

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DIGITAL EN LA FAZENDA

Implementación de un sistema digital para el monitoreo en tiempo real de la trazabilidad en el
área de calidad de La Fazenda

Valentina Lasso Mantilla

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Químico

Modalidad: Práctica empresarial

Directora

Debora Alcida Nabarlatz

Doctora en Ingeniería Química y de Procesos

Tutora

Pilar Lombana Gutierrez

Directora del SIG

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2025

Agradecimientos

Gracias a mi familia, que fueron los que con su esfuerzo y dedicación me dieron todas las oportunidades y herramientas para desarrollarme académica y personalmente, gracias a los compañeros y amigos que conocí durante esta importante etapa de mi vida, gracias a mis maestros que con su vocación y amor por enseñar me ayudaron a fortalecer mi pasión por esta carrera.

Tabla de contenido

Introducción	10
1. Objetivos	11
1.1. Objetivo general	11
1.2. Objetivos específicos.....	11
2. Marco conceptual.....	11
3. Metodología	17
3.1. Fase 1.....	18
3.2. Fase 2.....	18
3.3. Fase 3.....	19
4. Resultados	19
4.1. Fase 1.....	19
4.2. Fase 2.....	24
4.3. Fase 3.....	29
5. Conclusiones	33
Bibliografía.....	35
Apéndices	37

Listado de tablas

Tabla 1. Datos y parámetros evaluados en planta.	15
Tabla 2. Formatos usados por el área de calidad de la empresa.....	16
Tabla 3. Normativa aplicable en cada formato usado.	22
Tabla 4. Rangos y criterios evaluados en los formatos.	277
Tabla 5. Frecuencia de guardado en la nube para cada formato.	30

Listado de figuras

Figura 1. Diagrama de la planta de Aliar S.A La Fazenda Engativá, Bogotá. (Naranja: área de porcionado – Azul: área de derivados).....	14
Figura 2. Diagrama metodológico.....	17
Figura 3. Esquema FSSC 22000.	21
Figura 4. Ejemplo de formato físico escaneado.	24
Figura 5. Matriz de fórmulas.....	37
Figura 6. Ejemplo de aplicación de fórmula.	37

Listado de apéndices

Apéndice A. Formatos digitales entregados a la empresa37

Apéndice B. Matriz de fórmulas para evaluar los cumplimientos e incumplimientos de temperaturas en el formato de verificación de proceso productivo planta de porcionado.37

Apéndice C. Descripción y cálculo de los indicadores.38

Apéndice D. Instructivo para el diligenciamiento39

Glosario

Auditoría: Proceso de verificación y evaluación realizado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) para verificar que en este caso en la planta se cumple con la normativa sanitaria y estándares de calidad.

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura, son los principios básicos de higiene y control que se aplican para garantizar la inocuidad de los productos.

Indicador de cumplimiento: medida que permite verificar el porcentaje de cumplimiento de los estándares de calidad.

OS: Operaciones Sanitarias, son el conjunto de instrucciones escritas para garantizar la limpieza y desinfección de las superficies que tienen contacto indirecto con el producto.

POES: Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento, son el conjunto de instrucciones escritas para garantizar la limpieza y desinfección de las superficies que tienen contacto directo con el producto.

Trazabilidad: Capacidad de una empresa para rastrear un producto y conocer a detalle todas sus etapas desde la recepción de la materia prima hasta llegar al consumidor final.

Resumen

Título: Implementación de un sistema digital para el monitoreo en tiempo real de la trazabilidad en el área de calidad de la Fazenda. *

Autora: Valentina Lasso Mantilla. **

Palabras clave: Control de calidad, industria cárnica, industria de alimentos, digitalización, industria 4.0, trazabilidad, ISO 22000.

Descripción:

En el presente trabajo se presenta la propuesta de implementación de un sistema digital de monitoreo en tiempo real para el área de calidad de Aliar S.A – La Fazenda, empresa colombiana del sector agroindustrial enfocada en la producción y comercialización de carne de cerdo. En su planta de Engativá, Bogotá D.C, los registros de control de calidad se realizan en formatos físicos, lo cual conlleva diferentes desventajas como altos costos en suministros como papel, ralentización en tiempos de consulta de la trazabilidad y errores de diligenciamiento. Ante esta situación, se propuso la implementación de un sistema digital centralizado mediante el uso de dispositivos electrónicos en planta, con el afán de optimizar los procesos de control, reducir errores y mejorar el acceso a la información.

Los resultados de la implementación del sistema digital impactaron positivamente en la eficiencia del control de calidad, al eliminar tiempos de transcripción, reducir errores de registro y agilizar la detección de no conformidades. Por otro lado, se reduce el consumo de recursos como papel e insumos de oficina, impactando positivamente en el medio ambiente y disminuyendo costos. Asimismo, se garantizó la disponibilidad de la información, lo que optimiza auditorías y consecuentemente fortalece la trazabilidad del proceso.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Directora: Debora Alcida Nabarlatz, Ingeniera química.

Abstract

Title: Implementation of a Digital System for Real-Time Monitoring of Traceability in the Quality Area of La Fazenda. *

Authors: Valentina Lasso Mantilla. **

Keywords: Quality control, meat industry, food industry, digitization, Industry 4.0, traceability, ISO 22000.

Description:

This work presents a proposal for the implementation of a real-time digital monitoring system for the quality department of Aliar S.A. – La Fazenda, a Colombian agro-industrial company focused on the production and marketing of pork meat. At its plant in Engativá, Bogotá D.C., quality control records were kept in physical formats, which entailed various disadvantages such as high costs for supplies such as paper, slow traceability consultation times, and errors in data entry. In response to this situation, the implementation of a centralized digital system was proposed through the use of electronic devices in the plant, with the aim of optimizing control processes, reducing errors, and improving access to information.

The results of the digital system's implementation had a positive impact on quality control efficiency by eliminating transcription times, reducing recording errors, and speeding up the detection of non-conformities. On the other hand, the consumption of resources such as paper and office supplies was reduced, positively impacting the environment and lowering costs. Likewise, the availability of information was guaranteed, which optimizes audits and consequently strengthens the traceability of the process.

*Final project

**Department of Physical-Chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Débora Alcida Nabarlatz, Chemical Engineer.

Introducción

Aliar S.A. es una empresa colombiana del sector agroindustrial dedicada a la producción y comercialización de carne de cerdo de alta calidad con un enfoque en la eficiencia, la sostenibilidad y el cumplimiento de altos estándares de calidad e inocuidad. Su marca registrada es La Fazenda y cuenta actualmente con dos plantas de producción: una ubicada en Puerto Gaitán, Meta, donde se realiza la cría, el sacrificio de los cerdos y una parte de la producción de carnes frescas; y la otra en Bogotá, en la localidad de Engativá, que se encarga de la elaboración de productos derivados cárnicos (carnes frías), así como la otra parte de la producción de carnes frescas. En el área de calidad, el monitoreo y registro diario de datos y novedades del proceso en planta se lleva a cabo en mayor parte mediante formatos físicos, lo que genera diversas problemáticas operativas. El uso de documentos impresos implica un alto consumo de recursos, tales como hojas de papel, bolígrafos, carpetas, entre otros materiales de oficina; lo que aumenta los costos, el impacto ambiental y requiere un gran espacio físico de almacenamiento. Además, el diligenciamiento manual de estos formatos también presenta diversas problemáticas, como errores humanos debido a tachones, enmiendas o letra ilegible, lo que dificulta la interpretación de los datos. También existe el riesgo de extravío o deterioro de los documentos físicos, lo cual genera incumplimiento de la normativa según la ISO 22000 [1]. Por otro lado, la consulta de datos se vuelve más lenta, dificultando la trazabilidad y el seguimiento oportuno de los datos en los procesos de calidad.

Este proyecto, realizado en el marco de una práctica en la empresa, propone centralizar la información en una plataforma digital al crear un sistema en línea en donde se pueda registrar y consultar en tiempo real los datos tomados en planta mediante el uso de dispositivos electrónicos portátiles. Este sistema mejorará la eficiencia operativa al reducir los tiempos de registro, realizar

correcciones instantáneas, minimizar errores gracias a validaciones automáticas y optimizar el acceso y la trazabilidad de los datos, asegurando que estén disponibles en todo momento para su consulta y análisis por cualquier personal del área desde cualquier lugar de la planta. Además, se reducirá el uso de papel y demás implementos de oficina, lo que disminuirá costos y se alineará con el enfoque sostenible que lleva la empresa. Esto se llevará a cabo con el objetivo de implementar un sistema digital en tiempo real para mejorar la trazabilidad, reducir errores y optimizar los recursos en el área de calidad de La Fazenda.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Implementar un sistema de monitoreo en tiempo real de la trazabilidad del proceso de producción de cárnicos para el área de calidad de la empresa Aliar S.A.

1.2. Objetivos específicos

- Revisar la normatividad aplicable en Colombia y a nivel internacional relacionada con el aseguramiento de la trazabilidad en el proceso de producción de cárnicos.
- Adaptar y actualizar los formatos e indicadores actualmente en uso, integrándolos en un sistema de monitoreo digital que permita el seguimiento en tiempo real.
- Elaborar instructivos detallados para el uso del nuevo sistema de monitoreo en tiempo real dirigido al personal del área de calidad.

2. Marco conceptual

En un contexto productivo, las revoluciones industriales han marcado el desarrollo y crecimiento de la industria contemporánea, transformando los métodos y procesos empleados en

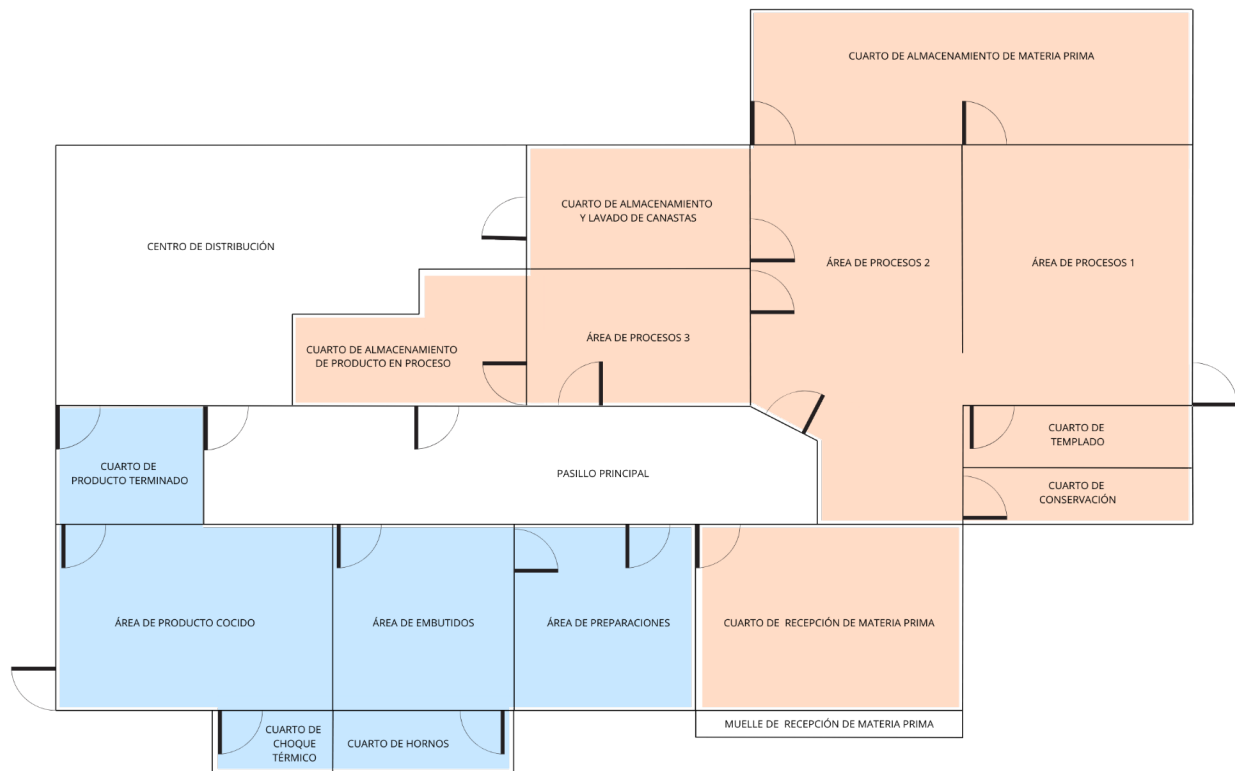
la industria [2]. A lo largo de la historia, se han identificado cuatro revoluciones industriales, cada una marcada por avances tecnológicos que han redefinido la manera en que operan las empresas [2]. En la actualidad, la denominada Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 se caracteriza por la integración de tecnologías digitales en los procesos productivos, promoviendo un entorno interconectado, automatizado e inteligente [3]. Esta revolución no sólo se basa en la adopción de nuevas herramientas tecnológicas, sino también en la optimización y adaptación de procesos existentes para mejorar la eficiencia y competitividad de las organizaciones [3]. Entre sus principales beneficios se destacan la producción flexible, la trazabilidad de productos y procesos, el uso eficiente de recursos, la reducción de errores humanos y un mayor acceso a la información en tiempo real [4].

La transformación hacia la Industria 4.0 responde a diversas necesidades y desafíos, entre ellos, la dispersión geográfica de las empresas, la gestión eficiente de la documentación y la coordinación de múltiples actores dentro de la cadena de suministro [4]. En este sentido, el almacenamiento digital y el acceso inmediato a la información juegan un papel clave en la modernización de los procesos. Además, la digitalización y automatización están alineadas con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 [5], el cual enfatiza la importancia de la tecnología y la innovación para el desarrollo industrial sostenible, fomentando prácticas que minimicen el impacto ambiental y reduzcan los residuos [2]. En este contexto, la gestión documental cobra especial relevancia, ya que normas como la ISO 22000 establecen directrices para la creación, actualización y control de la información documentada, garantizando su disponibilidad, protección y trazabilidad en los sistemas de gestión de la inocuidad alimentaria [1].

La planta de producción de La Fazenda está dividida en dos áreas, porcionado y derivados. En la figura 1 se puede observar un diagrama simplificado de la planta, donde se pueden observar sombreados los cuartos en donde se llevan a cabo la toma de los diferentes datos para las dos áreas, donde el área sombreada de naranja corresponde al área de porcionado y el área sombreada de azul al área de derivados.

El área de porcionado comprende las siguientes áreas: Área de Procesos 1, Área de procesos 2, Área de procesos 3, cuarto de almacenamiento de producto en proceso, cuarto de almacenamiento y lavado de canastas, cuarto de almacenamiento de materia prima, cuarto de recepción de materia prima, cuarto de templado y cuarto de conservación. El proceso de porcionado comienza con la recepción de la materia prima proveniente de la planta de desposte de Puerto Gaitán, que posteriormente se almacena en el cuarto de almacenamiento de materia prima hasta que se requiere para ser porcionada, ya sea de forma manual o mecánica. Posteriormente se realiza el acondicionamiento, pesado y embolsado de la carne porcionada, para finalmente realizar el empaque al vacío, rotulado, etiquetado y envío al centro de distribución. Por su parte, el área de derivados comprende las siguientes áreas: área de preparaciones, área de embutido, cuarto de hornos, cuarto de choque térmico, área de producto cocido y cuarto de producto terminado. El proceso comienza con la recepción de materia prima (ya sea proveniente de Puerto Gaitán o suministrada por el área de porcionado), ésta se almacena para posteriormente realizar el mezclado, embutido, cocción, choque térmico, empaque al vacío, rotulado, etiquetado y envío al centro de distribución. En todas las etapas de ambas áreas se realizan actividades de monitoreo para garantizar la calidad e inocuidad de los productos.

Figura 1. Diagrama de la planta de Aliar S.A La Fazenda Engativá, Bogotá. (Naranja: área de porcionado – Azul: área de derivados)



En toda la extensión de estos cuartos se recolectan datos como temperatura ambiente de los cuartos, temperatura de las materias primas, temperaturas del producto ya sea en proceso o terminado, ficha técnica (pesos, longitudes y composición del producto), concentraciones de las soluciones desinfectantes utilizadas en superficies, ambientes o productos, así como verificaciones de características organolépticas, cumplimiento en textos legales (rotulado y etiquetas), buenas prácticas de manufactura (BPM) por parte del personal, correcto procedimiento de los

procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES) y correcto procedimiento de las operaciones sanitarias (OS). En la tabla 1 se observan los datos y parámetros que se miden y evalúan en cada área y cuarto de la planta.

Tabla 1. Datos y parámetros evaluados en planta.

Dato o parámetro tomado	Espacio en donde evalúa
Buenas prácticas de manufactura (BPM)	Toda la planta
Correcto procedimiento de POES y OS.	Área de procesos 1, Área de procesos 2, Área de procesos 3, Cuarto de almacenamiento de materia prima cárnica, Cuarto de almacenamiento de producto en proceso, Área de preparaciones, Área de embutidos, Área de producto cocido, Cuarto de hornos, Cuarto de choque térmico.
Temperatura de las materias primas cárnicas, producto en proceso o terminado.	Área de procesos 1, Área de procesos 2, Área de procesos 3, Cuarto de almacenamiento de materia prima cárnica, Cuarto de almacenamiento de producto en proceso, Área de preparaciones, Área de embutidos, Área de producto cocido, Cuarto de hornos, Cuarto de choque térmico.
Temperatura ambiente del cuarto.	Toda la planta
Características organolépticas de las materias primas cárnicas y producto en proceso	Toda la planta
Correcto etiquetado o rotulado.	Área de procesos 1, Área de procesos 3, Área de producto cocido.
Cumplimiento en ficha técnica (pesos, longitudes, composición del producto).	Área de procesos 1, Área de procesos 2, Área de procesos 3, Área de preparaciones, Área de embutidos, Área de producto cocido.
pH de la solución de jabón para lavado de canastas.	Cuarto de almacenamiento y lavado de canastas.
Condición del agua potable.	Toda la planta.
Concentración de las soluciones desinfectantes.	Área de procesos 1, Área de procesos 2, Área de procesos 3, Área de preparaciones, Área de embutidos, Área de producto cocido.

En su mayoría, los incumplimientos se registran con un valor de “0” o “NC” y los cumplimientos con un valor de “1” o “C” en los formatos, facilitando la identificación de desviaciones. Esta información es clave para el cálculo de indicadores de cumplimiento como los indicadores de saneamiento (POES y OS) y los indicadores de BPM, los cuales permiten evaluar la eficacia del sistema de gestión de calidad y orientar acciones correctivas o preventivas de manera oportuna [6].

En la tabla 2 se observa el nombre de los formatos con su respectiva descripción.

Tabla 2. Formatos usados por el área de calidad de la empresa.

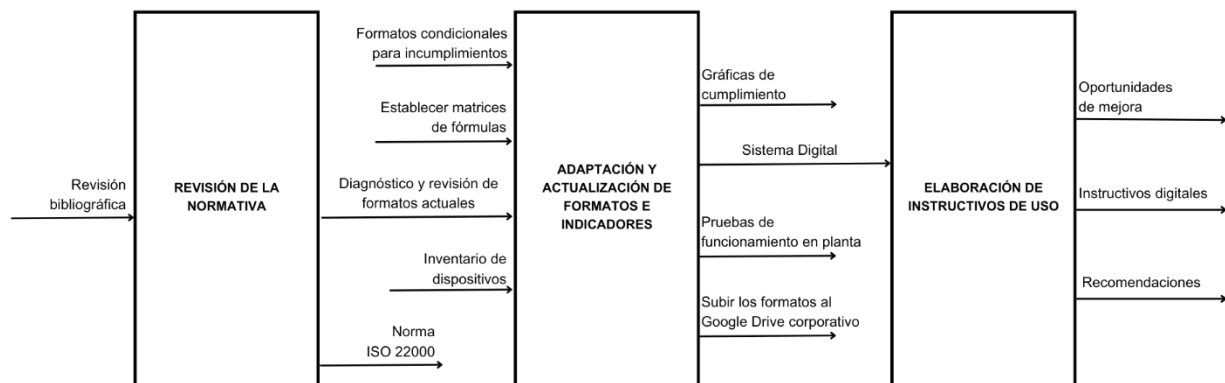
Nombre del formato	Área	Diligenciamiento	Función
Formato de verificación diaria de POES y OS	Porcionado y Derivados	Diario	Verificación de limpieza de superficies que tienen contacto directo e indirecto con el producto.
Formato de control de plagas	Porcionado y Derivados	Diario	Verificación de trampas para roedores, lámparas UV, cámaras de feromonas, puertas, ventanas, entre otras para evitar el ingreso de plagas a la planta.
Formato de verificación de proceso productivo	Porcionado	Cada dos horas	Verificación de parámetros como ficha técnica del producto, temperaturas ambiente y de producto, correcto etiquetado y rotulado, BPM, entre otros, para el área de porcionado.
Formato de verificación de operaciones especiales de limpieza y desinfección	Porcionado y Derivados	Semanal	Verificación de operaciones de saneamiento especiales que requieren desmantelación de equipos o asistencia de personal de mantenimiento.
Formato de verificación de alcalinidad de jabón de lavado de canastas	Porcionado	Diario	Verificación de pH de la solución de jabón usada para lavado de canastas.
Formato de control de vidrio y plástico quebradizo	Porcionado y Derivados	Mensual	Verificación de estado y correcto etiquetado de superficies quebradizas en la planta tales como plástico o vidrio.
Formato de verificación de producto terminado	Derivados	Diario	Verificación de parámetros como ficha técnica del producto, temperaturas ambiente y de producto, correcto etiquetado y rotulado, longitudes y pesos del producto, BPM, entre otros, para el producto ya cocido del área de derivados.

Formato de verificación producto en proceso	Derivados	Diario	Verificación de parámetros como ficha técnica del producto, temperaturas ambiente y de producto, correcto etiquetado y rotulado, longitudes y pesos del producto, BPM, entre otros, para el producto crudo del área de derivados.
Formato de verificación de prácticas higiénicas (BPM)	Porcionado y Derivados	Diario	Verificación de buenas prácticas de manufactura del personal operativo de la planta antes, durante y después del proceso.
Formato control de revisión de lockers	Porcionado y Derivados	Semanal	Verificación de objetos prohibidos en los casilleros del personal operativo de la planta.
Formato de control diario de calidad de agua potable	Porcionado y Derivados	Tres veces al día	Verificación de parámetros del agua de la llave como pH, alcalinidad, cloro libre, dureza y características organolépticas.
Formato de control de calidad de los vehículos transportadores de agua potable	Porcionado y Derivados	Cada vez que hay racionamiento de agua	Verificación de parámetros del agua de los vehículos transportadores de agua potable como pH, alcalinidad, cloro libre, dureza, características organolépticas y concepto sanitario del vehículo.

3. Metodología

Para realizar el proyecto y así cumplir con el objetivo general, se proponen tres fases primordiales con actividades que asegurarán su cumplimiento; en la Figura 1 se ve el diagrama metodológico.

Figura 2. Diagrama metodológico.



3.1.Fase 1

En esta primera fase se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de la normativa vigente aplicable en procesos de producción de alimentos, específicamente de cárnicos, con el fin de garantizar que los formatos actualizados cumplan con los requisitos establecidos. Se consultaron normativas nacionales e internacionales relevantes, haciendo especial énfasis en la norma ISO 22000, que establece los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad alimentaria.

3.2.Fase 2

En esta fase se llevó a cabo la adaptación, actualización y automatización de los formatos e indicadores utilizados por el área de calidad en la planta. Inicialmente, se revisaron y actualizaron los formatos existentes, adaptándolos a documentos digitales mediante el uso de Excel. Estos formatos fueron almacenados en carpetas organizadas dentro del Google Drive empresarial, clasificadas por tipo de formato y por año o mes, según la frecuencia de diligenciamiento correspondiente. Paralelamente, se realizó un inventario de dispositivos disponibles para garantizar que todo el personal tenga acceso en tiempo real durante todo el turno desde cualquier parte de la empresa.

Una vez adaptados los formatos, se implementaron matrices de fórmulas para automatizar el cálculo de indicadores semanales, mensuales y de porcentajes de cumplimiento diarios. También se aplicaron formatos condicionales y gráficos para facilitar la identificación de incumplimientos. Posteriormente, se realizarán pruebas en planta para evaluar el correcto funcionamiento de los formatos digitales, corregir posibles errores y asegurar que los reportes generados sean precisos.

3.3.Fase 3

La última fase consistió en la elaboración de un instructivo detallado sobre el uso de los nuevos formatos digitales y las herramientas asociadas. Este instructivo explica cómo acceder a los formatos en Google Drive, cómo diligenciarlos correctamente y cómo aprovechar las funcionalidades automáticas de los indicadores. También se explicó al personal del área de calidad detalladamente cómo fue desarrollada la matriz de fórmulas con el fin de que en un futuro éste pueda realizar ajustes a medida que va cambiando el proceso en planta. Esto garantizará que todo el personal esté preparado para adoptar el nuevo sistema y hacerlo de manera eficiente, asegurando su correcta implementación.

4. Resultados

4.1.Fase 1

Esta fase se orientó a verificar que todos los formatos y registros digitalizados queden alineados con las exigencias vigentes en inocuidad y control sanitario para la industria de alimentos, con enfoque en la cadena de productos cárnicos. Se realizó una búsqueda de fuentes primarias y documentos oficiales que regulan los requisitos de gestión, higiene y control a lo largo de todo el proceso productivo. El criterio fue privilegiar normativas y guías de referencia internacional, además de la regulación sanitaria aplicable en Colombia. La intención no fue solo listar obligaciones, sino traducirlas en criterios operativos que orienten el diseño de los formatos, la estructura de datos y los indicadores que se calcularán posteriormente.

En el plano internacional, la norma ISO 22000 en su edición vigente define los requisitos de un sistema de gestión de la inocuidad alimentaria y combina la comunicación interactiva, el enfoque

de sistema y los programas prerequisite con los principios del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control promovidos por el Codex Alimentarius. Esta convergencia es clave para que los formatos no sean listas aisladas, sino soportes coherentes con un sistema que identifica peligros, define controles y verifica su eficacia mediante datos estructurados. La propia ISO 22000 indica que integra los principios y etapas del HACCP del Codex, por lo que fue tomada como guía para estandarizar campos, codificar resultados de verificación y estructurar indicadores que permitan demostrar control efectivo del proceso [1]. En términos prácticos, esto se reflejó en formatos que capturan fecha, etapa o punto de control, criterio evaluado, evidencia de medición y resultado de cumplimiento, de modo que sea posible reconstruir la trazabilidad del análisis de peligros y la verificación de puntos de control a lo largo de la semana y del mes.

El Codex Alimentarius, a través de los Principios Generales de Higiene de los Alimentos CXC 1-1969 y su actualización reciente, consolida las buenas prácticas de higiene y el sistema HACCP como columna vertebral para el diseño de controles en plantas de alimentos [7]. Estas directrices se utilizaron para derivar requisitos operativos que los formatos deben recoger de manera explícita, tales como condiciones de higiene del personal, limpieza y desinfección, control de plagas, integridad de materiales quebradizos y verificación de parámetros de proceso que respaldan la determinación de conformidad. Este marco legitima que cada formato no solo registre una tarea, sino que documente evidencias suficientes para demostrar que la práctica es eficaz, verificable y susceptible de acción correctiva.

Dado que el proyecto se implementa en Colombia, se contrastó la operación con la normativa sanitaria vigente a nivel nacional. La Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social establece requisitos sanitarios para quienes fabrican, procesan, preparan, envasan,

almacenan, transportan, distribuyen o comercializan alimentos, así como lineamientos para notificación, permiso o registro sanitario [8]. Este referente orientó la inclusión de campos que evidencian cumplimiento de buenas prácticas de manufactura, condiciones de infraestructura y procedimientos estandarizados, además de la identificación del responsable y la fecha, indispensables para la trazabilidad documental exigible en inspecciones [7]. A su vez, el Decreto 1500 de 2007 crea el sistema oficial de inspección, vigilancia y control de la carne, productos cárnicos comestibles y derivados, estableciendo requisitos sanitarios e inocuidad en todos los eslabones de la cadena. Para efectos prácticos, esta norma motivó la incorporación de verificaciones específicas de saneamiento, operaciones especiales de limpieza, control de materiales quebradizos, así como el seguimiento de parámetros críticos de proceso y producto que la autoridad sanitaria puede requerir durante auditorías [9].

También se consideró el esquema FSSC 22000 en su versión más reciente (ver figura 3), ampliamente reconocido por clientes y mercados que exigen certificaciones de tercera parte. Este esquema se fundamenta en ISO 22000 y en las especificaciones de programas prerrequisito, como ISO/TS 22002-1 para fabricación de alimentos, y añade requisitos complementarios de diseño documental y control operativo. Su consulta aportó criterios para reforzar la estructura de los formatos, la evidencia mínima que debe conservarse y la lógica de consolidación de indicadores que facilitan la preparación para auditorías de certificación [10].

Figura 3. Esquema FSSC 22000.



Fuente: Adaptado de FSSC Foundation, 2023 [10].

En la práctica, su adopción como referente favorece que los registros digitalizados dialoguen con futuras exigencias de certificación sin requerir rediseños sustantivos [10].

A continuación, en la tabla 3, se presenta una síntesis de los formatos usados en planta, son los respectivos criterios que evalúan y la normativa que cumplen.

Tabla 3. Normativa aplicable en cada formato usado.


Nombre del formato	Criterios que se evalúan	Normativa que se está cumpliendo
Formato de verificación diaria de POES y OS	Correcto procedimiento de POES y OS pre operativos	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 2674 de 2013 (artículos 18, 26) • ISO 22000 (capítulo 8) • Decreto 1500 de 2007 (artículos 13, 69)
Formato de verificación de operaciones especiales de limpieza y desinfección	Correcto procedimiento de POES y OS post operativos	
Formato de verificación de	Correcto procedimiento de OS	

alcalinidad de jabón de lavado de canastas		
Formato de control de plagas	Correcta gestión de control de plagas	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 2674 de 2013 (artículos 6, 7, 26) • Decreto 1500 de 2007 (artículos 13, 26, 69)
Formato de verificación de proceso productivo	Correcto procedimiento de BPM, POES, Temperaturas, Ficha técnica, detección de partículas contaminantes, correcto etiquetado y rotulado.	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 2674 de 2013 (artículos 16, 17, 18, 19, 28) • ISO 22000 (capítulos 8, 9, 10) • Decreto 1500 de 2007 (artículos 8, 26, 42, 69) • Codex alimentarius (capítulos 12, 13, 14)
Formato de verificación de producto terminado		
Formato de verificación producto en proceso		
Formato de control de vidrio y plástico quebradizo	Prevención de elementos posiblemente contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto 1500 de 2007 (artículos 26, 69) • Codex alimentarius (capítulos 16, 17, 18, 19)
Formato de verificación de prácticas higiénicas (BPM)	BPM	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 2674 de 2013 (artículos 5, 11, 12, 14) • Decreto 1500 de 2007 (artículos 15, 69) • Codex alimentarius (capítulos 12)
Formato control de revisión de lockers	BPM	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 2674 de 2013 (artículos 5, 6, 11, 12, 14) • Decreto 1500 de 2007 (artículos 15, 69) • Codex alimentarius (capítulos 12)
Formato de control diario de calidad de agua potable	Verificación de la calidad de agua potable usada en el proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 2674 de 2013 (artículo 6) • Decreto 1500 de 2007 (artículos 13, 69) • Codex alimentarius (capítulos 7, 8)
Formato de control de calidad de los vehículos transportadores de agua potable	Verificación de la calidad de agua potable usada en el proceso	

4.2.Fase 2

En esta fase se transformó la manera de registrar y gestionar la información del área de calidad de la empresa. Los formatos que antes estaban en hojas sueltas (ver ejemplo en figura 4) y ocupaban una gran cantidad de espacio físico de almacenamiento, pasaron a ser archivos digitales construidos en Excel y alojados en Google Drive empresarial (ver apéndice A). El trabajo inició con una revisión minuciosa de cada formato para depurar encabezados, aclarar campos y unificar criterios. A partir de allí se reconstruyeron las plantillas con una estructura clara y estable.

Figura 4. Ejemplo de formato físico escaneado.

		REGISTRO DE CONTROL DE PLAGAS PLANTA DE DERIVADOS						
		CÓDIGO: SIG-FT-168	VERSIÓN: 01	CÓDIGO DOCUMENTO ASOCIADO: SIG-PR-224	FECHA DE EMISIÓN: 30/08/2021			
CONTROL	AREA	PUNTO DE PREVENCIÓN	DIA					
			26-08-21	27-08-21	28-08-21	29-08-21	30-08-21	31-08-21
Roedores	Parquedero	Estación 6B	/	/	/	/	/	
	Parquedero	Estación 7B	/	/	/	/	/	
	Muelle logística	Estación 8B	/	/	/	/	/	
	Muelle logística	Estación 9B	/	/	/	/	/	D
	Muelle logística	Estación 10B	/	/	/	/	/	I
	Muelle logística	Estación 11B	/	/	/	/	/	A
	Pasillo Posterior de la Planta	Estación 1B	/	/	/	/	/	
	Pasillo Posterior de la Planta	Estación 2B	/	/	/	/	/	
	Pasillo Posterior de la Planta	Estación 3B	/	/	/	/	/	N
	Pasillo Posterior de la Planta	Estación 4B	/	/	/	/	/	O
Insectos voladores	Filtro empaque	Lampara 5B	/	/	/	/	/	L
	Filtro area de preparaciones	Lampara 4B	/	/	/	/	/	A
	Bodega de insumos	Lampara 1B	/	/	/	/	/	B
	Oficina de Conductores (logística)	Lampara 7B	/	/	/	/	/	O
	Cafeteria Administrativos	Lampara 2B	/	/	/	/	/	R
	Cafeteria Operativos	Lampara 3B	/	/	/	/	/	A
	Pasillo de vestieres	Lampara 6B	/	/	/	/	/	D
	Camara de feromonas	Camara 1B	/	/	/	/	/	O
	Camara de feromonas	Camara 2B	/	/	/	/	/	
	Camara de feromonas	Camara 3B	/	/	/	/	/	
Insectos rastroso	Todas las areas	Puntos de gel	/	/	/	/	/	
Sifones y Canallinas	Preparaciones	Preparaciones	/	/	/	/	/	
	Embutido	Embutido	/	/	/	/	/	
	Horno	Horno	/	/	/	/	/	
	Empaque	Empaque	/	/	/	/	/	
	Saneamiento	Saneamiento	/	/	/	/	/	
	Pasillos	Pasillos	/	/	/	/	/	
Puertas y Angeos	Todas las áreas	Todas las Areas	/	/	/	/	/	
Responsable del monitoreo			Anderson M	Anderson M	Anderson M	Anderson M	Anderson M	

Cumple: 1 No cumple: 0

Verificado por: Jessica Gomez B.

Para que el registro sea verdaderamente en tiempo real, se levantó un inventario de los dispositivos disponibles en planta y se verificó su ubicación y uso durante los turnos, resultando en un total de siete computadores y tres dispositivos electrónicos táctiles portátiles (iPad). Con ello se garantizó que el personal de porcionado y de derivados pueda diligenciar los formatos desde su puesto de trabajo o desde la planta y que la información quede disponible al instante para consulta y análisis. Esta digitalización no se limitó a pasar contenidos al computador, se definió un mismo

lenguaje de datos para todos los formatos con columnas simples y comprensibles como fecha, área o punto, criterio o medición, valor, resultado de cumplimiento y observaciones, además del responsable del registro. Se adoptó una codificación homogénea del resultado donde “1” o “C” representa cumple, “0” o “NC” representa no cumple y “N.O” representa no observado. Gracias a esta estandarización los datos de procesos diferentes se pueden consolidar sin esfuerzo y se comparan con facilidad entre semanas y entre áreas. El flujo de llenado de la información también está estandarizado; al inicio del turno el auxiliar de calidad abre el formato vigente y registra en tiempo real los campos fecha, área o punto de control, criterio o medición, valor, resultado (C/NC o 1/0), observación y responsable, cada uno según la frecuencia de diligenciamiento de cada formato descrita en la tabla 1. Las validaciones incorporadas —listas desplegables, rangos objetivo y obligatoriedad de campos— evitan datos ambiguos o incompletos. Al cierre del turno, el coordinador de calidad de cada área realiza la verificación de dichos formatos y adjunta la firma digital.

Una vez definidas las plantillas, se incorporaron matrices de fórmulas que convierten los registros en indicadores sin cálculos manuales (ver apéndice B y C). Los archivos calculan porcentajes de cumplimiento diario, promedios semanales y acumulados mensuales. Integran el desempeño de POES y de Operaciones Sanitarias en un promedio de saneamiento y muestran conteos de no conformidades representativas por tipo y por causa. En los controles basados en medición, como alcalinidad del jabón, pesos o temperaturas, se fijaron rangos objetivo mediante la aplicación de reglas de formato condicional para que la propia hoja de cálculo clasifique cada lectura como conforme o no conforme. Para facilitar la lectura y la acción oportuna se añadieron gráficos que resaltan tendencias y desviaciones. Estas mejoras reducen errores, eliminan el retrabajo de transcribir y permiten que la información circule de manera confiable desde quien

registra hasta quien decide. En la tabla 4 se observan los rangos aplicados en los formatos mediante reglas de formato condicional.

Tabla 4. Rangos y criterios evaluados en los formatos.

Dato o parámetro tomado	Rango/criterio evaluado
Buenas prácticas de manufactura (BPM)	Cumple / No cumple
Correcto procedimiento de POES y OS	Cumple / No cumple
Características organolépticas de las materias primas cárnicas y producto en proceso	Cumple / No cumple
Correcto etiquetado o rotulado	Cumple / No cumple
Cumplimiento en ficha técnica (pesos, longitudes, composición del producto)	Pesos, longitudes y composición varía dependiendo de la referencia
pH de la solución de jabón para lavado de canastas	pH entre 5 y 9
Temperatura de las materias primas cárnicas, producto en proceso o terminado	Entre 0°C y 4°C para materias primas, producto en proceso y producto terminado. Entre -1°C y -2°C para producto templado en proceso. Mayor a 73°C para producto en cocción.
Temperatura ambiente del cuarto	Entre 0°C y 4°C para cuartos de recepción y almacenamiento de materia prima o almacenamiento producto en proceso o terminado. Máximo 10°C para cuartos de áreas de proceso.
Condición del agua potable	Dureza y alcalinidad: Máximo 120 ppm pH: entre 6.5 y 9.0 Cloro libre: entre 0.3 y 2.0 ppm Características organolépticas: Cumple/No cumple
Concentración de las soluciones desinfectantes	Entre 200 a 300 ppm

La digitalización cubrió de manera integral las rutinas de Porcionado y de Derivados, en Porcionado quedaron activos los controles de POES y de Operaciones Sanitarias organizados por

semanas, las operaciones especiales de limpieza y desinfección, la verificación de alcalinidad del jabón en el lavado de canastas, el control de vidrio y plástico quebradizo, el monitoreo de plagas y la verificación del proceso productivo por etapas. En Derivados, además de POES y de Operaciones Sanitarias y de los registros de limpieza y plagas, se implementaron las verificaciones de producto en proceso y de producto terminado que aportan evidencia para cerrar lote con seguridad. Como soporte común a ambas áreas se digitalizaron las listas de verificación de Buenas Prácticas de Manufactura, la revisión de lockers del personal y el control de vehículos transportadores de agua potable. Todo ello comparte estructura y codificación, por lo que alimenta los mismos indicadores y se consolida sin pasos adicionales.

El cambio se traduce en un circuito de información que va del punto de control a la decisión con una sola digitación. La validación de campos impide que se registren datos incompletos o ambiguos y la codificación unificada de cumple y no cumple evita discrepancias que antes impedían sumar resultados. El reporte semanal integra los indicadores clave y muestra el porcentaje de POES, el porcentaje de Operaciones Sanitarias y el promedio de saneamiento para cada área, junto con el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura, los hallazgos de plagas y el estado de vidrio y plástico. Con esta vista es posible responder con rapidez cómo cerró la semana, cuáles fueron las no conformidades representativas y dónde conviene intervenir primero.

Los formatos ya sea digitales o físicos solicitan volúmenes amplios de información que reflejan la operación real. En Derivados se cuentan con formatos como verificación de POES y de OS por encima de mil casillas por diligenciar. El monitoreo de plagas contiene más de doscientas sesenta casillas y las verificaciones de producto terminado superan las doscientas cuarenta, mientras que el control de producto en proceso agrupa decenas de mediciones ligadas a lote. En formatos como

verificación de Buenas Prácticas de Manufactura, se requieren más de cuatrocientas cincuenta casillas por diligenciar, más de trescientas cincuenta en revisión de lockers y varias decenas en el seguimiento de vehículos de agua potable. Estos números no se presentan como una meta en sí mismos, sino como prueba de que los formatos digitales permiten consolidar, contar, comparar y graficar grandes volúmenes de información cálculos manuales.

El impacto más visible de la implementación de este sistema sería en la eficiencia, la cual se puede cuantificar comparando periodos pre-digitalización y post-digitalización mediante: (i) tiempo de transcripción eliminado, (ii) tasa de error de registro, (iii) tiempo de consulta para trazabilidad, (iv) tiempo de cierre de los, (v) consumo de papel y (vi) duplicidad de registros.

Como etapa final de esta fase se realizan pruebas en planta para verificar el flujo real de diligenciamiento durante los turnos, ajustar textos de encabezados y validar que cada indicador se actualiza como se espera. Con estos ajustes el reporte semanal queda listo para su uso operativo y ejecutivo. La digitalización convirtió los formatos en herramientas de gestión. El área de calidad mide con el mismo estándar en Porcionado y en Derivados, consolida sin retrabajo, detecta desviaciones a tiempo y cuenta con evidencia ordenada para demostrar cumplimiento. El resultado es una operación más ágil, con menos errores y con decisiones que se apoyan en datos confiables y disponibles cuando se necesitan.

4.3.Fase 3

La última fase se centró en asegurar que el sistema digital no solo exista, sino que se use correctamente y se mantenga en el tiempo. Para ello se elaboró un instructivo claro y detallado que explica el propósito de cada registro, el modo de acceso, la forma correcta de diligenciar la información y la manera de preservar la coherencia de los indicadores automatizados (ver apéndice

D). El documento parte de una idea sencilla: cualquier integrante del área de calidad debe poder abrir el formato correcto, registrar la información en el momento oportuno y generar la evidencia que el sistema necesita para calcular porcentajes y consolidar reportes sin manipulaciones adicionales. En términos de acceso, el instructivo guía el ingreso desde los dispositivos de planta a la cuenta corporativa de Google y describe la ruta de navegación dentro de la unidad compartida hasta llegar a la carpeta de registros digitales, de modo que la búsqueda sea rápida y la edición se realice siempre sobre la versión vigente del archivo. Los archivos se van guardando en en la nube del Google Drive corporativo cada uno en su carpeta para cada tipo de formato y con su subcarpeta para año, mes o semana, dependiendo de la frecuencia de guardado de cada uno de ellos (ver tabla 5), en este sentido, se van nombrando los archivos teniendo en cuenta esta frecuencia, ya sea diaria con la fecha del día que se diligenció ese archivo, semanal con el número de semana y mensual con el mes correspondiente.

Tabla 5. Frecuencia de guardado en la nube para cada formato.

Área	Formato	Frecuencia de guardado
Porcionado	Formato de verificación diaria de POES y OS	Semanal
	formato de control de plagas	Semanal
	Formato de verificación de proceso productivo	Diario
	Formato de verificación de operaciones especiales de limpieza y desinfección	Mensual
	Formato de verificación de alcalinidad de jabón de lavado de canastas	Mensual
	Formato de control de vidrio y plástico quebradizo	Mensual

Derivados	Formato de verificación diaria de POES y OS	Semanal
	Formato de control de plagas	Semanal
	Formato de verificación de operaciones especiales de limpieza y desinfección	Mensual
	Formato de control de vidrio y plástico quebradizo	Mensual
	Formato de verificación de producto terminado	Diario
	Formato de verificación producto en proceso	Diario
Ambas	Formato de verificación de prácticas higiénicas (BPM)	Semanal
	Formato control de revisión de lockers	Mensual
	Formato de control de calidad de los vehículos transportadores de agua potable	Cada vez que se complete la pestaña del Excel

Esta orientación explícita reduce errores de ubicación, evita duplicidades y acelera la disponibilidad de la información para los reportes semanales y mensuales.

El corazón del instructivo es el paso a paso para diligenciar los formatos sin romper la lógica de automatización, el documento insiste en no manipular fórmulas ni hojas de cálculo, puesto que allí reside la matriz que convierte datos en indicadores y que, si es alterada, podría distorsionar el porcentaje de cumplimiento, el promedio de saneamiento o cualquier consolidado temporal utilizado por la jefatura y por auditoría. Esta pauta es esencial para preservar la integridad del sistema y garantizar comparabilidad entre semanas y áreas.

Un segundo eje operativo del instructivo es la formalización de la firma digital como parte de la evidencia. Se proponen dos caminos complementarios para adjuntarla, de acuerdo con el punto de captura y el dispositivo disponible. Desde los dispositivos electrónicos táctiles de planta se sugiere incorporar la firma como imagen en la celda correspondiente mediante las funciones nativas del equipo. Desde computador, el documento indica cómo utilizar Adobe Acrobat para crear o insertar la firma en archivos exportados a PDF, con la posibilidad de ajustar el tamaño y la ubicación para que quede dentro del espacio previsto por el formato. Este procedimiento asegura que cada registro conserve el vínculo con la persona responsable del diligenciamiento o de la verificación y aporta seguridad jurídica y operativa al conjunto documental, en línea con las exigencias de inspección, vigilancia y control.

El instructivo también define la política de resguardo en PDF al cierre de la actividad o del periodo, con rutas claras en la unidad compartida para archivar la copia controlada y con las frecuencias específicas por tipo de registro y por planta mencionadas anteriormente en la tabla 5. Así, las verificaciones diarias de proceso y los formatos de producto terminado se guardan cada día, los seguimientos semanales como POES y Operaciones Sanitarias y control de plagas se consolidan y exportan al cierre de semana, mientras que verificaciones de menor frecuencia como vidrio y plástico quebradizo, alcalinidad del jabón y operaciones especiales de limpieza se preservan en cortes mensuales. En formatos como Buenas Prácticas de Manufactura, revisión de lockers y control de vehículos transportadores de agua, el instructivo fija la periodicidad de exportación para que los datos estén completos y listo para consulta, reporte o auditoría sin depender de recordatorios informales. Al término de cada semana se asigna expresamente la verificación de que todo haya sido diligenciado y archivado en la carpeta correspondiente y, ante cualquier novedad, se instruye reportar por correo en el consolidado semanal de formatos. Con ello

se evita la pérdida de información, se reduce el riesgo de discrepancias entre hojas de cálculo y repositorios y se facilita el seguimiento de acciones correctivas.

La fase se cerró con una explicación detallada a los coordinadores de calidad de cómo fue construida la matriz de fórmulas que sostiene los indicadores, con énfasis en la relación entre las celdas de entrada, la codificación de cumplimiento con uno y cero y los rangos objetivo que, en controles de medición, determinan de forma automática si una lectura es conforme o no conforme. La intención es doble, por un lado, empoderar al personal para entender por qué un indicador ofrece determinado porcentaje y cómo leerlo con criterio técnico. Por otro, entregar elementos para que, cuando el proceso cambie y sea necesario ajustar un criterio, un rango o una regla de validación, el área pueda hacerlo en forma controlada y sin comprometer la integridad del sistema. Durante estas sesiones se reforzó el principio de proteger celdas con fórmulas, documentar cualquier modificación con versión y fecha y mantener el instructivo como fuente de verdad para las prácticas de registro y para la política de archivo en PDF. El resultado práctico es un sistema que no depende de una sola persona, sino de una comunidad de usuarios que conoce su funcionamiento, cuida sus reglas y es capaz de sostenerlo y mejorarlo en el tiempo.

5. Conclusiones

En la revisión bibliográfica de la normatividad nacional e internacional aplicable al aseguramiento de la calidad y trazabilidad de productos cárnicos se identificó que la legislación colombiana como el decreto 1500 de 2007 y la resolución 2674 de 2013 está alineada con estándares internacionales como la ISO 22000 y FSSC 22000. Estas normativas establecen parámetros claros que garantizan la inocuidad, trazabilidad y confiabilidad de los registros, lo que

evidencia la necesidad de implementar sistemas digitales que fortalezcan el cumplimiento y reduzcan riesgos asociados a errores de registro manual.

En cuanto la adaptación y actualización de formatos digitales, la estandarización de 19 formatos y su disponibilidad en 10 dispositivos hacen posible un seguimiento en tiempo real, eliminan duplicidades y habilitan la consolidación automática de información en una sola digitación. Además, la automatización de 7 indicadores de cumplimiento aporta lectura inmediata de tendencias y soporte para la acción correctiva oportuna; la cobertura actual en Porcionado y Derivados garantiza comparabilidad entre áreas.

Finalmente, en relación con la elaboración de los instructivos para el uso del nuevo sistema, se desarrollaron guías prácticas y visuales dirigidas al personal de calidad, que explican de manera clara los pasos de diligenciamiento y verificación de los formatos digitales. Gracias a ello, se asegura una apropiada capacitación del personal, una rápida adaptación al sistema, la perdurabilidad del sistema en el tiempo y un seguimiento más eficiente de los procesos en tiempo real.

El proyecto deja a la planta en una posición más robusta para afrontar auditorías, responder a clientes y escalar la solución a otras líneas. La arquitectura de formatos y reportes se puede replicar y adaptar con rapidez, ya que su lógica es clara y su estructura es estable. La inversión realizada se traduce en una operación más ágil, con menor probabilidad de error y con indicadores disponibles a la velocidad que la gestión necesita.

Bibliografía

- [1] International Organization for Standardization. ISO 22000:2018. Food safety management systems: Requirements for any organization in the food chain. Geneva: ISO; 2018 [Internet]. [cited 2025 Sep 1]. Available from: <https://www.iso.org/standard/65464.html>
- [2] J. Fernández Mateo, “¿CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL? EL RETO DE LA DIGITALIZACIÓN Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES Y ANTROPOLÓGICAS.”, Rev. Diecisiete, vol. 04, ABRIL 2021, pp. 31–45, marzo de 2021. Accedido el 30 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.36852/2695-4427_2021_04.01
- [3] J. A. González Sigala, V. A. Domínguez Ríos, J. R. Arroyo Ávila, and M. del R. de F. Alvidrez Diaz, “El futuro es hoy: Industria 4.0 y su contribución al desarrollo productivo y social,” *Tecnociencia Chihuahua*, vol. 18, no. 3, pp. e1615-, 2024, doi: 10.54167/tch.v18i3.1615.
- [4] Docuten, "Digitalización administrativa para el sector alimentario," Docuten, agosto de 2021. [En línea]. Disponible: https://docuten.com/wp-content/uploads/2021/08/Whitepaper_Alimentaci%C3%B3n-.pdf. [Accedido: 30 de marzo de 2025].
- [5] Naciones Unidas, *Objetivos de Desarrollo Sostenible: 9. Industria, innovación e infraestructura*, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>

- [6] J. Granados, Coordinador de Calidad, "PROGRAMA DE VERIFICACIÓN BOGOTÁ SIG-PG-003", programa de verificación, AGROPECUARIA ALIAR S.A., 26 de junio de 2021.
- [7] FAO; WHO. General principles of food hygiene. CXC 1-1969. Rome: Codex Alimentarius Commission; 2020 [Internet]. [cited 2025 Sep 8]. Available from: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6866dc55-d2c0-48dd-a528-a4d634f1b0b4/content>
- [8] Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2674 de 2013, por la cual se reglamentan los requisitos sanitarios para alimentos y establecimientos. Bogotá, D. C.: MinSalud; 2013 [Internet]. [cited 2025 Sep 1]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>
- [9] República de Colombia. Decreto 1500 de 2007, por el cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de carnes y productos cárnicos comestibles. Bogotá, D. C.: Ministerio de la Protección Social; 2007 [Internet]. [cited 2025 Sep 1]. Available from: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/col74758.pdf>
- [10] FSSC Foundation. FSSC 22000 Scheme, version 6. Wageningen: Foundation FSSC; 2023 [Internet]. [cited 2025 Sep 1]. Available from: <https://www.fssc.com/fssc-22000/documents/fssc-22000-version-6/>

Apéndices

Apéndice A. Formatos digitales entregados a la empresa

Para acceder a la carpeta con todos los formatos digitales entregados a la empresa hacer click en el siguiente link:

<https://drive.google.com/drive/folders/14nT1Q2bWxFvGub5lsZCOqelNKQgKc8XU?usp=sharing>

Apéndice B. Matriz de fórmulas para evaluar los cumplimientos e incumplimientos de temperaturas en el formato de verificación de proceso productivo planta de porcionado.

Figura 5. Matriz de fórmulas.

Criterio	Cumplimiento											
Temperatura de materias primas cárnicas (medir)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura ambiente cuarto de recepción (visor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura de materia prima cárnica (medir)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura ambiente del cuarto (visor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura de materia prima y/o producto en proceso (medir) "L"	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura ambiente del cuarto de almacenamiento "L" (visor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura cuarto de conservación (visor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura del área de proceso 1 (visor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura del área de proceso 2 (visor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura del área de proceso 3 (visor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura de producto en proceso manual (medir)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura de producto en proceso mecánico (medir)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatura de producto previo al empaque (medir)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL INCUMPLIMIENTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 6. Ejemplo de aplicación de fórmula.

Temperatura del área de proceso 1 (visor)

=SI(F26<=10; 1;0)+CONTAR.SI(F26;"N.O")

La matriz de fórmulas en este formato usa funciones de Excel como 'SÍ()' y 'CONTAR.SI()' con el fin de darle un valor de '1' a cada cumplimiento y un valor de '0' a cada incumplimiento al diligenciar el dato de la temperatura tomado en planta en un intervalo de tiempo de cada dos horas, dependiendo del rango de temperatura ideal para cada criterio, definidos en la tabla 4, con el fin de tener un conteo de cumplimientos e incumplimientos y así poder calcular los indicadores de cumplimiento. Adicionalmente, si el dato en ese intervalo de tiempo no fue tomado, al escribir "N.O" la fórmula no lo contará como un incumplimiento y no tendrá en cuenta esa casilla para el cálculo del porcentaje de cumplimiento de ese intervalo de dos horas.

Apéndice C. Descripción y cálculo de los indicadores.

El indicador de cumplimiento de BPM permite verificar en qué grado se están cumpliendo los criterios establecidos como buenas prácticas de manufactura, este indicador permite analizar la eficacia del sistema de capacitación de BPM en cumplimiento con los artículos 12 y 13 de la resolución 2674 de 2013 [8]. Se tienen actualmente once criterios asociados a higiene del personal operativo, adecuado uso de los implementos de protección personal y prohibición de entrada de objetos a planta. En el formato de verificación de prácticas higiénicas plantas se calcula un porcentaje de cumplimiento semanal para cada criterio evaluado en el personal operativo mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de cumplimiento BPM} = \frac{\text{cantidad de cumplimientos}}{\text{cantidad de personal inspeccionado}} \quad (\text{ec. 1})$$

Se inspeccionan en cada turno un total de cuatro personas del personal operativo de forma aleatoria entre antes del proceso, durante el proceso o después del proceso, para un total de doce personas inspeccionadas durante los tres turnos (mañana, tarde y noche). Finalmente, se realiza un promedio mensual de cada criterio con los porcentajes de cumplimiento semanales con la función ‘promedio()’. Paralelamente, se calcula de la misma forma el indicador de aseo de lockers del personal operativo, con el objetivo de evitar focos de contaminación provenientes de objetos ingresados a la empresa.

El indicador de cumplimiento de POES y OS por otro lado, permite verificar en qué grado se están realizando correctamente las operaciones de limpieza y desinfección de las diferentes superficies. Se calcula el porcentaje de cumplimiento semanal para los POES y OS mediante las siguientes fórmulas.

$$\% \text{ de cumplimiento POES} = \frac{\text{cantidad de cumplimientos}}{\text{cantidad de superficies evaluadas}} \quad (\text{ec. 2})$$

$$\% \text{ de cumplimiento OS} = \frac{\text{cantidad de cumplimientos}}{\text{cantidad de superficies evaluadas}} \quad (\text{ec. 3})$$

Finalmente se calcula un porcentaje semanal de saneamiento general, el cual se calcula mediante el promedio de los porcentajes de cumplimiento de POES y OS con la función ‘promedio ()’.

Adicionalmente, se calculan porcentajes de cumplimiento en el formato de verificación de proceso productivo planta de porcionado cada dos horas mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{cantidad de cumplimientos}}{\text{cantidad de criterios evaluados}} \quad (\text{ec. 4})$$

Apéndice D. Instructivo para el diligenciamiento

Para acceder al instructivo para el diligenciamiento de los formatos entregado a la empresa hacer click en el siguiente link:

https://drive.google.com/drive/folders/1YVbNd5imVjfSY_pQ9A59TYyNcKTIVDN3?usp=sharing