar gráficas comparativas de producción y paradas.
 - Se deben poder aplicar filtros por máquina, fecha y turno.
 - Los resultados deben poder exportarse para análisis en otras herramientas.

Ejecución de tareas

- **Backend Developer:** implementó el modelo de datos para tipos de paradas y backlog de mantenimiento, desarrolló APIs para CRUD de mantenedores, y generó servicios para la correlación entre paradas y producción.
- **Frontend Developer:** creó la interfaz de administración de tipos de paradas, actualizó el formulario de paradas con campo de comentarios, diseñó la vista del backlog preventivo y desarrolló gráficos para el dashboard de correlación.
- **DevOps:** configuró despliegues en entorno QA y verificó la seguridad de accesos a los mantenedores y backlog.
- **QA:** validó la correcta actualización de listas de paradas, probó la integración de comentarios en reportes, revisó la gestión de acciones preventivas y verificó la consistencia de los gráficos en el dashboard.
- **Analista Fullstack:** documentó los nuevos procesos, elaboró manuales de uso preliminares y coordinó la aceptación de entregables con Producción, Mantenimiento y Gerencia.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la gestión y manejo de la información registrada, conforme a las historias de usuario abordadas.

En el frontend se implementó un administrador de usuarios con opciones de paginación dentro de un nuevo adaptador tal como se aprecia en la Figura 38:

Figura 38

Adaptador para administración de paradas

```
const state = reactive({
  page: 1,
  size: 10,
  code: "",
  type: ""
});

const rows = ref<any[]>([]);
const totalPages = ref(1);

async function search() {
  const res = await axios.get("/api/stops", { params: state });
  rows.value = res.data.items;
  totalPages.value = res.data.totalPages;
}

async function toggleStatus(row: any) {
  await axios.patch(`/api/stops/${row.id}/status`, { active: !row.active });
  row.active = !row.active;
}

async function exportData() {
  const res = await axios.get("/api/stops/export", {
    params: { code: state.code, type: state.type },
    responseType: "blob"
  });
  const url = URL.createObjectURL(res.data);
  const a = document.createElement("a");
  a.href = url;
  a.download = "stops.csv";
  a.click();
}

onMounted(search);
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

En el backend se desarrollaron métodos dentro de la capa de servicio de paradas con el fin de cumplir con las necesidades del mantenimiento de paradas, tal como se aprecia en la Figura 39:

Figura 39

Capa de servicio de paradas

```
public Page<Stop> list(String code, String type, int page, int size) {
  return repo.search(code, type, PageRequest.of(page - 1, size));
}

public void updateStatus(Long id, boolean active) {
  Stop s = repo.findById(id).orElseThrow();
  s.setActive(active);
  repo.save(s);
}

public String export(String code, String type) {
  var list = repo.search(code, type, PageRequest.of(0, 5000)).getContent();
  StringBuilder sb = new StringBuilder();
  for (Stop s : list) {
    sb.append(s.getCode()).append(",")
      .append(s.getDescription()).append(",")
      .append(s.getStopType()).append(",")
      .append(s.getMachines()).append(",")
      .append(s.getActive()).append("\n");
  }
  return sb.toString();
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados del Sprint Review

En la Sprint Review, el Product Owner y los representantes de Mantenimiento y Producción validaron que la estandarización de tipos de paradas resolvía problemas de dispersión en la información. El backlog de mantenimiento fue considerado un avance estratégico, ya que permitió visualizar acciones pendientes. El dashboard de correlación fue bien recibido, aunque se sugirió que en futuros sprints se incluyeran métricas más visuales de impacto económico.

En la Figura 40 se muestra la interfaz del módulo de configuración de paradas del sistema implementado, utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo está alineado al objetivo específico de gestión y clasificación de eventos por tipo de parada imprevista asociados a determinadas máquinas de producción.

Figura 40
Configuración de tipos de paradas

Soporte TI

GESTIÓN DE PARADAS

AgregarFiltrarExportar

Página 1 de 84

Máximo: 10 filas

< 1 2 3 >

Acción	Código	Descripción	Tipo de parada	Máquinas	Estado
	0838	Espera equipo TK fermentación	Parada No Programada	Pasteurizador Ferm. 2,Pasteurizador Ferm. 1	Activo
	0837	Pasteurizador Homogenizador no genera presión	Parada No Programada	Pasteurizador Ferm. 2,Pasteurizador Ferm. 1	Activo
	0836	Varidos Ajuste de valor de dosificación de enzima	Parada No Programada	Varidos 3,Varidos 2,Varidos 1	Activo
	0835	Esterilizador Alistar para CIP adicional por imprevistos	Parada No Programada	Juguero,APV,Flex 15...	Activo
	0834	Pasteurizador Bomba no envía agua caliente	Parada No Programada	Pasteurizador Ferm. 2,Pasteurizador Ferm. 1	Activo
	0833	Pasteurizador Bomba no envía producto	Parada No Programada	Pasteurizador Ferm. 2,Pasteurizador Ferm. 1	Activo

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la sesión de retrospectiva, el equipo destacó como fortaleza la capacidad de haber podido entregar distintas funcionalidades dentro de un mismo sprint, entre ellas mantenedores, reportes y tableros de control. Como aspecto a mejorar, se identificó la necesidad de fortalecer la optimización de tiempos de carga en los dashboards, dado que algunos usuarios indicaron tener problemas de lentitud al aplicar filtros con un alto volumen de datos.

3.2.5.2.8. Sprint 8

✓ Planificación

Tabla 13

Definición del Sprint Backlog 8 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-023	Diseñar procesos ETL para replicación de datos a base espejo	Backend Developer
2	APPM-023	Implementar jobs de extracción y carga de datos en SQL Server	Backend Developer
3	APPM-023	Configurar notificaciones de error en ejecución de ETL	DevOps
4	APPM-023	Pruebas de consistencia de datos entre MySQL transaccional y SQL Server espejo	QA
5	APPM-023	Documentar proceso ETL y flujo de datos	Analista Fullstack
6	APPM-024	Diseñar datasets para visualización en Power BI	Analista BI
7	APPM-024	Crear dashboards de calidad y rendimiento en Power BI	Analista BI
8	APPM-024	Validar acceso a dashboards solo para usuarios autorizados	QA + BI
9	APPM-024	Pruebas de actualización automática de dashboards	QA
10	APPM-024	Documentación de dashboards en manual de usuario	Analista Fullstack
11	APPM-025	Diseñar modelo de permisos por rol en base de datos	Backend Developer
12	APPM-025	Implementar API para asignación de permisos y accesos	Backend Developer
13	APPM-025	Crear interfaz en frontend para administración de accesos	Frontend Developer
14	APPM-025	Validar restricciones de acceso en módulos críticos	QA
15	APPM-025	Pruebas de seguridad de roles en QA	QA
16	APPM-023/024/025	Configuración y despliegue de ETL, dashboards y accesos en QA	DevOps
17	APPM-023/024/025	Revisión con Product Owner y gerencias involucradas en Sprint Review	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 8 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 8 se llevó a cabo del 7 al 20 de octubre de 2022. La meta de este periodo fue presentar los datos recopilados por el sistema a los usuarios clave y mejorar la seguridad del sistema, a través de la implementación de procesos ETL hacia una base de datos espejo, la implementación de tableros de control en Power BI y el desarrollo de un módulo destinado al control de accesos.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-023 – Administración de ETL (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como analista BI, quiero que existan procesos ETL que repliquen la información de la base de datos transaccional hacia una base de datos espejo, para contar con datos consistentes destinados al análisis.
- **Criterios de aceptación:**
 - Los procesos ETL deben ejecutarse de manera periódica y automática.

- En caso de error, debe generarse una notificación al responsable.
- La información trasladada en la base analítica debe ser tener concordancia con la información alojada en la transaccional.

2. APPM-024 – Dashboards en Power BI (Módulo Reportes)

- **Descripción:** Como analista BI, quiero visualizar KPIs de calidad y rendimiento en Power BI, para explotar la información en tableros interactivos.
- **Criterios de aceptación:**
 - Los dashboards deben incluir métricas de producción, disponibilidad, calidad y rendimiento.
 - Los usuarios autorizados deben poder acceder con sus credenciales corporativas.
 - Los dashboards deben actualizarse automáticamente según la información cargada en la base de datos espejo.

3. APPM-025 – Gestión de accesos (Módulo Maestros)

- **Descripción:** Como administrador, quiero asignar permisos a cada rol de usuario, para asegurar que solo puedan acceder a las funcionalidades correspondientes.
- **Criterios de aceptación:**
 - Se debe poder definir permisos por rol (operario, supervisor, administrador, BI).
 - Los accesos restringidos deben bloquear funciones y vistas en el frontend.
 - Los cambios de permisos deben aplicarse de forma inmediata en el sistema.

Ejecución de tareas

- **Backend Developer:** implementó procesos ETL en SQL Server para cargar datos desde MySQL, desarrolló APIs para la gestión de permisos y configuró endpoints de validación de accesos.
- **Frontend Developer:** construyó la interfaz de gestión de roles y permisos, integró controles de acceso en los distintos módulos y validó restricciones de visibilidad en pantallas.

- **Analista BI:** diseñó datasets de producción y calidad, creó dashboards interactivos en Power BI y ajustó visualizaciones a las métricas definidas por las gerencias.
- **DevOps:** configuró la ejecución automática de procesos ETL, habilitó monitoreo de errores y gestionó la seguridad de accesos a Power BI mediante autenticación corporativa.
- **QA:** verificó la consistencia de datos entre la base de datos transaccional y la base de datos espejo, probó los accesos de usuarios con distintos roles y validó la actualización de los dashboards.
- **Analista Fullstack:** documentó los procesos ETL, elaboró manuales de uso de los dashboards y definió junto al PO la matriz de permisos y roles.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes de orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la gestión de la información registrada, conforme a las historias de usuario abordadas.

En el frontend se implementó un administrador de roles con opciones de paginación dentro de un nuevo adaptador tal como se aprecia en la Figura 41:

Figura 41

Adaptador para administración de roles

```
const state = reactive({
  page: 1,
  size: 10,
  code: "",
  description: ""
});

const rows = ref<any[]>([]);
const totalPages = ref(1);

async function search() {
  const res = await axios.get("/api/roles", { params: state });
  rows.value = res.data.items;
  totalPages.value = res.data.totalPages;
}

async function toggleStatus(row: any) {
  await axios.patch(`/api/roles/${row.id}/status`, { active: !row.active });
  row.active = !row.active;
}

async function exportData() {
  const res = await axios.get("/api/roles/export", {
    params: { code: state.code, description: state.description },
    responseType: "blob"
  });
  const url = URL.createObjectURL(res.data);
  const a = document.createElement("a");
  a.href = url;
  a.download = "roles.csv";
  a.click();
}

onMounted(search);
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

En el backend se desarrollaron métodos dentro de la capa de servicio de usuarios y roles con el fin de cumplir con las necesidades del mantenimiento de roles, tal como se aprecia en la Figura 42:

Figura 42

Capa de servicio de roles

```
public RoleService(RoleRepository repo) {  
    this.repo = repo;  
}  
  
public Page<Role> list(String code, String description, int page, int size) {  
    return repo.search(code, description, PageRequest.of(page - 1, size));  
}  
  
public void updateStatus(Long id, boolean active) {  
    Role r = repo.findById(id).orElseThrow();  
    r.setActive(active);  
    repo.save(r);  
}  
  
public String export(String code, String description) {  
    var list = repo.search(code, description, PageRequest.of(0, 2000)).getContent();  
    StringBuilder sb = new StringBuilder();  
    for (Role r : list) {  
        sb.append(r.getCode()).append(",")  
        .append(r.getDescription()).append(",")  
        .append(r.getSections()).append(",")  
        .append(r.getCreatedAt()).append(",")  
        .append(r.getActive()).append("\n");  
    }  
    return sb.toString();  
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados del Sprint Review

En la Sprint Review, los responsables de Inteligencia de Negocios validaron que los procesos ETL funcionaban correctamente y que los datos en la base de datos espejo eran confiables. Los tableros desarrollados en Power BI fueron valorados de forma positiva, ya que mostraron facilidad para visualizar tendencias e indicadores clave de manera clara e intuitiva. Por su parte, el módulo de gestión de accesos fue evaluado con distintos perfiles de usuario, confirmandose que las restricciones establecidas funcionaban correctamente según lo definido en la solicitud establecida para el periodo de trabajo.

Con respecto al cumplimiento de los objetivos específicos planteados:

- La conformidad del funcionamiento de los procesos ETL responde al objetivo de diseñar procesos de extracción y organización de los datos registrados referentes a los eventos que facilite su posterior análisis.
- En la Figura 43 se muestra la interfaz del módulo de configuración administrativa de roles del sistema implementado, utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo administrativo está alineado al objetivo específico de configuración de roles de usuario.

Figura 43
Gestión de accesos por rol

Soporte TI

Roles						Agregar	Filtrar	Exportar
Página 1 de 2		Máximo: 10 ▼ filas				< 1 2 >		
Código ▼	Descripción ▲	Secciones	Fecha de creación ▲	Estado ▲	Acción			
0012	Supervisor de producción	Inicio,Registro de producción,Gestión de turnos...	19/03/2025	Activo	☒			
0011	Jefe de Mantto	Inicio,Registro de producción,Gestión de turnos...	14/02/2024	Activo	☒			
0010	UX Designér		27/11/2024	Activo	☒			
0009	Jefe de Planta	Inicio,Registro de producción,Gestión de turnos...	11/04/2023	Activo	☒			
0008	Supervisor de mantenimiento	Reporte por turno,Reporte por hora,Reporte por máquina...	11/04/2023	Activo	☒			
0007	Ingeniero de Gestion	Inicio,Registro de producción,Gestión de turnos...	11/04/2023	Activo	☒			
0006	Técnico de Mtto	Gestión de turnos,Reporte por turno,Reporte por hora...	11/04/2023	Activo	☒			
0005	Ingeniero de turno	Inicio,Registro de producción,Gestión de turnos...	06/01/2023	Activo	☒			

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la Retrospectiva, el equipo reconoció como fortaleza la colaboración entre BI, backend y DevOps, lo que permitió integrar los procesos ETL con Power BI de manera fluida. Como punto de mejora, se sugirió optimizar la frecuencia de ejecución de los ETL para equilibrar la necesidad de datos frescos con la carga sobre la base de datos transaccional.

3.2.5.2.9. Sprint 9

✓ Planificación

Tabla 14

Definición del Sprint Backlog 9 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-026	Ampliar modelo de datos para soportar subcomponentes de máquina alsafe	Backend Developer
2	APPM-026	Implementar API para registrar eventos de subcomponentes	Backend Developer
3	APPM-026	Crear interfaz en frontend para selección de subcomponentes	Frontend Developer
4	APPM-026	Validar que cada subcomponente se registre como unidad independiente	Backend Developer + QA
5	APPM-026	Pruebas funcionales de registro de subcomponentes	QA
6	APPM-027	Ampliar modelo de datos para registrar procesos de refinamiento (aldose)	Backend Developer
7	APPM-027	Implementar API para enlazar refinamiento con lote original	Backend Developer
8	APPM-027	Crear formulario en frontend para registrar refinamiento	Frontend Developer
9	APPM-027	Validar trazabilidad de producto refinado hacia lote inicial	QA
10	APPM-027	Pruebas de integración de procesos de refinamiento	QA
11	APPM-028	Diseñar queries específicas para reportes de alsafe y aldose	Backend Developer
12	APPM-028	Implementar API de reportes diferenciados por tipo de máquina	Backend Developer
13	APPM-028	Crear vistas gráficas en frontend para reportes específicos	Frontend Developer
14	APPM-028	Validar reportes con usuarios de planta que operan alsafe y aldose	QA + Analista Fullstack
15	APPM-028	Exportación de reportes específicos a Excel/PDF	QA
16	APPM-026/027/028	Despliegue en entorno QA de nuevas APIs y vistas	DevOps
17	APPM-026/027/028	Documentar casos especiales (alsafe y aldose)	Analista Fullstack
18	APPM-026/027/028	Revisión en Sprint Review con Product Owner y usuarios clave	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 9 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 9 inició formalmente el 21 de octubre y tuvo como fecha de culminación el 3 de noviembre de 2022. Su objetivo fue extender el sistema para cubrir casos especiales de máquinas, como las que poseen subcomponentes internos (alsafe) y las que refinan productos provenientes de otras líneas (aldose). Asimismo, se desarrollaron reportes específicos para estas máquinas, respondiendo a necesidades particulares de producción y supervisión.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-026 – Registro de subcomponentes de máquinas (alsafe) – Módulo Producción

- **Descripción:** Como operario, quiero registrar eventos de producción y paradas en subcomponentes internos de máquinas alsafe, para garantizar trazabilidad detallada.
- **Criterios de aceptación:**
 - Cada subcomponente debe registrarse como unidad independiente.
 - Los eventos deben poder asociarse a la máquina principal.
 - Los reportes deben reflejar tanto la máquina global como sus subcomponentes.

2. APPM-027 – Registro de refinamiento de producto (aldose) – Módulo Producción

- **Descripción:** Como operario, quiero registrar procesos de refinamiento en máquinas aldose, para asegurar trazabilidad del lote original y del refinado.
- **Criterios de aceptación:**
 - El sistema debe permitir enlazar el lote refinado con el lote inicial.
 - Deben registrarse cantidades procesadas y defectuosas.
 - La información debe estar disponible para reportes específicos.

3. APPM-028 – Reportes específicos por máquina (alsafe y aldose) – Módulo Reportes

- **Descripción:** Como supervisor, quiero acceder a reportes diferenciados para máquinas alsafe y aldose, de manera que pueda analizar su desempeño particular.
- **Criterios de aceptación:**
 - Los reportes deben mostrar indicadores adaptados al tipo de máquina específica.
 - Deben incluir producción, paradas y eficiencia por lote.
 - Se debe permitir exportar la información a PDF y Excel.

Ejecución de tareas

- **Backend Developer:** extendió y escaló los modelos de datos para incluir los subcomponentes de Alsafe y los procesos de refinamiento en Aldose, además de desarrollar APIs específicas y consultas especializadas destinadas a la generación de nuevos datos y exportables.
- **Frontend Developer:** adaptó formularios para registrar eventos en subcomponentes, habilitó la opción de enlazar lotes refinados y diseñó vistas diferenciadas para reportes especiales.
- **DevOps:** se encargó de realizar ajustes en los recursos de la base de datos de los diferentes entornos para garantizar el soporte a un mayor volumen de registros involucrados en el periodo de trabajo.
- **QA:** llevó a cabo pruebas funcionales utilizando escenarios realistas de las máquinas Alsafe y Aldose, además de validar la trazabilidad entre los distintos lotes y comprobar la consistencia de los reportes generados y exportados por el sistema.
- **Analista Fullstack:** se encargó de documentar las características específicas de las máquinas añadidas en el presente periodo de trabajo, elaboró manuales de uso dirigidos a operarios y supervisores, y coordinó con el área de Producción el proceso de validación correspondiente.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes de orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la exposición de la información solicitada, conforme a las historias de usuario abordadas.

En el frontend se implementó una vista para mostrar y exportar los datos de eventos obtenidos de las máquinas desde el backend tal como se aprecia en la Figura 44:

Figura 44

Adaptador para ver y exportar eventos

```
const filters = reactive({
  machineId: null,
  turnId: null,
  activity: null,
  eventType: null,
  startDate: "2025-07-11",
  endDate: "2025-07-18"
});

const rows = ref<any[]>([]);

async function search() {
  const res = await axios.get("/api/event", { params: filters });
  rows.value = res.data;
}

async function exportData() {
  const res = await axios.get("/api/event/export", {
    params: filters,
    responseType: "blob"
  });
  const url = URL.createObjectURL(res.data);
  const a = document.createElement("a");
  a.href = url;
  a.download = "events.csv";
  a.click();
}

onMounted(search);
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

En el backend se desarrolló un método en la capa de eventos para exponer los datos tal y como los requiere el reporte específico tal como se aprecia en la Figura 45:

Figura 45

Capa de servicios de eventos

```
private final EventRepository repo;

public EventService(EventRepository repo) {
  this.repo = repo;
}

public List<Event> list(FilterRequest req) {
  return repo.search(
    req.machineId(),
    req.turnId(),
    req.activity(),
    req.eventType(),
    req.startDate(),
    req.endDate()
  );
}
```

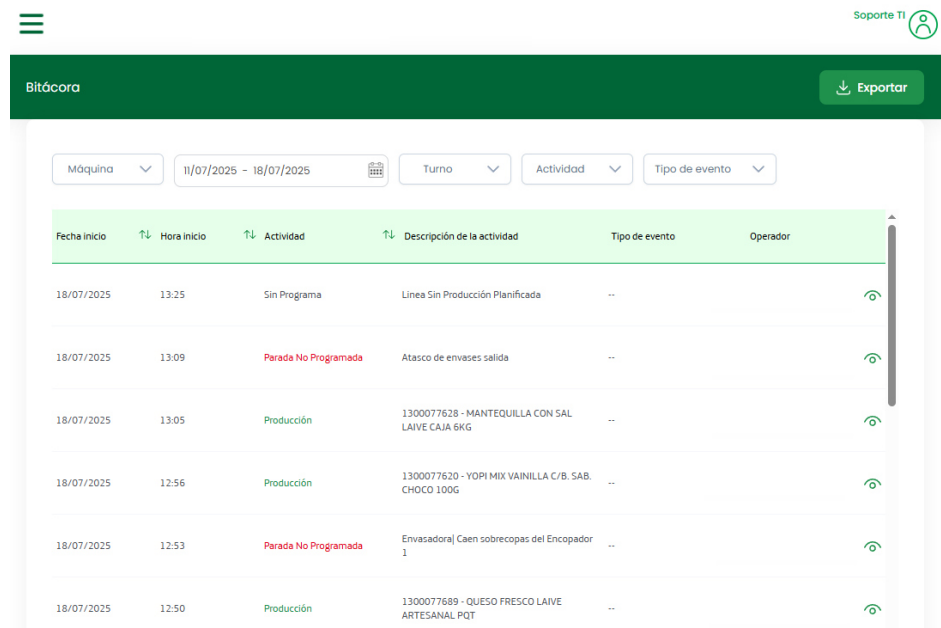
Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados del Sprint Review

En la Sprint Review, los supervisores de planta confirmaron que el registro en subcomponentes alsafe aportaba mayor detalle en la trazabilidad. La funcionalidad de enlazar lotes en aldose fue destacada como crítica para el control de calidad. Los reportes específicos fueron validados, aunque se solicitó que en siguientes versiones se incorporen gráficos comparativos entre subcomponentes.

En la Figura 46 se muestra la interfaz del módulo de reportes del sistema implementado, puntualmente el reporte específico por máquina utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo está alineado al objetivo específico de adaptación del sistema para considerar máquinas con características particulares (máquinas que no son productivas como tal, sino refinadoras, empaquetadores, envasadoras o dosificadoras) para el aseguramiento del registro adecuado de todos los eventos de producción.

Figura 46
Reporte específico por máquina



The screenshot shows a web application interface for a 'Bitácora' (logbook). At the top, there is a green header bar with a hamburger menu icon on the left, the text 'Bitácora' in the center, and a 'Soporte TI' link with a user icon on the right. Below the header, there is a filter bar with dropdown menus for 'Máquina', a date range '11/07/2025 - 18/07/2025', and buttons for 'Turno', 'Actividad', and 'Tipo de evento'. An 'Exportar' button is also present. The main content is a table with the following columns: 'Fecha inicio', 'Hora inicio', 'Actividad', 'Descripción de la actividad', 'Tipo de evento', and 'Operador'. The table contains six rows of data, including planned production, unplanned stops, and actual production events.

Fecha inicio	Hora inicio	Actividad	Descripción de la actividad	Tipo de evento	Operador
18/07/2025	13:25	Sin Programa	Linea Sin Producción Planificada	--	
18/07/2025	13:09	Parada No Programada	Atasco de envases salida	--	
18/07/2025	13:05	Producción	1300077628 - MANTEQUILLA CON SAL LAIVE CAJA 5KG	--	
18/07/2025	12:56	Producción	1300077620 - YOPI MIX VAINILLA C/B. SAB. CHOCO 100G	--	
18/07/2025	12:53	Parada No Programada	Envasadora Caen sobrecopas del Encopador 1	--	
18/07/2025	12:50	Producción	1300077689 - QUESO FRESCO LAIVE ARTESANAL PQT	--	

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la Retrospectiva, el equipo resaltó como fortaleza la capacidad de adaptar el sistema a escenarios complejos de producción sin comprometer la estabilidad de los módulos existentes. Como punto de mejora, se sugirió optimizar las consultas de reportes, ya que en pruebas con grandes volúmenes de datos se observaron tiempos de respuesta prolongados.

3.2.5.2.10. Sprint 10

✓ Planificación

Tabla 15

Definición del Sprint Backlog 10 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-029	Creación y mantenimiento de tipología de eventos adicionales	Analista Backend + Frontend
2	APPM-029	Asociación de tipos de eventos adicionales por máquina	Analista Fullstack + Frontend
3	APPM-029	Visualización de tipos de eventos adicionales en registro de producción	Analista Fullstack + Frontend
4	APPM-029	Incluir tipología en reporte de bitácora	Analista Fullstack + Frontend
5	APPM-030	Crear APIs capaces de soportar peticiones y respuestas dinámicas para el manejo y despliegue de formularios dinámicos	Analista Backend
6	APPM-030	Definición de formularios dinámicos por tipo de evento	Analista Fullstack + Frontend
7	APPM-030	Registro de eventos adicionales por el operario	Analista Fullstack + Frontend
8	APPM-030	Consulta y seguimiento de eventos adicionales	Analista Backend + Frontend
9	APPM-030	Control de permisos y roles de registro	Analista Backend + Frontend
10	APPM-031	Diseñar query para cálculo de productividad por máquina (mensual)	Backend Developer
11	APPM-031	Implementar API de reporte histórico de productividad	Backend Developer
12	APPM-031	Crear vista en frontend para reportes históricos comparativos	Frontend Developer
13	APPM-031	Validar tendencia de productividad de últimos 6 meses	QA
14	APPM-031	Exportar reporte histórico a PDF y Excel	QA
15	APPM-029/030/031	Configuración de despliegue en entorno QA	DevOps
16	APPM-029/030/031	Documentación de capacitaciones y reporte histórico	Analista Fullstack
17	APPM-029/030/031	Presentación en Sprint Review con Product Owner y usuarios clave	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 10 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 10 tuvo como fecha inicial el 4 de noviembre y su finalización se dio el 17 de noviembre de 2022. Su objetivo fue preparar a los usuarios para la adopción del sistema mediante la capacitación de usuarios clave y finales, además de fortalecer la capacidad analítica con un reporte de productividad por máquina. Con ello, se buscó garantizar tanto la apropiación de la herramienta por parte de la organización como la posibilidad de analizar el desempeño de la planta en el mediano plazo.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-029 – Gestión de tipos de eventos adicionales (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como operario, quiero visualizar y seleccionar los tipos de eventos adicionales asociados a la máquina en la que trabajo, con el fin de registrar correctamente las incidencias o situaciones especiales que se

presentan durante la jornada y asegurar que la información sea registrada de manera estandarizada en el sistema.

- **Criterios de aceptación:**

- El sistema debe mostrar únicamente los tipos de eventos adicionales configurados para la máquina asignada al operario.
- Cada tipo de evento debe estar claramente identificado con su descripción y categoría (por ejemplo, mantenimiento, limpieza, ajuste, etc.).
- El operario debe poder seleccionar el tipo de evento desde una lista desplegable o panel visual antes de iniciar el registro.
- Los tipos de evento deben estar disponibles en tiempo real, según las configuraciones definidas en el módulo maestro.
- El sistema debe confirmar visualmente el registro y asociarlo automáticamente a la máquina, fecha, hora y usuario que lo reporta.

2. APPM-030 – Gestión de eventos adicionales (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como operario, quiero registrar formularios específicos según el tipo de evento adicional que se presente en mi máquina, para documentar los detalles de la incidencia y contribuir al análisis posterior de causas y mejoras operativas.

- **Criterios de aceptación:**

- El sistema debe mostrar formularios dinámicos adaptados al tipo de evento seleccionado (por ejemplo: mantenimiento, ajuste o parada no planificada).
- Cada formulario debe contener campos predefinidos y validados, como hora de inicio, causa, acciones realizadas y observaciones.
- El operario debe poder completar y enviar el formulario desde su dispositivo sin necesidad de cambiar de pantalla o módulo.
- Las respuestas deben guardarse en una base de datos estandarizada, registrando usuario, máquina, fecha y hora.
- Al finalizar el registro, el sistema debe mostrar una notificación de éxito y bloquear el reenvío duplicado del mismo evento.

- Los formularios completados deben poder consultarse posteriormente en modo lectura, para revisión del supervisor o ingeniero.

3. APPM-031 – Reporte de productividad por máquina (Módulo Reportes)

- **Descripción:** Como gerente, quiero acceder a reportes de productividad por máquina, para comparar resultados entre meses y detectar tendencias.
- **Criterios de aceptación:**
 - El sistema debe mostrar gráficos de tendencia en los últimos 6 meses.
 - Se deben poder aplicar filtros por máquina, línea y rango de fechas.
 - El reporte debe exportarse en PDF y Excel.

Ejecución de tareas

- **Analista Fullstack:** elaboró manuales de usuario, guías rápidas y material de capacitación para usuarios clave y finales.
- **Scrum Master y Analista Fullstack:** dictaron sesiones presenciales y virtuales de capacitación, atendiendo preguntas y documentando retroalimentación.
- **Backend Developer:** diseñó consultas SQL para obtener productividad por máquina y desarrolló la API para su consumo.
- **Frontend Developer:** desarrolló la interfaz gráfica destinada a la visualización de reportes históricos, incorporando gráficos comparativos y filtros avanzados que facilitan el análisis de la información.
- **QA:** verificó que el cálculo de las tendencias de productividad sea correcto, comprobó que las exportaciones en formatos PDF y Excel sigan los lineamientos definidos, y participó en el proceso de validación junto a los usuarios durante las sesiones de capacitación.
- **DevOps:** garantizó la disponibilidad y estabilidad del sistema tanto en los entornos de prueba como en los de producción durante el desarrollo de las sesiones de capacitación.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la exposición de la información solicitada, conforme a las historias de usuario abordadas.

En el frontend se implementó una vista con datos estadísticos los cuales son solicitados al backend tal como se aprecia en la Figura 47:

Figura 47

Petición de datos del reporte de máquinas

```
const filters = reactive({
  plantId: null,
  machineId: null,
  date: "2025-06-18",
  turnId: 1
});

const machines = ref<any[]>([]);

async function loadReport() {
  const res = await axios.get("/api/reports/machine", { params: filters });
  machines.value = res.data;
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

En el backend se modularizó la construcción del cuerpo del formato del reporte y posteriormente se incorporó el envío de los datos requeridos al solicitante, tal y como se observa en la Figura 48:

Figura 48

Obtención de datos del reporte de máquina

```
private final ProductionEventRepository repo;

public MachineReportService(ProductionEventRepository repo) {
  this.repo = repo;
}

public List<MachineReportDto> build(String plantId, Long machineId, LocalDate date, Long turnId) {
  var events = repo.findByPlantAndMachineAndDateAndTurn(plantId, machineId, date, turnId);
  return MachineReportMapper.map(events);
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

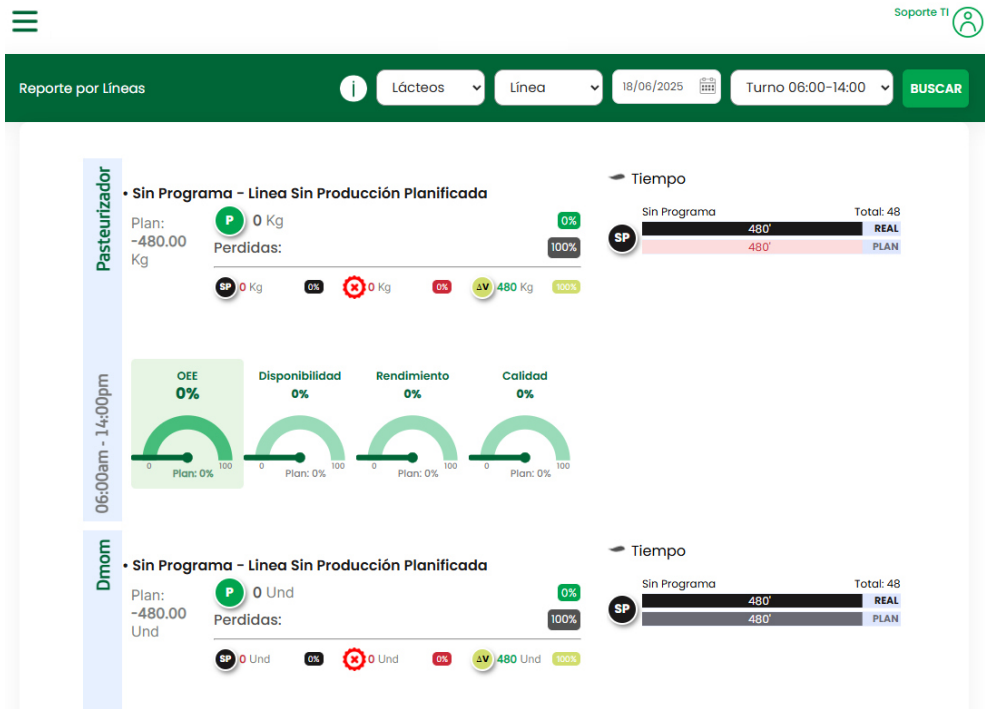
Resultados del Sprint Review

Durante la sesión, los operarios confirmaron que la plataforma se extendió de manera natural, ya que los nuevos tipos adicionales se adaptaron bien a las pantallas que ya estaban acostumbrados a visualizar, a su vez confirmaron que la toma de datos implementada ofrecía flexibilidad para abarcar la totalidad de los datos que ellos consideren cada máquina. Por su parte, el reporte de productividad por máquina fue revisado y validado por la gerencia de producción, que resaltó su valor para el análisis de tendencias y la planificación de la producción a futuro.

En la Figura 49 se muestra la interfaz del módulo de reportes del sistema implementado, puntualmente el reporte de productividad por máquina utilizada durante la validación de

los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo de reportes está alineado al objetivo específico de consolidación de la información de los eventos de producción en distintos rangos de tiempo, en este caso el reporte filtra la información por planta de operación, máquina, fecha y turno, cada segmento muestra una máquina, cuatro velocímetros de los indicadores de calidad, rendimiento y OEE de dicha máquina, los cuales se pintan de verde o rojo dependiendo de si se alcanzó el mínimo porcentaje planificado, adicionalmente se muestran indicadores numéricos de las cantidades producidas y las cantidades que dejaron de producirse por producto de alguna parada, las cuales a su vez se muestran en el apartado derecho en forma de gráficos de barra horizontales agrupados por tipo de parada.

Figura 49
Reporte de productividad por máquina



Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la sesión de retrospectiva, el equipo destacó el nivel de modularidad con la cuál fue construida la arquitectura del sistema, ya que fue posible extender el sistema hacia funcionalidades que son particulares de algunas máquinas sin que ello conlleve a cambios drásticos o retrabajos, en ese sentido se invitó al equipo de desarrollo a continuar trabajando bajo esa línea de desarrollo siguiendo buenas prácticas.

3.2.5.2.11. Sprint 11

✓ Planificación

Tabla 16

Definición del Sprint Backlog 11 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-032	Configurar cuestionarios por máquina	Backend / Frontend Developer
2	APPM-032	Registrar respuestas de cuestionario	Backend / Frontend Developer
3	APPM-032	Analizar resultados y causas comunes	Backend / Frontend Developer
4	APPM-032	Definir y dar seguimiento a planes de acción	Backend / Frontend Developer
5	APPM-033	Diseñar matriz de permisos por rol (operario, supervisor, administrador, analista BI)	Analista Fullstack
6	APPM-033	Configurar reglas de acceso en backend para cada rol	Backend Developer
7	APPM-033	Implementar pruebas automatizadas de control de accesos	QA
8	APPM-033	Validar restricciones de acceso en frontend (UI)	Frontend Developer
9	APPM-033	Ejecutar pruebas de seguridad (intentos de acceso indebido)	QA
10	APPM-034	Diseñar query consolidada de calidad por línea y periodo	Backend Developer
11	APPM-034	Implementar API para informe consolidado de calidad	Backend Developer
12	APPM-034	Crear reporte en frontend con exportación a PDF y Excel	Frontend Developer
13	APPM-034	Validar consistencia de métricas de calidad con supervisores	QA
14	APPM-032/033/034	Configuración de despliegue de pruebas y reportes en entorno QA	DevOps
15	APPM-032/033/034	Documentación de pruebas integrales, seguridad y calidad consolidada	Analista Fullstack
16	APPM-032/033/034	Revisión en Sprint Review con Product Owner y usuarios clave	Scrum Master + Equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 11 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 11 se llevó a cabo entre el 18 de noviembre y el 1 de diciembre de 2022. El propósito de este ciclo fue fortalecer la solución mediante la ejecución de pruebas integrales end-to-end, la validación de los mecanismos de seguridad y de los roles de usuario, así como la elaboración de un informe consolidado de calidad. Esto con el objetivo de asegurar la confiabilidad de los flujos del sistema, la garantía en el control de accesos y la generación de reportes que respaldaran la gestión de la calidad.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-032 – Análisis de causas (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como ingeniero de planta, deseo identificar las causas más frecuentes de paradas a partir de los cuestionarios aplicados a cada máquina, con el propósito de definir planes de acción preventivos dirigidos a disminuir las incidencias y optimizar la eficiencia operativa.

- **Criterios de aceptación:**
 - El módulo debe posibilitar la consulta de resultados de los cuestionarios aplicados a cada máquina, agrupando las causas más frecuentes por caso para facilitar su gestión posterior.
 - Dicho módulo debe incluir filtros dinámicos máquina, turno y periodo, para simplificar el análisis comparativo.
 - El usuario tendrá la posibilidad de generar reportes, tanto gráficos como tabulares, que presenten las causas críticas y su nivel de impacto.
 - A partir del análisis realizado, el sistema deberá ofrecer la opción de definir planes de acción asociados a las causas identificadas, permitiendo asignar responsables y establecer fechas de atención.

2. APPM-033 – Validación de seguridad y roles (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como administrador, quiero validar que los roles de usuario (operario, supervisor, administrador y BI) tengan acceso solo a las funcionalidades correspondientes, para proteger la información organizacional de accesos no deseados.
- **Criterios de aceptación:**
 - La matriz de permisos debe estar definida y documentada.
 - Los accesos restringidos deben bloquear funciones y pantallas no autorizadas.
 - El sistema debe registrar intentos de acceso indebido.

3. APPM-034 – Reporte de producción por horas (Módulo Reportes)

- **Descripción:** Como gerente, quiero acceder a un reporte detallado por línea de producción y por hora, para evaluar el detalle de lo acontecido en las máquinas.
- **Criterios de aceptación:**
 - El informe debe mostrar métricas de calidad agrupadas por periodo y línea.
 - Debe poder exportarse a PDF y Excel.
 - Los cálculos deben coincidir con los registros históricos en la base de datos espejo.

Ejecución de tareas

- **QA:** definió casos de prueba end-to-end, ejecutó validaciones completas en QA y documentó los resultados con capturas y métricas de cobertura.
- **Backend Developer:** construyó APIs para manejo del análisis de causas y configuró controles de seguridad en las APIs, implementó validaciones de permisos y creó endpoints para el informe consolidado de calidad.
- **Frontend Developer:** creó la interfaz para la matrícula y respuestas de las encuestas del análisis de causas y ajustó la interfaz para reflejar restricciones de accesos según rol y diseñó la vista del informe de calidad con opciones de exportación.
- **DevOps:** configuró pruebas automatizadas de seguridad, validó despliegues con roles diferenciados y ajustó la infraestructura para las pruebas integrales.
- **Analista Fullstack:** documentó la matriz de roles y permisos, redactó guías de usuario para accesos restringidos y validó junto al Product Owner el contenido del informe de calidad.

Como parte de la implementación realizada durante este sprint, se desarrollaron componentes de orientados a la gestión administrativa de máquinas. A continuación, se presentan fragmentos representativos de la lógica implementada, los cuales ilustran la exposición de la información solicitada, conforme a las historias de usuario abordadas.

En el frontend se implementó una vista con datos estadísticos los cuales son solicitados al backend tal como se aprecia en la figura consiguiente:

Figura 50

Petición de datos del reporte por horas

```
const filters = reactive({
  machineId: 1,
  date: "2025-06-18",
  turnId: 1
});

const hours = ref<any[]>([]);

async function loadHourlyReport() {
  const res = await axios.get("/api/reports/hourly", { params: filters });
  hours.value = res.data;
}
```

Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

Desde el backend se modularizó la construcción del cuerpo del formato del reporte y luego se incorporó el envío de los datos requeridos al solicitante, tal y como se observa en la siguiente imagen:

Figura 51

Obtención de datos del reporte por horas

```
private final ProductionEventRepository repo;

public HourlyReportService(ProductionEventRepository repo) {
    this.repo = repo;
}

public List<HourlyReportDto> build(String machineId, LocalDate date, Long turnId) {
    var events = repo.findByLineAndDateAndShift(machineId, date, turnId);
    return HourlyReportMapper.map(events);
}
```

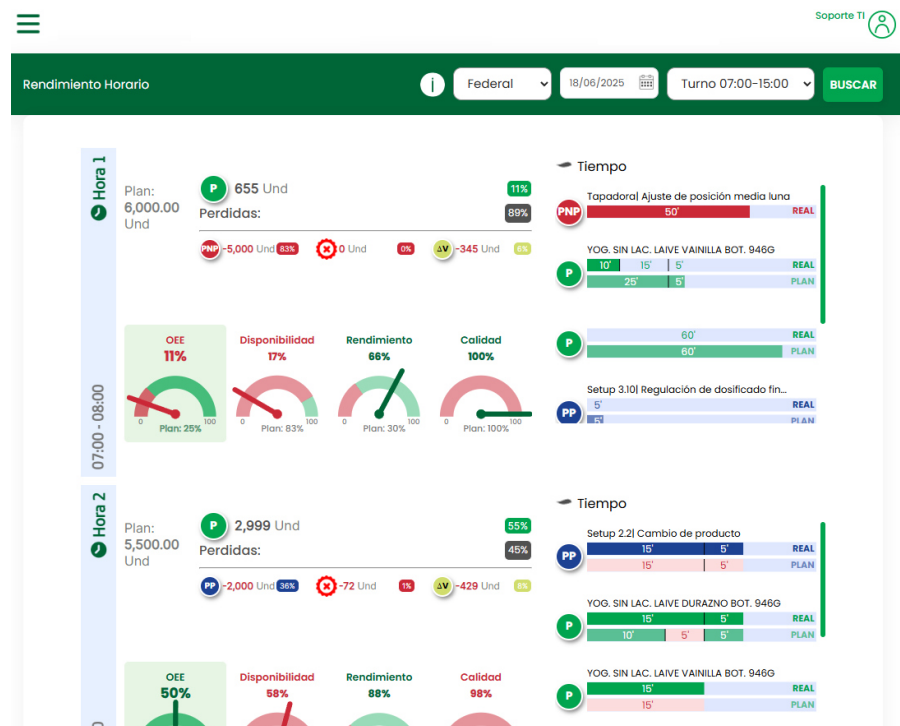
Fuente: Extraído del Proyecto, 2025

Resultados del Sprint Review

Durante la Sprint Review, los usuarios clave validaron la ejecución de los flujos end-to-end y confirmaron que el sistema respondía adecuadamente bajo escenarios integrales. La validación de roles fue especialmente destacada por el área de Sistemas, ya que garantizó la seguridad del acceso a la información. El informe consolidado de calidad fue bien recibido por gerencia, que lo consideró una herramienta fundamental para el control de estándares de producción.

En la Figura 52 se muestra la interfaz del módulo de reportes del sistema implementado, puntualmente el reporte de productividad por horas utilizada durante la validación de los flujos funcionales presentados en este sprint. Este módulo de reportes está alineado al objetivo específico de consolidación de la información de los eventos de producción en distintos rangos de tiempo, en este caso el reporte segmenta la información por máquina, fecha y turno, cada segmento muestra una hora específica, cuatro velocímetros de los indicadores de calidad, rendimiento y OEE de dicha máquina en una determinada hora, los cuales se pintan de verde o rojo dependiendo de si se alcanzó el mínimo porcentaje planificado, adicionalmente se muestran indicadores numéricos de las cantidades producidas y las cantidades que dejaron de producirse por producto de alguna parada, las cuales a su vez se muestran en el apartado derecho en forma de gráficos de barra horizontales agrupados por tipo de parada, las cuales a su vez están siendo comparados con lo planificado por el ingeniero a cargo.

Figura 52
Reporte de producción por horas



Fuente: Extraído del Proyecto, 2025.

Resultados de la Retrospectiva

En la Retrospectiva, el equipo resaltó como positivo el alto nivel de colaboración entre QA, backend y frontend, lo que permitió cubrir todos los escenarios en las pruebas integrales. Como punto de mejora, se planteó automatizar un mayor número de pruebas de seguridad para disminuir el esfuerzo manual en sprints futuros y garantizar la escalabilidad del sistema.

3.2.5.2.12. Sprint 12

✓ Planificación

Tabla 17

Definición del Sprint Backlog 12 (Empresa Productora, 2022)

Tarea	Historia	Tarea	Responsable
1	APPM-035	Redactar documentación de arquitectura de software (diagramas y capas)	Analista Fullstack
2	APPM-035	Documentar APIs y contratos de servicios (REST, ETL)	Backend Developer
3	APPM-035	Redactar manuales de usuario por módulo (Producción, Gestión, Reportes, Maestros)	Analista Fullstack + QA
4	APPM-035	Generar guías rápidas para operarios y supervisores	Analista Fullstack + QA
5	APPM-036	Redactar manuales de usuario por módulo (Producción, Gestión, Reportes, Maestros)	Analista Fullstack + QA
6	APPM-036	Generar guías rápidas para usuarios clave, operarios y supervisores	Analista Fullstack + QA
7	APPM-036	Validar manuales funcionales con usuarios clave	QA + Product Owner
8	APPM-037	Diseñar plan de soporte (canales de atención, niveles de prioridad, tiempos de respuesta)	Analista Fullstack
9	APPM-037	Definir responsables de soporte post-producción	Product Owner + DevOps
10	APPM-037	Documentar plan de continuidad operativa y recuperación ante fallas	DevOps
11	APPM-038	Redactar borrador del acta de cierre del proyecto	Scrum Master
12	APPM-038	Validar acta con stakeholders y recoger firmas	Scrum Master + Product Owner
13	APPM-035/036/037/038	Compilar todos los entregables en repositorio central (Confluence / SharePoint)	Analista Fullstack
14	APPM-035/036/037/038	Presentar documentación final y acta en Sprint Review	Scrum Master + Equipo
15	APPM-035/036/037/038	Cierre formal del proyecto con retrospectiva final	Scrum Master + Todo el equipo

Nota. La tabla nos muestra las tareas correspondientes al Sprint 12 del proyecto.

Ejecución y control

El Sprint 12 se desarrolló entre el 2 y el 15 de diciembre de 2022. El objetivo de este ciclo final fue planificar y ejecutar (Ver Anexos 7 y 8) el último pase a producción de la plataforma, entregar los documentos técnicos y funcionales, definir un plan de soporte y continuidad, y formalizar el cierre del proyecto. Este sprint marcó la culminación de la implementación, asegurando que el sistema quedara documentado, soportado y validado para su uso a largo plazo en la organización.

Historias de usuario abordadas

1. APPM-035 – Documentación técnica y funcional (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como equipo de proyecto, conformado por administradores de sistemas y usuarios finales, quiero disponer de la documentación

técnica y funcional completa del sistema, que incluya desde la arquitectura y despliegues hasta los manuales de uso por módulo, con el propósito de garantizar la mantenibilidad, el soporte y la correcta operación de la plataforma a lo largo del tiempo.

- **Criterios de aceptación:**

- Debe incluir diagramas de arquitectura, modelos de datos y contratos de servicios del backend (swagger).
- Deberá incluir manuales o guías detalladas para el despliegue del sistema usando contenedores y en entornos de Google Cloud Platform (GCP).
- Debe validarse con el equipo técnico antes de la entrega final.
- Manuales para Producción, Gestión, Reportes y Maestros.
- Guías rápidas con ejemplos prácticos.
- Validación con usuarios clave y Product Owner.

2. APPM-036 – Capacitación de usuarios (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como Product Owner, deseo planificar y llevar a cabo capacitaciones dirigidas tanto a los usuarios clave como a los usuarios finales, con el fin de garantizar que todo el personal comprenda el funcionamiento del sistema, valide sus funcionalidades y lo utilice de manera adecuada en sus actividades diarias.

- **Criterios de aceptación:**

- Manuales para Producción, Gestión, Reportes y Maestros.
- Guías rápidas con ejemplos prácticos.
- Validación con usuarios clave y Product Owner.

3. APPM-037 – Plan de soporte y continuidad (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como gerente, deseo contar con un plan de soporte y continuidad que asegure la atención oportuna de incidentes y permita una recuperación eficiente del sistema en caso de presentarse fallas.

- **Criterios de aceptación:**

- Se deben realizar sesiones prácticas diferenciadas según el perfil del participante:

- Usuarios clave: la capacitación deberá centrarse en la configuración de maestros, la gestión de la producción y el manejo de reportes.
- Usuarios finales: la formación debe enfocarse en el uso operativo del sistema, apoyándose en guías rápidas y manuales básicos.
- Las sesiones de capacitación deberán llevarse a cabo en un entorno simulado o de prueba, utilizando escenarios comunes de la operación en planta.
- Cada sesión de capacitación deberá incluir actividades prácticas de validación y una evaluación para comprobar la correcta comprensión de los participantes.
- Deberá existir un registro de participación de los asistentes, acompañado por la retroalimentación proporcionada por los mismos.
- Todo el material de capacitación, incluyendo presentaciones, guías, manuales y registros, deberá almacenarse en un repositorio accesible exclusivamente al personal autorizado.

4. APPM-038 – Acta de cierre del proyecto (Módulo Gestión)

- **Descripción:** Como Product Owner, deseo contar con un acta de cierre que consolide los entregables trabajados hasta el momento y recoja los principales aprendizajes obtenidos, con el fin de formalizar la conclusión del proyecto (ver Anexo 9).
- **Criterios de aceptación:**
 - Incluir el listado de funcionalidades implementadas.
 - Incorporar conclusiones y recomendaciones.
 - Firmas de aceptación de stakeholders clave.

Ejecución de tareas

- **Analista Fullstack:** elaboró la documentación técnica y funcional del proyecto, organizando los entregables en manuales y diagramas actualizados.
- **Backend Developer:** registró la documentación de las APIs y de los procesos ETL creados y verificó los diagramas de arquitectura.

- **Frontend Developer:** diseñó ejemplos casos de uso comunes dentro de los manuales funcionales dirigidos a operarios y supervisores.
- **DevOps:** elaboró la guía de despliegue y continuidad operativa, incorporando procedimientos de respaldo y recuperación del sistema a versiones anteriores.
- **Scrum Master:** redactó el acta de cierre del proyecto y coordinó la firma de conformidad con los principales stakeholders.
- **QA:** comprobó que los manuales muestren las funcionalidades en el sistema tal y como se vinieron implementando a lo largo de los sprints.

Resultados del Sprint Review

Durante la Sprint Review, se presentaron los documentos técnicos y funcionales a las áreas de Producción, Sistemas e Inteligencia de Negocios, las cuales validaron su utilidad. Por su parte, los usuarios clave manifestaron que las sesiones de capacitación les permitieron familiarizarse con los módulos más importantes y sentirse preparados para brindar soporte a sus equipos correspondientes. Asimismo, tanto los operarios como el personal administrativo que participaron en dichas sesiones confirmaron que el sistema resultaba bastante intuitivo de utilizar. El plan de soporte fue aprobado por la gerencia, destacando la claridad en los tiempos de atención definidos. Finalmente, el acta de cierre fue firmada, formalizando la aceptación del sistema como un producto terminado y entregado.

Resultados de la Retrospectiva

En la retrospectiva final, el equipo mostró satisfacción de lograr los objetivos planteados en el proyecto y la aceptación expresada por los usuarios clave respecto al mismo. Se reconoció como principal fortaleza el trabajo colaborativo entre las áreas involucradas y la necesidad de integrar a los usuarios desde las etapas iniciales del desarrollo como aprendizaje importante a tomar en cuenta en futuros proyectos digitales. Además, se acordó programar sesiones periódicas de mejora continua como parte del soporte posterior a la implementación.

3.2.5.2.13. Cierre del Proyecto

La etapa de cierre formalizó la culminación del proyecto y tuvo como objetivo principal consolidar los resultados obtenidos a lo largo de los doce sprints, asegurar la transferencia de conocimiento a través de documentación estándar y definir los requisitos básicos para garantizar la continuidad de la solución a lo largo del tiempo.

Durante esta etapa, se llevaron a cabo actividades enfocadas en tres puntos importantes:

1. Validación final de entregables

- Se llevó a cabo una revisión integral de todos los módulos desarrollados: Registro de producción, Gestión de producción, Reportes y Configuración de maestros.
- El Product Owner confirmó que las funcionalidades cumplían con los objetivos planteados en el backlog inicial.
- Se levantó un acta de aceptación donde se documentaron los entregables confirmados y se registraron observaciones menores que se canalizarían como mejoras evolutivas.

2. Formalización documental y transferencia de conocimientos

- Se entregaron los manuales técnicos y funcionales, junto con los diagramas de arquitectura, flujos ETL y la matriz de roles y permisos.
- El equipo de desarrollo y QA participó en sesiones de transferencia de conocimientos dirigidas al personal de soporte, para asegurar que la organización cuente con la capacidad de mantener y evolucionar la solución.
- Se elaboraron guías de operación y continuidad que quedaron alojadas en el repositorio central de la empresa.

3. Definición de plan de soporte y continuidad operativa

- Se estableció un plan de soporte post implementación con niveles de atención y tiempos de respuesta diferenciados según la criticidad de los incidentes.
- Se definieron responsables y un flujo de escalamiento hacia áreas especializadas (Infraestructura, Desarrollo o BI).
- Se elaboró la documentación correspondiente a las estrategias de recuperación en caso de fallos, incorporando para ello procedimientos de

respaldo, recuperación de la base de datos y restauración de despliegues anteriores (rollback).

Como último paso, se elaboró el acta de cierre del proyecto, la cual fue firmada por los principales stakeholders, formalizando el cumplimiento y aceptación tanto del objetivo principal como de los objetivos específicos definidos inicialmente. Este documento incluye un resumen de los resultados obtenidos, los aprendizajes adquiridos como equipo y una serie de recomendaciones a tomar en cuenta en futuras iniciativas de integración con herramientas digitales.

Adicionalmente, esta fase permitió asegurar la puesta en producción del sistema, así como la existencia del soporte técnico y documental necesario para su continuidad, garantizando que el esfuerzo realizado se traduzca en un beneficio sostenible para la empresa a largo plazo.

3.3. EVALUACIÓN

3.3.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA / EVALUACIÓN COSTO BENEFICIO

3.3.1.1. Costos de Recursos Humanos

Tabla 18

Costos de Recursos Humanos

Recursos Humanos	Cant. Meses	Costo x Mes (S/.)	Costo Total (S/.)
Analista Programador Fullstack	6	S/. 6,000	S/. 36,000
Desarrollador Backend	6	S/. 5,000	S/. 30,000
Desarrollador Frontend	6	S/. 4,500	S/. 27,000
Analista QA	6	S/. 4,000	S/. 24,000
Ingeniero DevOps	6	S/. 5,000	S/. 30,000
Scrum Master	6	S/. 6,000	S/. 36,000
Total Costos RRHH			S/. 183,000

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2. Costos de Infraestructura

Tabla 19

Costos de Infraestructura

Infraestructura (GCP)	Cantidad	Costo mensual (S/.)	Meses	Costo Total (S/.)
Instancias Compute Engine (aplicación en contenedores)	2	S/. 1,000	6	S/. 12,000
Cloud SQL – MySQL (base de datos transaccional)	1	S/. 800	6	S/. 4,800
SQL Server (base de datos espejo para ETL/BI)	1	S/. 1,200	6	S/. 7,200
Almacenamiento en Buckets (logs y respaldos)	1	S/. 300	6	S/. 1,800
Networking (balanceador de carga, transferencia datos)	1	S/. 500	6	S/. 3,000
Total Costos Infraestructura				S/. 28,800

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.3. Costos de Software / Licencias

Tabla 20

Costos de Software

Software/Licencia	Licencia	Cantidad	Meses	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Java Spring Boot	Libre	1	6	S/. 0	S/. 0
Vue 3	Libre	1	6	S/. 0	S/. 0
Docker	Libre	1	6	S/. 0	S/. 0
MySQL	Libre	1	6	S/. 0	S/. 0
Jira (gestión ágil)	Licencia corporativa	1	6	S/. 0	S/. 0
Power BI (incluido en Office)	Licencia corporativa	1	6	S/. 0	S/. 0
Total Costos Software					S/. 0

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.4. Costos Totales Directos

Tabla 21

Costos totales directos

Tipo de Costo	Costo Total (S/.)
Costos de RRHH	S/. 183,000.00
Costos de Infraestructura	S/. 28,800.00
Costos de Software	S/. 0.00
Total Costos Directos	S/. 211,800.00

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.5. Gastos Generales

Tabla 22

Gastos Generales

Gastos Generales	Costo Total (S/.)
Energía eléctrica (uso oficinas/servidores)	S/. 1,200.00
Internet corporativo	S/. 1,000.00
Licencias de antivirus (6 laptops + 1 servidor)	S/. 240.00
Dominio web y hosting corporativo	S/. 300.00
Materiales de oficina y logística	S/. 500.00
Otros (imprevistos, soporte adicional)	S/. 500.00
Total Gastos Generales	S/. 3,740.00

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.6. Costos totales del proyecto

Tabla 23

Costos totales

Tipo de Costo	Costo Total (S/.)
Costos de RRHH	S/. 183,000.00
Costos de Infraestructura	S/. 28,800.00
Costos de Software	S/. 0.00
Gastos Generales	S/. 3,740.00
Total General del Proyecto	S/. 215,540.00

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.7. Beneficios tangibles

Datos base para la estimación de beneficios mensuales

- Planta de producción (# de máquinas): 50.
- Distribución de turnos:
30 máquinas con 3 turnos de 8 h y 20 máquinas con 2 turnos de 12 h:
 $\text{operador /día} = 30 \times 3 + 20 \times 2 = 130 \text{ turnos/día.}$
- Días laborados/mes: 26 (operación 6×7).
- Costo hora operario: S/ 10.
- Tiempo ahorrado por digitalizar registros:

15 min/turno = 0.25 h (formato único, validaciones y sin reprocesos).

- Costo hora de máquina parada:
S/ 80 (energía, oportunidad, personal ocioso).
- Promedio de horas de parada imprevista por máquina y mes (antes):
 $50 \text{ (# máquinas)} \times 6 \text{ horas} = 300 \text{ h/mes.}$
- Reducción atribuible al sistema (trazabilidad + tableros): 10%.
Reducción de merma/reproceso: $\approx \text{S/ } 2,500/\text{mes}$ (mejores datos y controles).
- Otros ahorros (papelería, consolidación automática de reportes, reuniones menos frecuentes, etc.): S/ 1,000/mes.

Cálculos clave

- Ahorro de registro: $130 \text{ turnos/día} \times 0.25 \text{ h} \times 26 \text{ días} \times \text{S/}10 = \text{S/ } 8,450/\text{mes.}$
- Reducción de paradas: $300 \text{ h} \times 10\% \times \text{S/}80 = \text{S/ } 2,400/\text{mes.}$

Tabla 24

Beneficios tangibles

Concepto	Descripción/ fórmula	Beneficio mensual (S/.)
Ahorro en tiempos de registro de operarios	$130 \text{ turnos/día} \times 0.25 \text{ horas} \times 26 \text{ días} \times \text{S/}10/\text{hora}$	S/. 8,450
Reducción de paradas imprevistas	$(50 \text{ máquinas} \times 6 \text{ horas}) \times 10\% \times \text{S/}80/\text{h}$	S/. 2,400
Disminución de merma y reprocesos	Mejores datos $\rightarrow$ menos fallas y retrabajos	S/. 2,500
Otros (papelería, reportes automáticos, etc.)	Insumos y horas administrativas evitadas	S/. 1,000
Total beneficios mensuales		S/. 14,350

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. INTERPRETACIÓN DEL VAN Y DEL TIR

3.3.2.1. Flujo de caja del proyecto

En el siguiente apartado se presenta el flujo de caja correspondiente al contexto de estudio proyectado a 2 años, en el cual se puede observar que se recupera la inversión realizada en el mes número 17:

Figura 53
Flujo de caja

Mes	Gastos Generales	Costos acumulados (S/.)	Beneficios tangibles	Beneficios acumulados (S/.)	Flujo neto mensual (S/.)	Flujo acumulado (S/.)
0	S/ 0	215,540	S/ 14,350	0	13,415	-215,540
1	S/ 935	216,475	S/ 14,350	14,350	13,415	-202,125
2	S/ 935	217,410	S/ 14,350	28,700	13,415	-188,710
3	S/ 935	218,345	S/ 14,350	43,050	13,415	-175,295
4	S/ 935	219,280	S/ 14,350	57,400	13,415	-161,880
5	S/ 935	220,215	S/ 14,350	71,750	13,415	-148,465
6	S/ 935	221,150	S/ 14,350	86,100	13,415	-135,050
7	S/ 935	222,085	S/ 14,350	100,450	13,415	-121,635
8	S/ 935	223,020	S/ 14,350	114,800	13,415	-108,220
9	S/ 935	223,955	S/ 14,350	129,150	13,415	-94,805
10	S/ 935	224,890	S/ 14,350	143,500	13,415	-81,390
11	S/ 935	225,825	S/ 14,350	157,850	13,415	-67,975
12	S/ 935	226,760	S/ 14,350	172,200	13,415	-54,560
13	S/ 935	227,695	S/ 14,350	186,550	13,415	-41,145
14	S/ 935	228,630	S/ 14,350	200,900	13,415	-27,730
15	S/ 935	229,565	S/ 14,350	215,250	13,415	-14,315
16	S/ 935	230,500	S/ 14,350	229,600	13,415	-900
17	S/ 935	231,435	S/ 14,350	243,950	13,415	12,515
18	S/ 935	232,370	S/ 14,350	258,300	13,415	25,930
19	S/ 935	233,305	S/ 14,350	272,650	13,415	39,345
20	S/ 935	234,240	S/ 14,350	287,000	13,415	52,760
21	S/ 935	235,175	S/ 14,350	301,350	13,415	66,175
22	S/ 935	236,110	S/ 14,350	315,700	13,415	79,590
23	S/ 935	237,045	S/ 14,350	330,050	13,415	93,005
24	S/ 935	237,980	S/ 14,350	344,400	13,415	106,420

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.2. Análisis de VAN y TIR

En lo siguiente se procede a mostrar las fórmulas de cálculo mediante el cual se hallan las métricas financieras:

- VAN:

$$VAN = \sum_{n=1}^N \frac{fn}{(1+i)^n} - I_0$$

- TIR:

$$VAN = \sum_{n=1}^N \frac{fn}{(1+i)^n} - I_0 = 0$$

Tal que:

- Fn: es el flujo de caja correspondiente al periodo enésimo.
- I: tasa de interés (puede ser anual o mensual).
- N: cantidad de periodos proyectados.

La tasa interna de retorno, también conocida como TIR, es el porcentaje en el cual, en Valor Actual Neto, también conocido como VAN, se reduce a cero. Explicado ello, el TIR necesita superar la tasa de interés que se consideró para el presente proyecto.

Para llevar a cabo el cálculo tanto del VAN como del TIR, se utilizaron los datos obtenidos en el apartado correspondiente a la evaluación económica del presente caso de estudio. A partir de esta información, se efectuaron los cálculos correspondientes, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 25

Resultados de calcular el VAN y el TIR

Datos	Valores
f1	13,415
f2	13,415
f3	13,415
...	...
f24	13,415
N (periodos)	24 meses
i (tasa de interés)	10% anual (0.7974% mensual)
I0 (inversión inicial)	S/ 215,540
VAN	S/ 76,432
TIR	31% anual (2.3% mensual)

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.3. *Análisis financiero basado en VAN y TIR*

Luego de realizar la evaluación, proyección y los cálculos correspondientes expuestos en la Tabla 25:

- El VAN resultante fue de 76,432, al cumplirse la condición de ser mayor a cero y evidenciar un saldo a favor con respecto a la inversión realizada se concluye que la implementación es económicamente rentable.
- Asimismo, el TIR alcanzó un valor de 0.31, lo cual confirma la viabilidad económica del proyecto ya que supera la tasa de interés establecida del 0.10.

Estos datos implican que la empresa podría acceder a un financiamiento con una tasa de interés de hasta 31% sin comprometer la viabilidad del presente proyecto.

CAPÍTULO IV. REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA

Desde el punto de vista del autor del presente trabajo de suficiencia profesional, el desarrollo del sistema web de gestión de producción en una empresa del sector alimentario representó una experiencia valiosa que permitió fortalecer competencias técnicas y blandas enfocadas en gestión, así como ampliar la visión sobre el valor que aporta la incorporación de tecnologías digitales en procesos industriales:

- En el aspecto técnico, la participación en este proyecto significó un espacio de aprendizaje continuo. Aunque el autor contaba con experiencia previa en desarrollo, fue la primera vez que asumió la construcción de un sistema completo en un entorno productivo con tecnologías como Java Spring Boot, Vue 3, Docker y GCP, además de la implementación de procesos ETL para alimentar tableros de Power BI. Este desafío implicó un proceso constante de investigación, aprender de manera autodidacta y trabajar colaborativamente con profesionales de distintas áreas, acciones las cuales fortalecieron sus competencias como analista programador fullstack.
- Desde el punto de vista metodológico, la implementación de la metodología ágil Scrum fue la base para comprender de manera práctica los beneficios de dividir la carga laboral en sprints, trabajar en base a un backlog de tareas y llevar a cabo ceremonias como el daily, planning, review y retrospective. Dentro de este marco, el autor no se limitó a participar únicamente como desarrollador, sino que también asumió un rol activo en la gestión de squads de otros desarrolladores, participó en la planificación de cronogramas y lideró reuniones correspondientes a la presente metodología, lo cual fortaleció sus habilidades comunicativas y su capacidad para gestionar equipos de desarrollo dentro de entornos ágiles con tecnologías tanto de hardware como de software modernas.
- En el aspecto organizacional, la interacción entre las gerencias de Producción, Calidad, Sistemas, Inteligencia de Negocios y Logística; permitió al autor reconocer el valor del trabajo sinérgico. A partir de esta experiencia, comprendió que ni la mejor propuesta tecnológica resuelve problemas de manera efectiva si esta no concuerda con las necesidades prácticas del personal y con los objetivos organizacionales del negocio.

Por último, desde una perspectiva personal, esta experiencia subrayó la importancia de estar dispuesto a mostrar adaptabilidad y resiliencia profesional. El autor identificó que

cada reto implicaba su propio proceso continuo de aprendizaje, mejora y toma de decisiones, lo que le ayudó a mejorar tanto sus capacidades técnicas, como su habilidad para asumir responsabilidades y liderar iniciativas digitales dentro de un entorno de desarrollo ágil, lo cual también se tradujo en un beneficio tanto tecnológico como organizacional para la empresa del sector de alimentos en la cual tuvo lugar la experiencia profesional descrita líneas arriba.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La implementación de la plataforma web permitió alcanzar el objetivo general del trabajo, al disponer de una solución digital orientada al registro, la centralización y la gestión de los eventos asociados a las máquinas de producción en una empresa del sector alimentario. De este modo, se logró reemplazar el uso de registros manuales por un sistema centralizado que facilitó el control de la información generada durante la operación.
- La implementación del módulo de registro de producciones permitió ingresar el detalle de la información relacionada a los tiempos de operación, paradas e incidencias, mejorando la organización y análisis de los datos generados durante el proceso productivo.
- La puesta en marcha del módulo de gestión permitió el acceso rápido a los datos relacionados a la producción, segmentados por máquinas y turnos de trabajo, contribuyendo de esta manera al seguimiento de los eventos operacionales suscitados en el día a día.
- La creación del módulo de reportes facilitó el análisis de los datos correspondientes a los eventos operativos, los cuales son presentados a través de gráficos estadísticos y segmentados a diferentes niveles como: plantas de producción, máquinas, turnos laborales y horas.
- La implementación de módulos administrativos y de procesos de organización de datos contribuyó a una gestión más consistente de la información registrada, asegurando su disponibilidad y coherencia para análisis posteriores, en concordancia con los objetivos establecidos.
- La definición y diseño de procesos de extracción y transformación de datos permitió organizar la información generada por el sistema y trasladarla a sistemas de reportería externos para su posterior explotación y análisis.
- El nivel de escalabilidad implementado en la aplicación permitió que la totalidad de máquinas puedan ser consideradas dentro de sus flujos funcionales y permitirá la incorporación de nuevas a través de formularios dinámicos.

- La implementación del módulo de gestión dedicado a paradas imprevistas permitió reconocer la reincidencia de dicho tipo para evento para elaborar planes de acción adecuados ante futuras ocurrencias.
- Finalmente, los resultados obtenidos a partir de la implementación permitieron identificar beneficios operativos y económicos derivados del uso de la plataforma, los cuales fueron sustentados mediante el análisis económico realizado (TIR y VAN), la pertinencia de la solución desarrollada y confirman que los objetivos del estudio fueron alcanzados.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar programas periódicos de capacitación para operarios y personal administrativo en el uso del sistema, de manera que se mantenga la eficiencia lograda y se reduzca la curva de aprendizaje para nuevos ingresos.
- Establecer revisiones trimestrales de los indicadores de calidad, rendimiento y disponibilidad operativa, a fin de validar que las métricas continúen reflejando mejoras sostenibles a lo largo del tiempo.
- Continuar con acciones de sensibilización y acompañamiento al personal, asegurando que la digitalización de procesos sea adoptada de forma gradual y definitiva; y no conviva con prácticas manuales en paralelo.
- Seguir promoviendo una cultura de innovación digital dentro de la empresa, fortaleciendo la disposición de los trabajadores hacia la adopción de nuevas tecnologías.
- Presentar de manera periódica los logros alcanzados (ahorros, mejoras en eficiencia, reducción de tiempos) en reuniones gerenciales, para mantener el respaldo institucional hacia futuras iniciativas digitales.
- Considerar que los aprendizajes obtenidos en este proyecto sirvan como modelo de referencia para futuras iniciativas de transformación digital en otras áreas o flujos de negocio de la empresa con posibilidad a incorporar tecnologías digitales.

5.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

- SCRUMstudy™. (2013). A Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE (SBOK™ Guide). Phoenix, Arizona
- Estrella Quispe, A. F., Segura Núñez, G. P., Martínez Rosas, C. E., Sánchez Chila, A. Y., & Bravo López, E. B. (2023). *Sistemas de gestión de indicadores clave de desempeño (KPIs) en procesos industriales*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 125-141. https://doi.org/10.37811/cl_rem.v7i4.6853
- Corella Cobos, M. G., Jiménez Castro, W. F., & Altamirano Analuisa, D. J. (2024). *Transformación digital y su aplicabilidad en la productividad administrativa en unidades de producción*. Universidad Técnica de Ambato. *Revista Digital de Investigación en Ciencias Empresariales y Sociales*. <https://www.researchgate.net/publication/380712353>
- Nichols, A. A., & Salas, J. (2022). *Tendencias empresariales y tecnológicas en 2022 producto de la transformación digital*. Universidad Central de Venezuela. https://www.researchgate.net/publication/361347274_Tendencias_Empresariales_y_Tecnologicas_en_2022_producto_de_la_Transformacion_Digital
- TechnologyAdvice. (2024). *What is Scrum? A 2024 Product Manager's Guide* [Infografía]. Recuperado de <https://technologyadvice.com/blog/project-management/what-is-scrum/>
- AppMaster. (2022). ¿Qué es la API REST y en qué se diferencia de otros tipos? Recuperado de <https://appmaster.io/blog/what-rest-api-and-how-it-differs-other-types>
- Chakray. (2022). Swagger, OpenAPI y Swagger UI ¿Qué es y por qué es esencial para la Documentación de APIs? Recuperado de <https://chakray.com/es/swagger-y-swagger-ui-por-que-es-imprescindible-para-tus-apis/>
- Microsoft. (2022). Documentación de la API web de ASP.NET Core con Swagger/OpenAPI. Recuperado de <https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/core/tutorials/web-api-help-pages-using-swagger?view=aspnetcore-8.0>
- Appvizer. (2020). Realiza estimaciones ágiles y precisas gracias al Planning Fibonacci Recuperado de <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/story-points>
- Ahriman. (2012, 23 de febrero). *MySQL database design example*. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MySQL_database_design.png

- Arkharov, D. (2024, 30 de mayo). *Power BI Architecture: a Complete Guide to Mastering the Platform*. Coupler.io. Recuperado de <https://blog.coupler.io/power-bi-architecture/>
- Asian Digital Hub. (2020, 9 de diciembre). *A battle of titans: React.js vs other front-end frameworks*. Medium. <https://medium.com/@asiandigitalhub/a-battle-of-titans-react-js-vs-other-front-end-frameworks-ad66bf4f333f>
- Tessore, C., & Petrella, C. (2024). *Estudio exploratorio de modelos para la toma de decisiones*. Montevideo y Piriápolis: Project Management Institute – Universidad de la República de Uruguay. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/387305667>

5.4. GLOSARIO

- **API (Application Programming Interface):** Serie de reglas y definiciones que facilitan la comunicación entre diferentes aplicaciones o sistemas de software.
- **Backlog del Producto:** Lista priorizada de requerimientos, funcionalidades y mejoras que deben implementarse en un proyecto de desarrollo bajo una metodología establecida y un cronograma estimado.
- **Bases de datos espejo:** Base de datos relacional con información refinada y extraída desde otra base de datos, diseñada para ser utilizada en procesos de análisis y explotación de información, evitando sobrecargar la base principal.
- **BI (Business Intelligence):** Conjunto de herramientas y metodologías que permiten transformar datos en información destinada a optimizar el proceso de tomar decisiones, mediante reportes y/o tableros intuitivos.
- **Docker:** Plataforma de virtualización ligera que permite empaquetar aplicaciones y sus dependencias en contenedores portables y escalables.
- **ETL (Extract, Transform, Load):** Proceso que permite extraer datos de una fuente, transformarlos para adecuarlos a un modelo de análisis y cargarlos en una base de datos destino o sistema de BI.
- **GCP (Google Cloud Platform):** Plataforma de servicios en la nube que proporciona un conjunto de herramientas destinadas a facilitar el despliegue de aplicaciones, así como al almacenamiento, procesamiento y análisis de datos.
- **Historia de usuario:** Redacción concisa de una funcionalidad deseada vista desde el punto de vista del usuario, ampliamente utilizada en contextos de trabajo ágiles para especificar requerimientos de manera clara.
- **Jira:** Herramienta web de gestión de proyectos que facilita la planificación, la asignación, el seguimiento y el control de tareas del personal asignado a un determinado proyecto.
- **KPI (Key Performance Indicator):** Indicador relevante para el negocio, en la mayoría de casos es cuantificable, permite medir el nivel de cumplimiento de un objetivo específico.
- **Metodología Scrum:** Marco de trabajo ágil basado en repeticiones fijas de periodos de trabajo denominadas sprints, pensado para realizar entregas tempranas e incrementales de valor a través de roles, eventos y documentos definidos.

- **Módulo de Gestión:** Componente del sistema desarrollado para administrar planes de acción, backlog preventivo y configuración administrativa.
- **Módulo de Producción:** Parte del sistema que permite registrar tiempos de producción, tiempos de parada y métricas asociadas al desempeño de las máquinas.
- **Módulo de Reportes:** Sección del sistema encargada de mostrar información consolidada y visual de los indicadores de calidad, eficiencia y rendimiento.
- **MySQL:** Sistema de gestión de bases de datos relacional y de código abierto, empleado como base transaccional para el registro de operaciones en tiempo real a través de la solución web implementada en el presente proyecto.
- **Power BI:** Herramienta de Microsoft destinada a facilitar el análisis de datos, permite crear reportes y tableros amigables a partir de diversas fuentes de datos.
- **Sprint:** Periodo de trabajo con duración fija previamente definida dentro de la metodología Scrum, durante la cual el equipo desarrolla un conjunto de funcionalidades priorizadas por el Producto Owner.
- **SQL Server:** Sistema de gestión de bases de datos desarrollado por Microsoft, utilizado en el presente proyecto como base espejo para la explotación y análisis de información en entornos de Inteligencia de Negocios.
- **TIR (Tasa Interna de Retorno):** Indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión, comúnmente expresado en porcentaje (%).
- **VAN (Valor Actual Neto):** Indicador de medición financiero que determina la rentabilidad de una inversión, para ello trae a su valor presente los flujos de caja futuros, restando de este monto la inversión inicial.
- **Vue 3:** Framework progresivo de JavaScript orientado al desarrollo de interfaces web responsivas, empleado en este proyecto para la capa de frontend.
- **Brief:** Es un documento informativo que marca el punto de partida de un proyecto, define claramente sus objetivos, alcance, público objetivo, presupuesto y gastos.
- **Kick Off:** Reunión inicial en la cual ocurre el primer encuentro entre el equipo a cargo de la implementación del proyecto y el cliente, así como la definición de objetivos generales.
- **Workshop:** Sesión de capacitación intensiva orientada a recopilar conocimientos o habilidades sobre un tema específico, con una duración que normalmente no supera las cuatro horas.

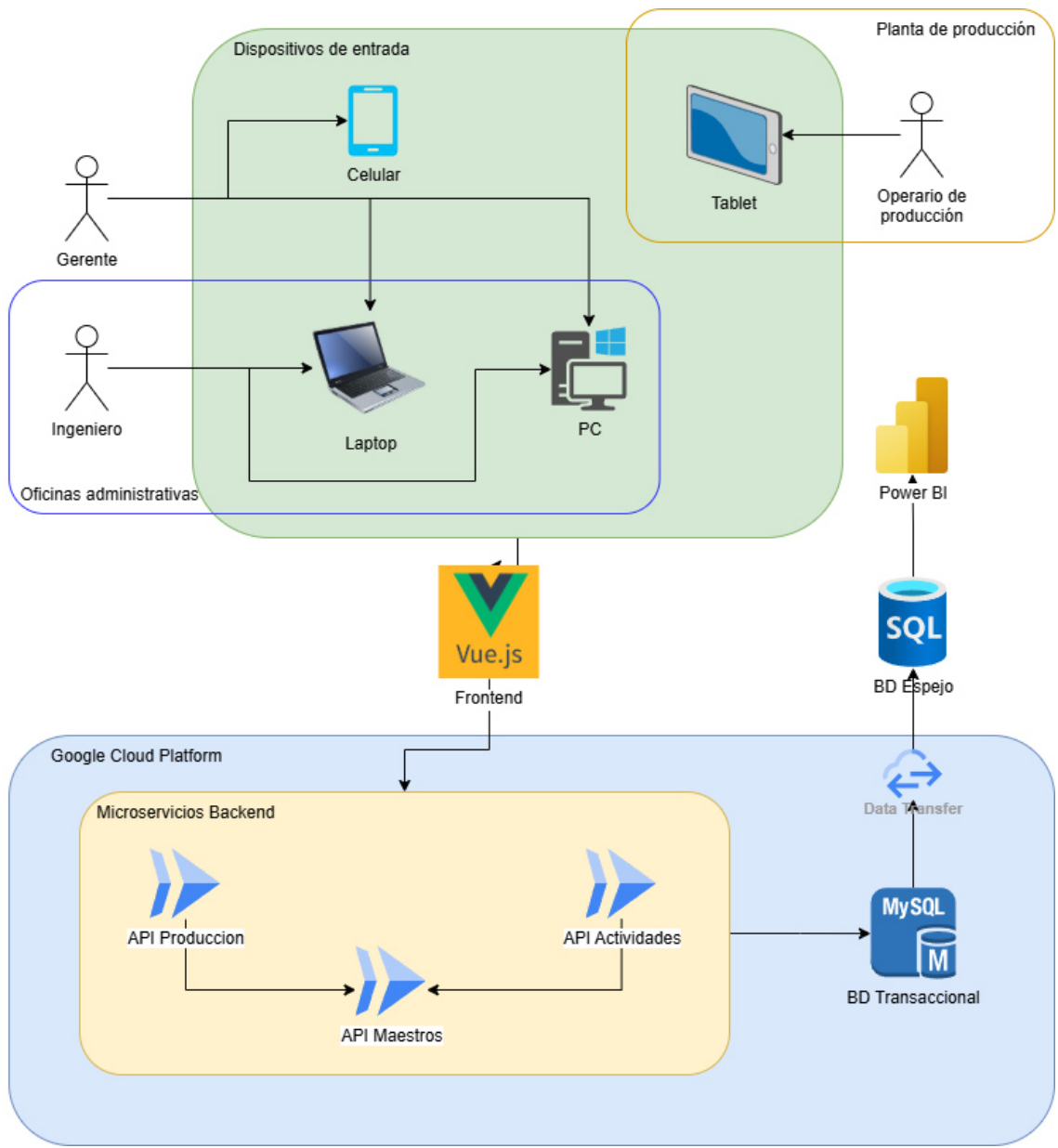
- **Matriz RACI:** Cuadro de 2 entradas (miembros de un equipo vs actividades de un proyecto del cual son partícipes), su objetivo es aclarar las responsabilidades y participación de los miembros dentro de un equipo de trabajo. RACI son las iniciales de Responsable (quien hace el trabajo), Aprobador (quien da el visto bueno final), Consultado (quien aporta conocimientos) e Informado (quien necesita estar al tanto).
- **OEE:** Es un indicador cuantitativo que se encarga de medir el porcentaje de productividad de una máquina considerando 3 factores clave: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

ANEXOS

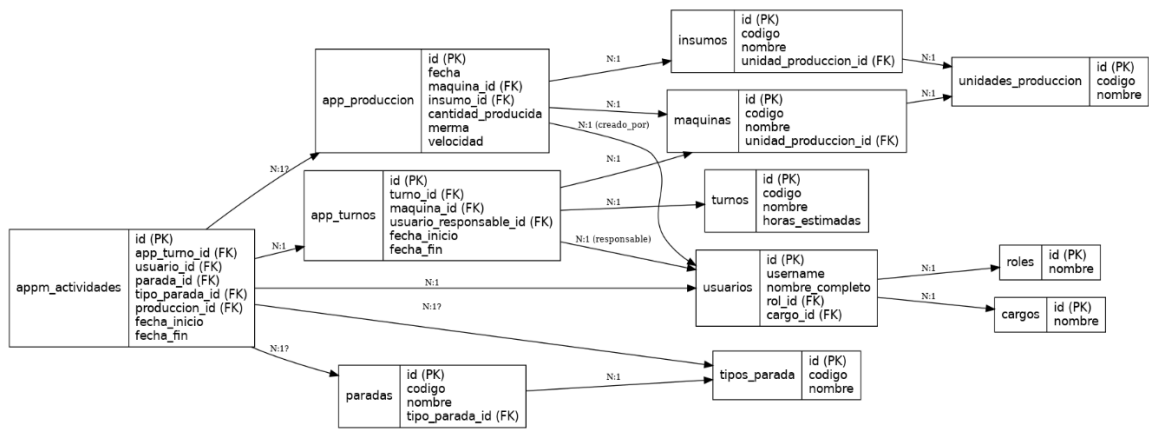
ANEXO 1: Big Data



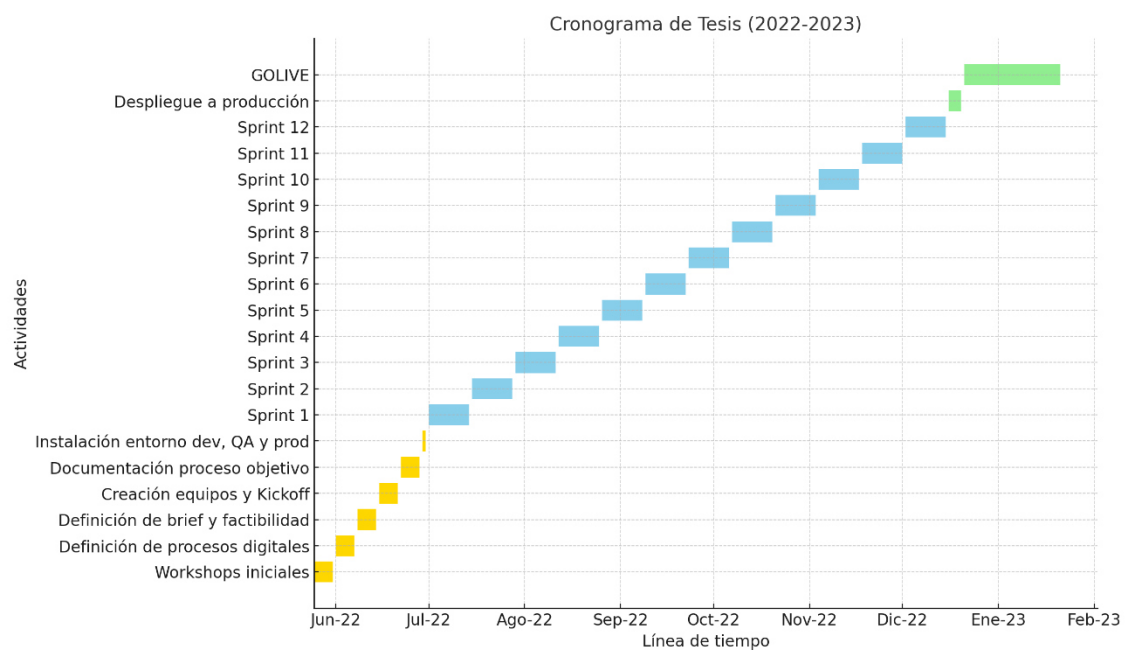
ANEXO 2: Arquitectura de ambientes



ANEXO 3: Diagrama de Entidad – Relación



ANEXO 4: Cronograma de Proyecto



ANEXO 5: Diagrama de Gannt

Nombre de tarea	Duración	Inicio	Fin
Aplicación web	241	25/05/2022	21/01/2023
Identificación de problema	37	25/05/2022	30/06/2022
Workshops iniciales	7	25/05/2022	31/05/2022
Definición de procesos digitales	7	1/06/2022	7/06/2022
Definición de brief y factibilidad	7	8/06/2022	14/06/2022
Creación equipos y Kickoff	7	15/06/2022	21/06/2022
Documentación proceso objetivo	7	22/06/2022	28/06/2022
Instalación entorno dev, QA y prod	2	29/06/2022	30/06/2022
Iteraciones Scrum	168	1/07/2022	15/12/2022
Sprint 1	14	1/07/2022	14/07/2022
Sprint 2	14	15/07/2022	28/07/2022
Sprint 3	14	29/07/2022	11/08/2022
Sprint 4	14	12/08/2022	25/08/2022
Sprint 5	14	26/08/2022	8/09/2022
Sprint 6	14	9/09/2022	22/09/2022
Sprint 7	14	23/09/2022	6/10/2022
Sprint 8	14	7/10/2022	20/10/2022
Sprint 9	14	21/10/2022	3/11/2022
Sprint 10	14	4/11/2022	17/11/2022
Sprint 11	14	18/11/2022	1/12/2022
Sprint 12	14	2/12/2022	15/12/2022
Despliegue y MVP	36	16/12/2022	21/01/2023
Despliegue a producción	5	16/12/2022	20/12/2022
GOLIVE	31	21/12/2022	21/01/2023

ANEXO 6: Script de creación de base de datos

```
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS planta_prod
  CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_unicode_ci;
USE planta_prod;

CREATE TABLE unidades_produccion (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  codigo VARCHAR(20) NOT NULL UNIQUE,
  nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
  descripcion VARCHAR(255) NULL,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE roles (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  nombre VARCHAR(100) NOT NULL UNIQUE,
  descripcion VARCHAR(255) NULL,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE cargos (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  nombre VARCHAR(100) NOT NULL UNIQUE,
  descripcion VARCHAR(255) NULL,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE turnos (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  codigo VARCHAR(20) NOT NULL UNIQUE,
  nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
  horas_estimadas DECIMAL(5,2) NOT NULL DEFAULT 8.00,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE tipos_parada (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  codigo VARCHAR(20) NOT NULL UNIQUE,
  nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
  descripcion VARCHAR(255) NULL,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE paradas (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  codigo VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
  nombre VARCHAR(150) NOT NULL,
  tipo_parada_id BIGINT UNSIGNED NULL,
  descripcion VARCHAR(255) NULL,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  CONSTRAINT fk_paradas_tipo FOREIGN KEY (tipo_parada_id) REFERENCES tipos_parada(id)
) ENGINE=InnoDB;
```

```

CREATE TABLE maquinas (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  codigo VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
  nombre VARCHAR(150) NOT NULL,
  unidad_produccion_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  activo TINYINT(1) NOT NULL DEFAULT 1,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  CONSTRAINT fk_maquinas_unidad FOREIGN KEY (unidad_produccion_id) REFERENCES unidades_produccion(id)
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE insumos (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  codigo VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
  nombre VARCHAR(150) NOT NULL,
  unidad_produccion_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  activo TINYINT(1) NOT NULL DEFAULT 1,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  CONSTRAINT fk_insumos_unidad FOREIGN KEY (unidad_produccion_id) REFERENCES unidades_produccion(id)
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE usuarios (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  username VARCHAR(80) NOT NULL UNIQUE,
  nombre_completo VARCHAR(150) NOT NULL,
  email VARCHAR(150) NULL UNIQUE,
  rol_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  cargo_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  activo TINYINT(1) NOT NULL DEFAULT 1,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  CONSTRAINT fk_usuarios_rol FOREIGN KEY (rol_id) REFERENCES roles(id) ,
  CONSTRAINT fk_usuarios_cargo FOREIGN KEY (cargo_id) REFERENCES cargos(id)
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE app_produccion (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  fecha DATETIME NOT NULL,
  maquina_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  insumo_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  cantidad_producida DECIMAL(18,4) NOT NULL DEFAULT 0,
  merma DECIMAL(18,4) NOT NULL DEFAULT 0,
  velocidad DECIMAL(18,4) NULL,
  observaciones VARCHAR(255) NULL,
  creado_por BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  CONSTRAINT fk_prod_insumo FOREIGN KEY (insumo_id) REFERENCES insumos(id) ,
  CONSTRAINT fk_prod_maquina FOREIGN KEY (maquina_id) REFERENCES maquinas(id) ,
  CONSTRAINT fk_prod_usuario FOREIGN KEY (creado_por) REFERENCES usuarios(id)
) ENGINE=InnoDB;

```

```

CREATE TABLE app_turnos (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  turno_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  maquina_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  usuario_responsable_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  fecha_inicio DATETIME NOT NULL,
  fecha_fin DATETIME NULL,
  observaciones VARCHAR(255) NULL,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  CONSTRAINT chk_turno_rango CHECK (fecha_fin IS NULL OR fecha_fin >= fecha_inicio),
  CONSTRAINT fk_appturno_turno FOREIGN KEY (turno_id) REFERENCES turnos(id) ,
  CONSTRAINT fk_appturno_maquina FOREIGN KEY (maquina_id) REFERENCES maquinas(id) ,
  CONSTRAINT fk_appturno_usuario FOREIGN KEY (usuario_responsable_id) REFERENCES usuarios(id)
  INDEX idx_appturno_maquina_fecha (maquina_id, fecha_inicio),
  INDEX idx_appturno_responsable (usuario_responsable_id)
) ENGINE=InnoDB;

CREATE TABLE appm_actividades (
  id BIGINT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  app_turno_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  usuario_id BIGINT UNSIGNED NOT NULL,
  parada_id BIGINT UNSIGNED NULL,
  tipo_parada_id BIGINT UNSIGNED NULL,
  produccion_id BIGINT UNSIGNED NULL,
  fecha_inicio DATETIME NOT NULL,
  fecha_fin DATETIME NULL,
  comentario VARCHAR(255) NULL,
  creado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  actualizado_en TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  CONSTRAINT chk_act_rango CHECK (fecha_fin IS NULL OR fecha_fin >= fecha_inicio),
  CONSTRAINT fk_act_turno FOREIGN KEY (app_turno_id) REFERENCES app_turnos(id) ,
  CONSTRAINT fk_act_usuario FOREIGN KEY (usuario_id) REFERENCES usuarios(id) ,
  CONSTRAINT fk_act_parada FOREIGN KEY (parada_id) REFERENCES paradas(id) ,
  CONSTRAINT fk_act_tipo FOREIGN KEY (tipo_parada_id) REFERENCES tipos_parada(id) ,
  CONSTRAINT fk_act_produccion FOREIGN KEY (produccion_id) REFERENCES app_produccion(id) ,
  INDEX idx_act_turno_inicio (app_turno_id, fecha_inicio),
  INDEX idx_act_usuario (usuario_id),
  INDEX idx_act_parada (parada_id),
  INDEX idx_act_produccion (produccion_id)
) ENGINE=InnoDB;

```

ANEXO 7: Planificación de pase a producción

PS

Para: [redacted] y 3 más
CC: [redacted] y 3 más

Vie 2/12/2022 16:33

Buenas tardes Equipo,

Para comunicarles que el día Lunes 05.12 se realizará el pase al PRD de [redacted] y se realizarán las pruebas correspondientes post pase, al término el equipo funcional estará confirmando por este mismo medio.

- **Proyecto:** [redacted]
- **Fecha:** 05.12.22
- **Hora:** 3:30 pm
- **Responsable del despliegue:** Joel R. / Yolanda A.
- **Responsable pruebas:** Diego S. / Rafael Z.

Cualquier consulta, nos comentan

Mil Gracias,

Cel: [redacted]
Mail: [redacted]

ANEXO 8: Confirmación de pase a producción

PS

Para: [Redacted]

CC: [Redacted]; [Redacted]; [Redacted]; Joel H. Ruiton Carrera; y 3 más

Mar 6/12/2022 11:26

Buenas tardes Equipo,

¡Qué tal! Según lo conversado, para formalizar por este medio, que el día Lunes 05/12 se hizo el pase a PRD de las HUs 32, 33 y 34 de OEE con éxito, de acuerdo a lo acordado se hizo el pase con las funcionalidades especificadas.

OEE
HU32 - Análisis de causas
HU33 - Validación de seguridad y roles
HU34 - Reporte de producción por horas

Mil Gracias,
[Redacted]
Cel: [Redacted]
Mail: [Redacted]

ANEXO 9: Acta de Cierre

ACTA DE CIERRE E INFORME TÉCNICO APLICACIÓN WEB DE MONITOREO DEL OEE			
Código: APM-IN-001	Versión: 01	Emisión: 16/12/2022	Página 1 de 3

Por este medio se da por concluido el proyecto de control de eventos en los procesos de producción, bajo las siguientes condiciones y entregables autorizados:

1. Información del proyecto

- Proyecto: Implementación de un sistema web para la gestión de producción, paradas y reportes en una empresa productora de alimentos.
- Fecha: 16 de diciembre de 2022
- Lugar: Oficina administrativa de la empresa productora de alimentos

2. Principales Entregables

2.1. Documentación de Gestión del Proyecto

- Acta de constitución del proyecto
- Estructura de desglose de trabajo
- Cronograma de sprints
- Matriz de riesgos del proyecto
- Plan de comunicación
- Plan de costos
- Acta de cierre de proyecto
- Presentación final

2.2. Documentación Técnica y Funcional

- Documento de especificación de requerimientos funcionales
- Backlog del producto
- Diagramas UML
- Mockups de la interfaz del sistema
- Diccionario de datos
- Esquema de la base de datos en MySQL
- Manual técnico del sistema

2.3. Entregables de Desarrollo y Configuración

- Módulo de Producción
- Módulo de Gestión
- Módulo de Maestros

	ACTA DE CIERRE E INFORME TÉCNICO APLICACIÓN WEB DE MONITOREO DEL OEE		
Código: APM-IN-001	Versión: 01	Emisión: 16/12/2022	Página 2 de 3

- Módulo de Reportes
- Procesos ETL hacia SQL Server
- Dashboards en Power BI

2.4. Pruebas y Validación

- Plan de pruebas inicial
- Casos de prueba
- Pruebas integrales en ambiente QA
- Pruebas de aceptación con usuarios clave

2.5. Capacitación y Transferencia

- Plan de capacitación
- Manual de usuario (operarios y administrativos)
- Registro de capacitaciones realizadas

3. Resultados Obtenidos

- Digitalización del 100% de los registros de producción y paradas.
- Reducción de tiempos de registro de operarios: 15 minutos por turno, ahorro mensual de S/ 8,450.
- Reducción de paradas imprevistas en un 10%, ahorro mensual de aproximadamente S/ 2,400.
- Reducción de merma y reprocesos, con un impacto económico estimado en S/ 2,500 mensuales.
- Otros ahorros administrativos (papelería, reportes automáticos, reuniones), por S/ 1,000 mensuales.
- Total de beneficios mensuales tangibles estimados: S/ 14,350.

4. Conclusiones y Cierre

- Se cumplieron los objetivos generales y específicos del proyecto.
- El sistema entregado aporta eficiencia, trazabilidad y soporte a la toma de decisiones en la gestión productiva.
- Los indicadores financieros confirman la viabilidad económica del proyecto.

ACTA DE CIERRE E INFORME TÉCNICO APLICACIÓN WEB DE MONITOREO DEL OEE			
Código: APM-IN-001	Versión: 01	Emisión: 16/12/2022	Página 3 de 3

- Se formaliza la entrega del sistema a las áreas usuarias: Producción, Calidad y Logística.
- Se aprueba el plan de soporte y continuidad operativa.

5. Aprobaciones

Patrocinador	Fecha	Firma
Gerente de Calidad	16/12/2022	
Gerente de Producción	16/12/2022	
Gerente de Inteligencia de Negocios	16/12/2022	
Gerente de Logística	16/12/2022	
Product Owner	16/12/2022	
Scrum Master	16/12/2022	