

**Propuesta de Implementación de un Sistema APPCC para la mejora de la Seguridad
Alimentaria y la Gestión de Alérgenos en una Panadería Artesanal**

Anna Llinàs Tomás

Michelle Monserrat Zúñiga Arellano

Instituto Europeo de Posgrado

Trabajo Fin de Estudios

Tutora: Alexandra Céspedes

26 de marzo de 2026

Índice

1. Resumen	3
2. Abstract	5
3. Introducción	7
3.1. Objetivo general	9
3.2. Objetivos específicos	9
3.3. Metodología	10
3.3.1. Identificación y análisis del problema	10
3.3.2. Planificación de la solución	11
3.3.2. Definición de alcance y recursos	11
4. Identificación y descripción de un problema en el interior de la organización	11
4.1. Descripción de la empresa a intervenir	13
4.1.1. Misión	13
4.1.2. Visión	13
4.1.3. Mapa de procesos	14
4.1.4. Descripción del proceso a intervenir	17
4.1.5. Descripción del problema que presenta el proceso	21
5. Establecimiento de planes de acción para la solución del problema	24
5.1. Establecimiento de objetivos	24
5.2. Descripción de la solución	25
5.3. Secuencia de actividades para ejecución de la solución	26
5.4. Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución	28
6. Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.	29
6.1. Alcance final de la solución	30
6.2. Identificación de responsables de las actividades para ejecución	31
6.3. Cronograma de ejecución	34
6.4. Presupuesto	37
7. Referencias bibliográficas	39

1. Resumen

La seguridad alimentaria es un aspecto clave en la protección de la salud pública y en el cumplimiento normativo dentro del sector alimentario. En el contexto de las panaderías artesanales, la diversidad de productos, la manipulación manual y el uso simultáneo de ingredientes con potencial alergénico incrementan el riesgo de contaminación cruzada. En la panadería ficticia “La Espiga Dorada”, se identifica como problema principal la ausencia de un sistema APPCC formalmente estructurado, lo que dificulta la identificación de peligros, el control de alérgenos y la demostración del cumplimiento de la normativa vigente.

El objetivo de esta propuesta es diseñar e implementar un sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) adaptado a las características operativas de la panadería, con el fin de mejorar la gestión de riesgos alimentarios y optimizar la gestión de alérgenos en el proceso productivo.

El enfoque metodológico se basa en la investigación-acción, desarrollada en tres etapas: diagnóstico del problema mediante análisis del proceso y causas raíz, planificación de la solución a través de un plan estructurado de actividades y definición del alcance, recursos, cronograma y responsables. Este enfoque permite una intervención sistemática, participativa y ajustada a la realidad organizativa.

Como principales resultados, se espera que la implementación del sistema APPCC permita identificar y controlar los peligros biológicos, químicos y físicos, establecer puntos críticos de control, reducir el riesgo de presencia no intencionada de alérgenos y mejorar la trazabilidad y documentación. Asimismo, se prevé fortalecer la cultura de seguridad alimentaria,

garantizar el cumplimiento normativo y aumentar la confianza del consumidor, contribuyendo a una mejora integral del desempeño operativo de la empresa.

Palabras clave: seguridad alimentaria, APPCC, panadería artesanal, gestión de alérgenos, contaminación cruzada, inocuidad alimentaria, control de riesgos.

2. Abstract

Food safety is a key aspect of public health protection and regulatory compliance within the food sector. In the context of artisanal bakeries, product diversity, manual handling, and the simultaneous use of ingredients with allergenic potential increase the risk of cross-contamination. At the fictional bakery “La Espiga Dorada,” the main problem identified is the absence of a formally structured HACCP system, which hinders hazard identification, allergen control, and the demonstration of compliance with current regulations.

The objective of this proposal is to design and implement a Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) system adapted to the bakery’s operational characteristics, with the aim of improving food safety and optimizing allergen management in the production process. The methodological approach is based on action research, carried out in three stages: diagnosis of the problem through process analysis and root cause analysis; planning of the solution through a structured plan of activities; and definition of the scope, resources, timeline, and responsible parties. This approach allows for a systematic, participatory intervention tailored to the organizational reality.

The main expected outcomes of implementing the HACCP system include identifying and controlling biological, chemical, and physical hazards; establishing critical control points; reducing the risk of cross-contamination; and improving traceability and documentation. Additionally, the initiative is expected to strengthen the food safety culture, ensure regulatory compliance, and increase consumer confidence, thereby contributing to an overall improvement in the company’s operational performance.

Keywords: food safety, HACCP, artisan bakery, allergen management, cross-contamination, food safety, risk control.

3. Introducción

La seguridad alimentaria constituye un elemento esencial para garantizar la protección de la salud pública y la confianza de los consumidores dentro de la cadena alimentaria. La complejidad, cada vez mayor, de los sistemas de producción, distribución y comercialización de los alimentos ha incrementado la necesidad de establecer mecanismos que sean capaces de garantizar la inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano (Motarjemi & Lelieveld, 2014). En España, la Ley 17/2011, de seguridad alimentaria y nutrición, establece el marco jurídico para asegurar la protección de la salud pública mediante la prevención y la gestión de riesgos asociados a los alimentos.

En el ámbito europeo, el Reglamento (CE) n.º 853/2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios determina la obligación de los operadores alimentarios de implantar procedimientos permanentes basados en los principios del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). El enfoque preventivo propio de estos sistemas ha sido reconocido internacionalmente como una herramienta eficaz en la identificación, la evaluación y el control de peligros significativos en la industria alimentaria. Conforme con el estudio de Varghese et al. (2022), la aplicación del APPCC permite mejorar la trazabilidad, optimizar la gestión documental y reforzar la cultura de la seguridad alimentaria.

La protección de la salud pública en el ámbito alimentario no se limita exclusivamente al control de peligros microbiológicos, sino que incluye otros riesgos que han adquirido especial relevancia en las últimas décadas. Entre ellos, las alergias alimentarias se han consolidado como un problema creciente. Diversos estudios epidemiológicos estiman que la prevalencia global de alergias alimentarias se sitúa entre el tres y el cinco por ciento de la población, alcanzando cifras superiores en la población infantil de países desarrollados (Forero Molina et al., 2025). La exposición accidental a alérgenos, incluso en cantidades

mínimas como trazas, puede acabar en reacciones adversas que van desde manifestaciones leves a episodios graves de anafilaxia (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [AESAN], 2026).

Dentro del sector de la alimentación, las empresas de panadería artesanal presentan características particulares que incrementan la complejidad de los controles higiénicos y sanitarios. La elaboración diaria de una variedad amplia de productos, la manipulación manual y la utilización de diversas materias primas al mismo tiempo, generan un escenario propenso a la aparición de peligros biológicos, químicos y físicos en caso de no aplicar controles sistémicos adecuados que los prevengan. Diferentes investigaciones señalan que la implementación de un sistema estructurado de gestión de la calidad y las condiciones higiénico-sanitarias son esenciales para reducir riesgos y mejorar la eficiencia operativa en establecimientos de panificación (Bukhovets et al., 2022).

Asimismo, los productos de panadería usan frecuentemente ingredientes con alto potencial alergénico como gluten, huevos, leche o frutos secos; esto supone un desafío adicional para estos establecimientos. La contaminación cruzada puede provocar reacciones adversas graves en los consumidores sensibles, lo que convierte a la gestión de alérgenos en un elemento prioritario dentro de la seguridad alimentaria (Đonović & Radević, 2024).

En este contexto, el marco normativo español incorpora regulaciones específicas dirigidas al sector panadero. Es el caso del Real Decreto 308/2019, de 26 de abril, por el que se aprueba la norma de calidad para el pan. El objetivo principal de dicha norma es adaptar la legislación a la evolución tecnológica en la elaboración del pan y a las demandas del consumidor. Refuerza aspectos relacionados con la calidad del producto, la transparencia comercial y la correcta información alimentaria. Estas exigencias aumentan la necesidad de que las empresas adopten sistemas preventivos capaces de demostrar el cumplimiento

normativo y garantizar procesos productivos seguros que no pongan en peligro la salud de los consumidores.

A pesar de este marco normativo y del conocimiento científico disponible, muchas panaderías artesanales de pequeño tamaño continúan operando con controles basados en la experiencia práctica y no poseen un sistema APPCC debidamente estructurado. Esta situación puede limitar la capacidad de la empresa de identificar puntos críticos del proceso, gestionar adecuadamente la contaminación indirecta y evidenciar el cumplimiento de las obligaciones legales.

En consecuencia, desde un enfoque investigación-acción, este proyecto propone una propuesta de implementación de un sistema de control APPCC adaptado a las características operativas de una panadería artesanal, La Espiga Dorada, orientado a mejorar la gestión de riesgos alimentarios y fortalecer la gestión de alérgenos mediante el análisis del proceso productivo, la identificación de peligros y el diseño de procedimientos productivos adecuados.

3.1. Objetivo general

El objetivo principal del proyecto es desarrollar una solución operativa al problema de las deficiencias detectadas en la gestión de la seguridad alimentaria dentro del proceso productivo de una panadería artesanal ficticia denominada La Espiga Dorada.

3.2. Objetivos específicos

Para cumplir con el objetivo general, se han establecido tres objetivos específicos:

1. Realizar una identificación detallada del problema en su contexto organizacional, determinando causas raíz y evaluando su impacto en el desempeño general del proceso.
2. Diseñar un plan de acción estructurado con objetivos claros, actividades específicas y recursos definidos para la ejecución de la solución.

3. Establecer el alcance de la intervención, definiendo responsables, cronograma y presupuesto, para asegurar que la implementación sea organizada y efectiva.

3.3. Metodología

El proyecto se desarrolla mediante la metodología de investigación-acción, la cual facilita la colaboración continua entre el equipo de estudiantes y la docente asesor. Esta metodología permite desarrollar un enfoque sistemático para identificar problemas, formular hipótesis y aplicar soluciones en un contexto real, ajustando las estrategias conforme se avanzaba en el proyecto. La investigación-acción proporciona un marco flexible y participativo para ejecutar el proyecto de manera estructurada, generando una intervención bien fundamentada y con alto potencial de impacto.

El desarrollo del proyecto se estructura en tres etapas secuenciales, cada una de las cuales aborda un aspecto específico de la intervención. En la primera etapa, se identifica y analiza el problema organizacional, incluyendo una descripción detallada de la organización, su misión, visión y el proceso específico afectado. La segunda etapa se centra en la planificación de la solución, estableciendo objetivos y actividades concretas para abordar el problema. En la tercera fase, se definen aspectos operativos como el cronograma, el presupuesto y la asignación de roles.

3.3.1. Identificación y análisis del problema

En la primera etapa, se realiza un análisis exhaustivo de la organización y del contexto en el cual se desarrolla el proceso afectado. Se documenta el problema identificando sus causas raíz, efectos y puntos críticos que afectan el desempeño del proceso. Este diagnóstico inicial es esencial para estructurar la solución y asegurar que la intervención responda de manera precisa a las necesidades de la organización.

El diagnóstico se basa en la observación técnica del flujo de trabajo, la revisión de las prácticas higiénico-sanitarias habituales y el análisis documental existente, con el objetivo de detectar las deficiencias relacionadas con la gestión de la seguridad alimentaria y el control de alérgenos. Asimismo, se aplica un análisis de causa-raíz que permita identificar factores organizativos asociados a la ausencia de un sistema APPCC formalmente estructurado, evaluando su impacto sobre la trazabilidad, la prevención de la contaminación cruzada y la capacidad de demostrar el cumplimiento normativo.

3.3.2. Planificación de la solución

En la segunda etapa, se desarrolla un plan de acción detallado como propuesta a la solución del problema identificado. Se incluye la definición de objetivos específicos y una secuencia de actividades que permitiría mitigar o resolver el problema identificado. Esta fase incluye el diseño de una estrategia de ejecución organizada y estructurada que facilita el logro de los objetivos propuestos y maximiza la eficiencia del proceso intervenido. La planificación detallada de actividades y recursos ha sido clave para asegurar una implementación precisa y efectiva.

3.3.2. Definición de alcance y recursos

La tercera etapa se enfoca en delimitar el alcance de la intervención y los recursos necesarios. Se establecen responsables para cada actividad, y se elabora un cronograma de ejecución para controlar el avance de la implementación. Asimismo, se desarrolla un presupuesto en el que se detallan los costos asociados a cada fase, permitiendo optimizar la asignación de recursos. Esta fase asegura que todas las variables críticas estén alineadas para una ejecución sin interrupciones.

4. Identificación y descripción de un problema en el interior de la organización

La Espiga Dorada es una panadería artesanal que se dedica a la elaboración de productos de panadería y bollería, destacándose por el uso de materias primas de alta calidad y una venta directa al consumidor. La empresa valora la inocuidad alimentaria y la satisfacción del cliente; sin embargo, a pesar de este enfoque en la calidad, se ha identificado un problema crítico en el área de gestión de alérgenos y contaminación cruzada dentro de su proceso productivo, específicamente en el departamento de producción.

El principal problema dentro de la organización es la ausencia de un sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) formalmente estructurado en el proceso de elaboración, generando dificultades para controlar los riesgos asociados a la contaminación indirecta entre ingredientes con alérgenos y aquellos sin. A pesar de que la panadería utiliza materias primas de calidad, la falta de control adecuado sobre ingredientes alergénicos representa un peligro para la salud de los consumidores y un riesgo de incumplimiento de normativas sanitarias.

Se pueden identificar algunas causas raíces:

1. Falta de un sistema APPCC estructurado: esto dificulta la identificación y control de puntos críticos en el proceso productivo.
2. Ausencia de procedimientos estandarizados para el manejo de alérgenos: La manipulación de ingredientes con un perfil alergénico, como trigo, nueces y lácteos, no está completamente regulada dentro de los procesos de producción, aumentando el riesgo de contaminación cruzada.
3. Capacitación insuficiente del personal.

Algunos efectos de este problema son los riesgos a la salud del consumidor, ya que la presencia no intencionada de alérgenos puede generar reacciones alérgicas graves en los

consumidores, lo que afectaría la reputación de la empresa y la confianza del consumidor. Asimismo, el cumplimiento normativo se encuentra comprometido por la falta de un sistema de gestión alimentaria formalmente estructurado.

El impacto de este problema es significativo en el desempeño general del proceso productivo y en el cumplimiento de los objetivos organizacionales. La falta de un sistema adecuado de seguridad alimentaria no solo pone en riesgo la salud de los consumidores, sino que también afecta la eficiencia operativa y la credibilidad de la empresa. Lo cual va en contra de ofrecer productos que cumplan con altos estándares de calidad, inocuidad y satisfacción del cliente.

4.1.Descripción de la empresa a intervenir

4.1.1.Misión

La Espiga Dorada se dedica a la elaboración de productos de panadería y bollería artesanal, utilizando materias primas de alta calidad para ofrecer productos frescos. Nos comprometemos a vender directamente al consumidor, garantizando un trato cercano y personalizado. Nuestra empresa se encuentra comprometida con la seguridad alimentaria, asegurando altos estándares de calidad y trazabilidad. Además, nos enfocamos en la satisfacción del cliente, brindando productos que cumplen con sus expectativas de sabor, calidad y seguridad.

4.1.2.Visión

En el futuro, La Espiga Dorada busca mejorar continuamente sus procesos productivos para optimizar la eficiencia y mantener la calidad artesanal que nos caracteriza. El compromiso es cumplir con la normatividad alimentaria vigente, asegurando la máxima seguridad e inocuidad en nuestros productos. Nos esforzamos en generar confianza a nuestros clientes ofreciendo productos consistentes en sabor, calidad y seguridad, y consolidándose como una referencia en el sector de panadería artesanal.

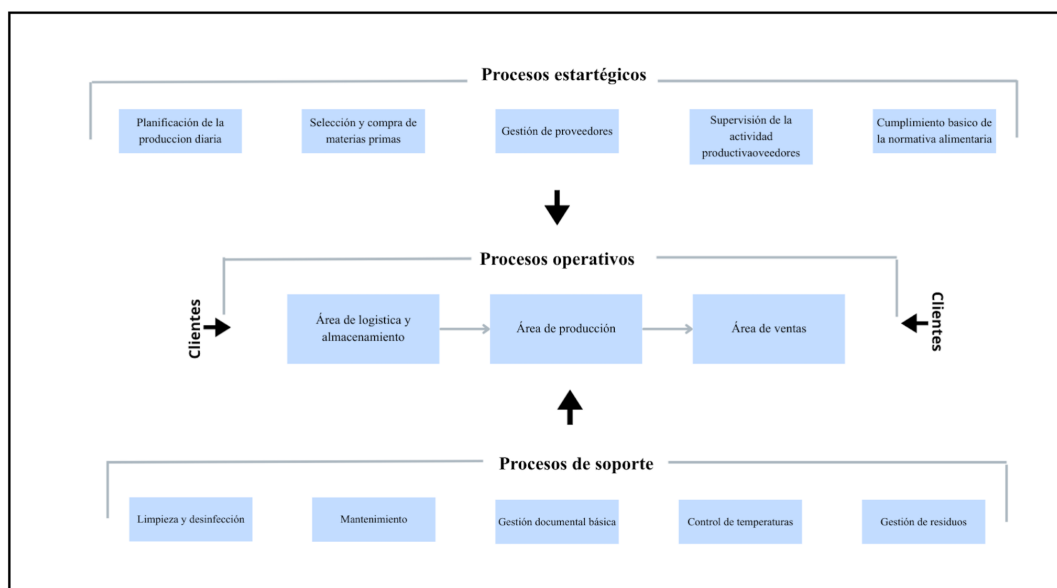
4.1.3. Mapa de procesos

Para comprender el funcionamiento interno de la empresa La Espiga Dorada y, con el fin de delimitar el alcance del proceso a intervenir, se procedió a la elaboración de un mapa de procesos de la organización. Dado el tamaño de la empresa y su estructura, no cuenta con departamentos diferenciados, sino que sus funciones estratégicas, operativas y de apoyo se encuentran integradas y, en muchos casos, son asumidas por el propietario y el personal de producción. Esta característica organizativa condiciona la forma de gestionar los controles de seguridad alimentaria y justifica la necesidad de estructurar de manera sistemática los procesos internos.

En esta situación, el mapa de procesos permite visualizar la interrelación entre las actividades estratégicas, operativas y de apoyo, e identificar el área crítica de intervención. El área a intervenir se centra en el proceso productivo y en la necesidad de estructurar un sistema APPCC adaptado a la realidad de la empresa.

Figura 1

Mapa de procesos de la panadería ficticia “La Espiga Dorada”.



Nota. Elaboración propia.

Procesos de dirección y gestión

Los procesos de dirección y gestión recaen sobre el gerente, quien asume la planificación y supervisión de la actividad empresarial. Entre sus responsabilidades están la organización de la producción diaria, la selección y compra de materias primas, la gestión de proveedores, la supervisión general de la actividad productiva y el cumplimiento básico de la normativa alimentaria.

Estas funciones estratégicas influyen de forma directa en la organización del proceso productivo y en la aplicación de medidas de control relacionadas con la seguridad alimentaria.

Procesos operativos

Los procesos operativos son el núcleo de la actividad empresarial y representan el ámbito principal de la intervención propuesta. Estos desarrollan las actividades relacionadas con la elaboración, la gestión y la comercialización de los productos. Debido a las dimensiones de la empresa, estas funciones no se encuentran completamente divididas en departamentos formales. Sin embargo, es posible identificar tres áreas funcionales principales:

- **Área de producción**

Se encarga de la elaboración de los productos de panadería y bollería. Sus funciones incluyen la recepción y verificación de materias primas, almacenamiento inicial de los ingredientes, el pesado y la preparación para las diversas recetas, el amasado y mezclado, los procesos de fermentación, horneado y enfriamiento y su posterior manipulación (rellenado, decoración y corte).

Es en esta área donde se produce la manipulación simultánea de ingredientes con diferentes alérgenos, incrementando el riesgo de contaminación cruzada. Asimismo, las etapas posteriores al tratamiento térmico (horneado), especialmente en productos rellenos de crema, requieren de controles rigurosos de conservación para evitar riesgos microbiológicos.

- Área de logística y almacenamiento

El área de logística se encarga de la gestión interna de materias primas y productos elaborados dentro del establecimiento. Es el área responsable de asegurar un almacenamiento adecuado según las condiciones de conservación de cada ingrediente y producto elaborado, así como de gestionar el control de inventarios y la organización del flujo de materias primas hacia el área de producción.

La gestión adecuada de esta área previene problemas de deterioro de materias primas, control de temperaturas y prevención de contaminación cruzada.

- Área de ventas

El área de ventas se encarga de la exposición de los productos en el mostrador y de la venta directa al consumidor final. Entre sus responsabilidades están la presentación de los productos, la atención al cliente y la manipulación final de los productos durante el proceso de venta.

Esta área tiene un papel importante en la correcta comunicación de la información alimentaria al consumidor, especialmente en lo relacionado con el control de alérgenos.

Procesos de apoyo

A pesar de las dimensiones de la empresa, existen actividades de soporte que son esenciales para garantizar las condiciones higiénico-sanitarias:

- Limpieza y desinfección de instalaciones y equipos
- Mantenimiento básico de maquinaria
- Formación informal del personal
- Gestión documental básica (facturas, proveedores)
- Control de temperaturas
- Gestión de residuos

Estos procesos se desarrollan de forma práctica, pero no siempre documentada ni sistematizada, lo que justifica la necesidad de estructurar un sistema preventivo como el APPCC.

4.1.4.Descripción del proceso a intervenir

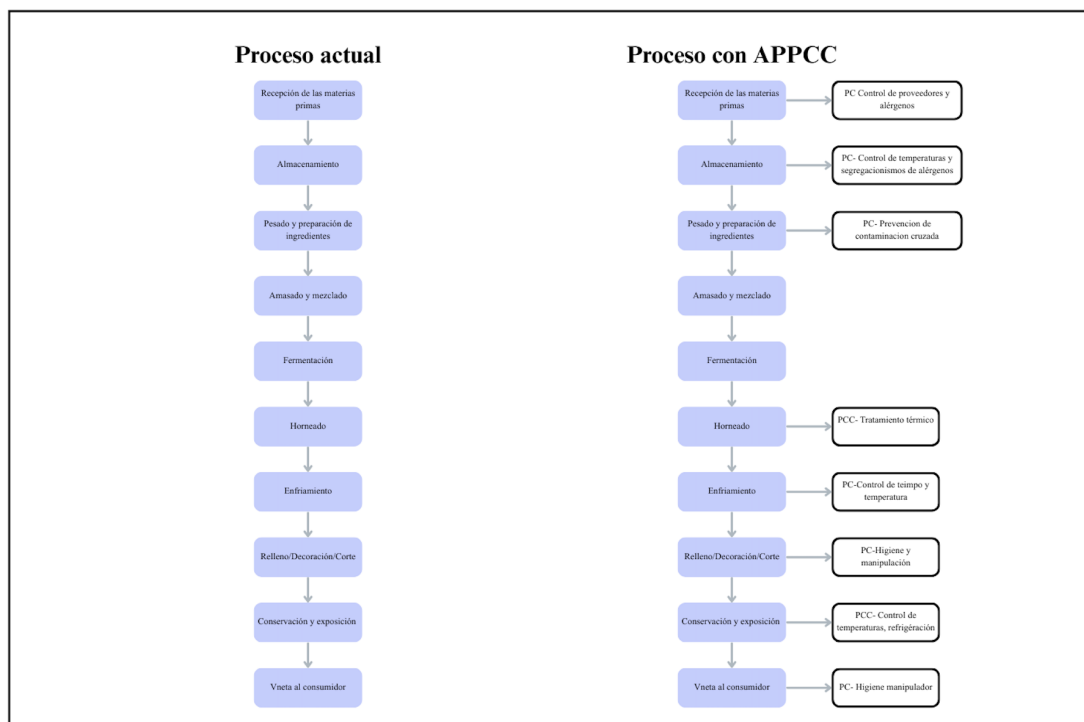
El proceso a intervenir corresponde al proceso productivo completo de la panadería artesanal La Espiga Dorada, desde la recepción de materias primas hasta la venta al consumidor final. Este proceso es el núcleo de la actividad empresarial y de los principales riesgos asociados a la seguridad alimentaria y la gestión de alérgenos.

Con el fin de comprender la secuencia de operaciones y de facilitar posteriormente la identificación de peligros y puntos de control dentro del modelo APPCC, se ha elaborado un diagrama de flujo del proceso de elaboración, permitiéndonos visualizar de manera estructurada todas las etapas de elaboración.

En primer lugar, se presenta el diagrama del proceso en su estado actual, tal y como se desarrolla en la empresa antes de la implementación del sistema APPCC. Posteriormente, el diagrama del proceso con la identificación de los Puntos Críticos de Control (PCC) y Puntos de Control (PC) que permitirán gestionar de forma preventiva los riesgos asociados a la seguridad alimentaria.

Figura 2

Diagrama de flujo del proceso productivo de la panadería “La Espiga Dorada”.



Nota. Elaboración propia. El diagrama compara el proceso actual con el proceso tras la implementación del sistema APPCC.

A partir de este esquema general del proceso, se procede a describir de manera detallada cada una de las etapas que componen el flujo de producción, con el fin de identificar los posibles riesgos asociados a la inocuidad alimentaria y a la gestión de alérgenos.

La producción es diaria y artesanal, con una elevada intervención manual del personal en las distintas fases de elaboración. El obrador produce una amplia variedad de productos, incluyendo panes tradicionales, bollería, pastas tradicionales y productos rellenos con crema, lo que implica un uso simultáneo de ingredientes con distintos perfiles alergénicos y diferentes requisitos de conservación, elevando el riesgo de contaminación cruzada si no se gestiona adecuadamente.

1. Recepción de materias primas:

Se reciben ingredientes como harina, azúcar, levadura, huevos, leche, mantequilla, frutos secos, cacao y productos lácteos refrigerados. La verificación se realiza de manera visual, sin un procedimiento documentado formal de control de proveedores o verificación de etiquetado de alérgenos. Esto deja un margen de error, ya que se pueden pasar por alto detalles importantes relacionados con la seguridad alimentaria, como la presencia de sustancias alergénicas ocultas o la conformidad de los productos con las normativas de seguridad.

2. Almacenamiento:

Las materias primas se almacenan en función de sus características: productos secos (harinas, azúcares, cacao, etc.) en estanterías, y mientras que los productos perecederos (nata, cremas, huevos, lácteos) en cámaras de refrigeración, a fin de mantener su frescura y evitar el crecimiento de microorganismos. Sin embargo, no existe un sistema formal documentado para el control de temperaturas, por lo que no se tiene un registro continuo de las condiciones de almacenamiento, ni segregación específica de alérgenos.

3. Pesado y preparación de ingredientes:

Se realiza el pesado manual de materias primas conforme receta. En esta etapa se produce la manipulación simultánea de ingredientes con y sin alérgenos, incrementando el riesgo de contaminación cruzada si no se aplican medidas preventivas estructuradas. El proceso manual también presenta un riesgo adicional relacionado con la precisión del peso, lo que puede afectar la consistencia y calidad del producto final.

4. Amasado y mezclado:

Los ingredientes se incorporan en amasadoras industriales o de forma manual según el producto. El uso compartido de equipos para diferentes elaboraciones puede favorecer la transferencia accidental de alérgenos en ausencia de protocolos específicos de limpieza intermedia. Además, el amasado y mezclado de productos como pan y bollería, que requieren

el manejo de diferentes tipos de harina y levaduras, puede representar un desafío para controlar la contaminación cruzada.

5. Fermentación:

En el caso del pan y algunos productos de bollería, la masa fermenta a temperatura ambiente o en cámaras de fermentación controlada; este paso es esencial para desarrollar el sabor y la textura del producto, por lo que, se deben asegurar las condiciones de temperatura y tiempo para evitar riesgos microbiológicos.

6. Horneado:

Los productos se hornean a temperaturas elevadas. Si bien esta fase reduce significativamente el riesgo microbiológico al eliminar bacterias y patógenos potenciales en productos de panificación, no elimina el riesgo asociado a la presencia de alérgenos, pudiendo resultar en reacciones adversas en personas sensibles.

7. Enfriamiento:

Tras el horneado, los productos se dejan enfriar a temperatura ambiente antes de su manipulación posterior. Esta fase es importante porque una refrigeración adecuada es esencial para mantener la calidad del producto y evitar el crecimiento bacteriano.

8. Relleno y decoración (en tartas y productos con crema):

Esta etapa implica la manipulación posterior al horneado, incorporando cremas, nata montada, rellenos o coberturas. Representa un punto crítico desde el punto de vista microbiológico, ya que involucra la manipulación de productos refrigerados y listos para el consumo, aumentando el riesgo de contaminación si no se siguen estrictos protocolos de higiene. Además, la adición de estos ingredientes puede modificar la estabilidad y vida útil del producto, lo que debe tenerse en cuenta al planificar la distribución y venta.

9. Conservación y exposición:

Los productos con crema se almacenan en vitrinas refrigeradas hasta su venta, mientras que

el pan y la bollería seca se exponen en el mostrador. No existe un sistema formal de registro continuo de temperaturas ni control documentado de tiempos de exposición, lo que aumenta el riesgo de que los productos se vendan en condiciones no óptimas.

10. Venta directa al consumidor:

La venta se realiza en el propio establecimiento. La manipulación final puede implicar contacto directo con el producto antes de su entrega al cliente. Durante este proceso, existe el riesgo de contaminación cruzada, especialmente si el personal no sigue medidas estrictas de higiene personal, como el uso de guantes, mascarillas, y el lavado constante de manos. Además, la exposición directa de los productos a los consumidores sin un control adecuado de las condiciones de conservación aumenta el riesgo de deterioro o contaminación.

4.1.5.Descripción del problema que presenta el proceso

El análisis del proceso productivo de la empresa ha permitido identificar una problemática central vinculada a la ausencia de un sistema de análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) formalmente estructurado. Esto afecta de forma directa a la gestión de alérgenos y al control sistemático de peligros en el proceso de elaboración.

El Reglamento (CE) n.º 852/2004 establece la obligación de aplicar y mantener procedimientos permanentes basados en los principios del APPCC. La inexistencia de un sistema estructurado dificulta el cumplimiento efectivo de esta norma, en especial si son pequeñas empresas donde los controles se basan en la experiencia práctica y no en una metodología documentada.

En el sector de la panadería y la pastelería artesanal, la manipulación de materias primas con diferentes perfiles alergénicos constituye un factor de riesgo significativo. Tal como señalan Bukhovets et al. (2022), la ausencia de sistemas de gestión estructurados en pequeñas industrias alimentarias puede comprometer la capacidad para identificar y controlar peligros en etapas críticas del proceso.

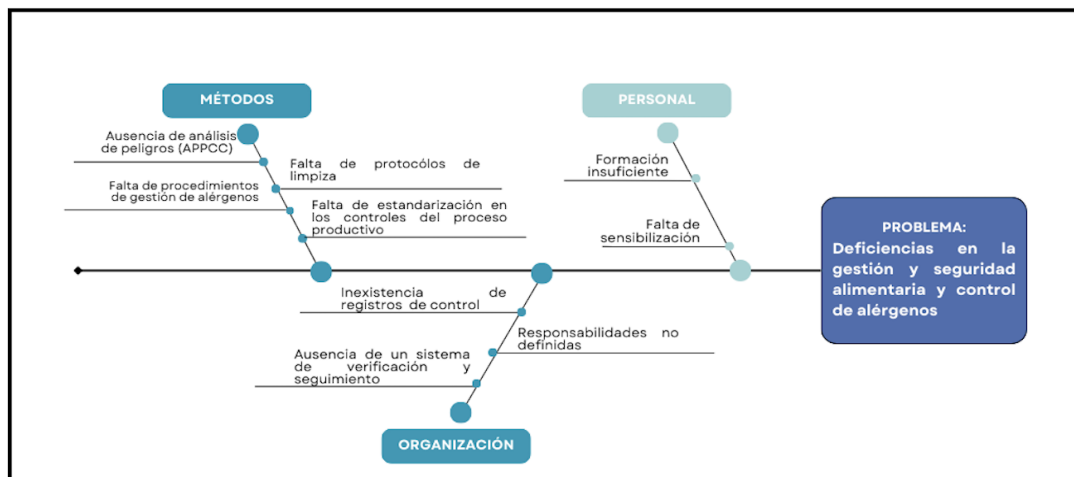
Asimismo, la gestión de ingredientes con sustancias alergénicas es uno de los principales desafíos en materia de seguridad alimentaria. Smječanin (2023) señala que los alérgenos alimentarios representan un reto creciente debido al aumento de la prevalencia de alergias alimentarias y a la gravedad de las reacciones adversas que pueden producirse, incluso por la presencia de trazas derivadas de la contaminación cruzada. En el caso de La Espiga Dorada, la utilización compartida de superficies, utensilios y equipos para productos con gluten, frutos secos, huevo o leche incrementa la probabilidad de transferencia no intencionada de alérgenos.

Además la elaboración de productos rellenos de crema como pasteles o pastas, introduce un riesgo microbiológico adicional. La manipulación manual y la conservación en refrigeración tras el tratamiento térmico requieren controles estrictos de tiempo y temperatura. De acuerdo con la investigación de Varghese et al. (2022), la aplicación de un sistema APPCC permite identificar estos puntos críticos, establecer límites y medidas correctivas y llevar un control documentado que reduce la probabilidad de proliferación microbiana.

Con el fin de detectar las causas que originan las deficiencias en la gestión de la seguridad alimentaria, se realizó un análisis de causa-raíz mediante la metodología del diagrama de Ishikawa. Esta herramienta permite organizar las posibles causas del problema en diferentes categorías. Gracias a este diagrama se ha podido identificar los factores organizacionales, metodológicos y humanos que influyen en la ausencia de un sistema formal de control.

Figura 3

Diagrama de Ishikawa del problema de seguridad alimentaria en la panadería “La Espiga Dorada”



Nota. Elaboración propia.

Las potenciales consecuencias de estos problemas incluyen reacciones alérgicas graves en consumidores sensibles, incumplimiento normativo, dificultades en la trazabilidad interna y limitaciones para demostrar ante la autoridad competente el cumplimiento de los requisitos legales establecidos en la Ley 17/2011 y en el Real Decreto 308/2019.

En conclusión, el problema delimitado no solo se da por una deficiencia operativa puntual, sino que responde a la ausencia de un sistema preventivo estructurado y sistemático que permita integrar el análisis de peligro, la determinación de puntos de control críticos y la gestión documentada de controles dentro del proceso productivo.

5. Establecimiento de planes de acción para la solución del problema

Una vez identificado el problema relacionado con la ausencia de un sistema estructurado de control de peligros y gestión de alérgenos en el proceso productivo del obrador, La Espiga Dorada, se debe definir un conjunto de acciones que permitan mejorar la gestión de riesgos alimentarios dentro de la organización. El presente apartado establece los planes de acción orientados al diseño e implementación de un sistema basado en los principios del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC).

Estas acciones permitirán establecer medidas preventivas, mecanismos de control y procedimientos documentados que contribuyan a garantizar la inocuidad de los productos, fortaleciendo el control de los riesgos asociados a la producción de alimentos, especialmente aquellos relacionados con la presencia de componentes con potencial alergénico, y favoreciendo el cumplimiento de las buenas prácticas de seguridad alimentaria en la panadería.

5.1. Establecimiento de objetivos

- **Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema APPCC adaptado a las características operativas de la panadería artesanal La Espiga Dorada, con el propósito de fortalecer la gestión de la seguridad alimentaria y mejorar el control de los alérgenos presentes en el proceso de elaboración de productos de panadería y bollería.

- **Objetivos específicos**

1. Analizar detalladamente el proceso productivo de la panadería, desde la recepción de materias primas hasta la venta al consumidor final, identificando los posibles peligros biológicos, químicos y físicos asociados a cada etapa.

2. Identificar y evaluar los riesgos relacionados con la presencia de alérgenos en las materias primas utilizadas en la elaboración de productos de panadería y pastelería, además de la posible contaminación cruzada durante la manipulación y producción.
3. Establecer puntos críticos de control (PCC) y medidas preventivas que permitan reducir o eliminar los peligros identificados, garantizando condiciones adecuadas de higiene, manipulación y control de ingredientes con perfiles alergénicos.
4. Promover una cultura de la inocuidad alimentaria dentro de la organización mediante la capacitación del personal en prácticas higiénicas, gestión de alérgenos y control de los puntos críticos del proceso de elaboración.

5.2. Descripción de la solución

La solución propuesta consiste en el diseño e implementación de un sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) adaptado a las características productivas de la panadería artesanal La Espiga Dorada.

El sistema de control APPCC es una herramienta preventiva reconocida internacionalmente que permite identificar, evaluar y controlar los peligros significativos para la seguridad alimentaria. En la panadería “La Espiga Dorada”, su implementación resulta relevante debido al uso frecuente de ingredientes con alto potencial alergénico, como gluten, huevos, leche o frutos secos, así como a la manipulación simultánea de múltiples materias primas durante la elaboración de los productos.

La propuesta contempla el análisis del proceso productivo de la panadería, desde la recepción de materias primas, almacenamiento, preparación de masas, fermentación, horneado, enfriamiento, manipulación final y venta al consumidor. A partir de este análisis, se identificarán los peligros asociados a cada etapa y se establecerán las medidas de control necesarias para garantizar la inocuidad de los productos.

La solución incluye el desarrollo de procedimientos documentados para la gestión de alérgenos, con el objetivo de reducir el riesgo de contaminación cruzada entre ingredientes que contienen sustancias alergénicas y aquellos que no las contienen. Estas medidas pueden incluir la correcta identificación y almacenamiento de materias primas, la limpieza adecuada de superficies y utensilios, y la correcta información al consumidor sobre los alérgenos presentes en los productos.

La implementación del sistema APPCC permitirá a la panadería pasar de un modelo de control basado principalmente en la experiencia práctica a un sistema estructurado, documentado y verificable, alineado con los principios de la seguridad alimentaria y las exigencias normativas del sector alimentario.

5.3.Secuencia de actividades para ejecución de la solución

La implementación del sistema APPCC en la panadería La Espiga Dorada se llevará a cabo mediante una serie de actividades organizadas, con el objetivo de garantizar una correcta planificación y aplicación del sistema.

Tabla 1

Secuencia de actividades para la implementación del sistema APPCC

Ítem	Actividad	Descripción / Subpasos	Responsable
1	Diagnóstico inicial del proceso productivo	• Análisis integral del funcionamiento actual de la panadería. • Identificación de las etapas del proceso productivo. • Evaluación de los flujos de trabajo y prácticas operativas. • Revisión de las condiciones de manipulación de alimentos.	Responsable de calidad / Encargado de producción

		• Identificación de riesgos asociados a la inocuidad y gestión de alérgenos.	
2	Elaboración del diagrama de flujo del proceso	• Representación gráfica detallada de todas las etapas del proceso. • Inclusión desde la recepción de materias primas hasta la comercialización. • Validación del diagrama con el personal operativo.	Responsable de calidad
3	Identificación y análisis de peligros	• Identificación de peligros biológicos, químicos y físicos. • Evaluación del nivel de riesgo en cada etapa. • Análisis de alérgenos y posibles contaminaciones cruzadas.	Equipo APPCC
4	Determinación de los puntos críticos de control (PCC)	• Análisis sistemático de las etapas del proceso. • Identificación de los puntos críticos de control. • Definición de medidas de control preventivas.	Equipo APPCC
5	Establecimiento de límites críticos y medidas de control	• Definición de límites críticos para cada PCC. • Establecimiento de procedimientos de monitoreo. • Determinación de acciones correctivas en caso de desviaciones.	Responsable de calidad
6	Desarrollo de procedimientos y registros	• Elaboración de procedimientos documentados. • Diseño e implementación de formatos de registro. • Control de recepción, limpieza, temperaturas y alérgenos.	Responsable de calidad / Área administrativa

7	Capacitación del personal	• Formación en higiene e inocuidad alimentaria. • Capacitación en manipulación segura de alimentos. • Entrenamiento en control de alérgenos. • Inducción en la aplicación del sistema APPCC.	Responsable de calidad / Consultor externo
8	Implementación y seguimiento del sistema	• Puesta en marcha del sistema APPCC. • Ejecución de actividades de monitoreo. • Verificación del cumplimiento del sistema. • Identificación de oportunidades de mejora continua	Responsable de calidad / Dirección

Nota. Elaboración propia.

5.4.Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución

Para llevar a cabo la implementación del sistema APPCC en la panadería *La Espiga Dorada* será necesario contar con una serie de recursos humanos, materiales y organizativos.

Recursos humanos

El principal recurso para la implementación del sistema será el personal de la panadería, quienes deberán participar activamente en el proceso de análisis, implementación y seguimiento del sistema. Asimismo, será necesario designar a un responsable o coordinador de seguridad alimentaria que supervise la correcta aplicación de los procedimientos establecidos.

También se contempla la participación de personal con conocimientos técnicos en inocuidad y calidad alimentaria o consultores especializados que puedan apoyar en el diseño del sistema APPCC y en la capacitación del personal.

Recursos materiales

Entre los recursos materiales necesarios se incluyen:

- Equipos de medición y control, como termómetros para el control de temperaturas durante el proceso de producción y almacenamiento.

- Material de limpieza y desinfección para garantizar condiciones adecuadas de higiene en las áreas de trabajo.
- Señalización e identificación de áreas o utensilios destinados al manejo de ingredientes con alérgenos.
- Documentación impresa o digital para el registro y seguimiento de los controles establecidos.

Recursos documentales

La implementación del sistema APPCC requiere la elaboración de diversos documentos que permitan estandarizar los procedimientos y registrar las actividades de control. Entre ellos se incluyen:

- Manual del sistema APPCC.
- Procedimientos de limpieza y desinfección.
- Procedimientos de control de alérgenos.
- Registros de control de materias primas.
- Registros de monitoreo de puntos críticos de control.

Recursos organizativos

Será necesario destinar tiempo dentro de la jornada laboral para la capacitación del personal, la realización de actividades de seguimiento y la revisión periódica del sistema, con el objetivo de garantizar su mejora continua y su correcta adaptación a las operaciones de la panadería.

6. Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.

En esta sección se establecen los elementos clave para la planificación y estructuración de la propuesta de implementación del sistema APPCC en la panadería artesanal “La Espiga Dorada”. En primer lugar, se define el alcance de la solución, delimitando el proceso objeto

de intervención, los objetivos específicos que se persiguen y los resultados esperados en términos de mejora de la seguridad alimentaria, control de alérgenos y cumplimiento normativo.

Asimismo, se identifican las principales partes interesadas involucradas en la ejecución de la propuesta, así como los responsables de cada una de las actividades definidas en el plan de acción, con el fin de asegurar una adecuada asignación de funciones y una coordinación efectiva durante el proceso de implementación.

Posteriormente, se presenta un cronograma de ejecución que organiza temporalmente las distintas fases del proyecto, permitiendo visualizar la secuencia de actividades, los plazos estimados y los hitos de seguimiento necesarios para evaluar el avance de la intervención.

Finalmente, se desarrolla un presupuesto estimado que contempla los recursos económicos requeridos para la implementación del sistema APPCC, incluyendo los costes asociados a materiales, equipamiento, formación y apoyo técnico. Esta planificación integral permite garantizar la viabilidad de la propuesta y facilita una ejecución ordenada, eficiente y orientada a la mejora continua de los procesos de la organización.

6.1. Alcance final de la solución

El alcance de la intervención se centra en el proceso productivo de la panadería artesanal La Espiga Dorada. En concreto, en las actividades relacionadas con la elaboración de productos de panadería, bollería y productos rellenos con crema. Este proceso incluye las etapas de recepción de materias primas, almacenamiento, preparación de ingredientes, amasado, fermentación, horneado, enfriamiento, manipulación posterior, exposición y venta directa al consumidor.

La intervención se orienta a abordar el problema identificado en relación con la ausencia de un sistema estructurado de gestión de la seguridad alimentaria, particularmente en lo

referente al control de alérgenos y la prevención de la contaminación cruzada durante la manipulación de ingredientes.

En este contexto, el proyecto propone el desarrollo de una estrategia de implementación de un sistema APPCC adaptado a las características de una panadería artesanal, con el fin de mejorar el control de los peligros asociados al proceso productivo y fortalecer el cumplimiento de los requisitos higiénico-sanitarios establecidos por la normativa alimentaria vigente.

El alcance del proyecto se limita al diseño de la propuesta de intervención y a la planificación de las actividades necesarias para su implementación, incluyendo la definición de responsables, el establecimiento de un cronograma de ejecución y la estimación de los recursos necesarios. De esta manera, se busca proporcionar a la organización una guía estructurada que facilite la mejora de sus prácticas de seguridad alimentaria.

6.2. Identificación de responsables de las actividades para ejecución

Para asegurar una correcta planificación de la propuesta de implementación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC), se establecen los responsables de las distintas actividades involucradas en el proceso. Dado que La Espiga Dorada es una panadería artesanal de pequeñas dimensiones y con una estructura organizativa reducida, las funciones relacionadas con la gestión de la seguridad alimentaria se integran dentro de las responsabilidades del personal existente en la empresa.

En este sentido, el gerente o propietario del establecimiento asume la responsabilidad general de la implementación del sistema APPCC. Entre sus funciones se incluye la supervisión del proceso de implantación y la toma de decisiones relacionadas con la seguridad alimentaria. Además de verificar el cumplimiento de las medidas establecidas y de coordinar el personal implicado en las actividades productivas.

Por su parte, el responsable de producción, o en su defecto el propio gerente cuando desempeñe esta función, será el encargado de aplicar las medidas de control definidas dentro del sistema de producción. Sus responsabilidades incluyen la supervisión de las condiciones higiénico-sanitarias durante la elaboración de los productos, el control de las materias primas utilizadas y la verificación de que se cumplan las prácticas adecuadas de manipulación de alimentos, especialmente en lo relativo a la gestión de alérgenos y la prevención de la contaminación cruzada.

El personal manipulador de alimentos tendría la responsabilidad de aplicar las buenas prácticas de manipulación durante las distintas etapas del proceso productivo, siguiendo los procedimientos establecidos para garantizar la seguridad alimentaria. Asimismo, participarán en el registro de los controles definidos dentro del sistema y en el cumplimiento de las medidas preventivas relacionadas con la higiene y la manipulación de materias primas.

Adicionalmente, se contempla la posibilidad de que la empresa recurra de manera puntual a asesoramiento técnico externo especializado en seguridad alimentaria durante la fase inicial de implementación del sistema APPCC. Este apoyo permitiría orientar la correcta elaboración de la documentación técnica, así como asegurar que el sistema diseñado se ajuste a los requisitos establecidos por la normativa vigente y a las buenas prácticas del sector alimentario.

Una vez desarrollado el sistema, su aplicación y seguimiento podrían ser gestionados internamente por el gerente y el personal de producción, quienes serían responsables de aplicar las medidas de control establecidas y mantener actualizada la documentación correspondiente.

Tabla 2

Responsables de las actividades para la ejecución del sistema APPCC

RESPONSABLE	ACTIVIDAD / FUNCIONES PRINCIPALES
GERENTE O PROPIETARIO	Asume la responsabilidad global del diseño, implantación, mantenimiento y revisión del sistema APPCC. Supervisa su correcta aplicación, adopta decisiones en materia de seguridad alimentaria, verifica el cumplimiento de los procedimientos establecidos y coordina al personal implicado. Asimismo, garantiza la disponibilidad de recursos necesarios y la actualización de la documentación del sistema.
RESPONSABLE DE PRODUCCIÓN	Ejecuta y supervisa la aplicación de las medidas de control establecidas en el proceso productivo. Controla las condiciones higiénico-sanitarias de las operaciones, verifica la conformidad de las materias primas, supervisa las prácticas de manipulación y asegura la correcta gestión de alérgenos y la prevención de la contaminación cruzada.
PERSONAL MANIPULADOR DE ALIMENTOS	Aplica los procedimientos operativos y las buenas prácticas de higiene durante todas las fases del proceso. Cumple con los requisitos establecidos en materia de manipulación de alimentos, participa en el registro de los controles APPCC y colabora en la implantación de las medidas preventivas y correctivas definidas.
ASESOR EXTERNO	Proporciona apoyo técnico en la fase de diseño, implantación o revisión del sistema APPCC. Asesora en la elaboración y validación de la documentación

ESPECIALIZAD O	técnica, asegurando su conformidad con la normativa vigente y con los principios del Codex Alimentarius, así como con las guías de buenas prácticas del sector.
-------------------	---

Nota. Elaboración propia.

6.3.Cronograma de ejecución

Con el fin de organizar de manera estructurada la propuesta de implementación del sistema APPCC en la panadería artesanal La Espiga Dorada, se elaboró un cronograma de ejecución que permite planificar las diferentes actividades necesarias para desarrollar la intervención. Este cronograma establece una secuencia temporal de acciones que facilita el seguimiento del proceso y asegura que cada fase se lleve a cabo de manera ordenada.

La planificación se ha diseñado considerando las características operativas de una empresa de pequeñas dimensiones, donde las actividades deben integrarse de forma progresiva dentro de la rutina de trabajo del establecimiento. Este cronograma permite estructurar de forma progresiva la implementación del sistema APPCC, facilitando la adaptación del personal a los nuevos procedimientos y asegurando que las medidas de control propuestas puedan integrarse adecuadamente dentro del funcionamiento habitual de la panadería.

Tabla 3

Cronograma de actividades para la implementación del sistema APPCC

[illegible]

del plan APPCC													
Revisión del proceso productivo y recopilación de información	Responsable de producción	X	X	X									
Identificación de peligros (biológicos, químicos y físicos)	Gerente / Responsable de producción			X	X								
Determinación de PCC y medidas preventivas	Gerente / Responsable de producción				X	X	X						
Elaboración de registros y documentación APPCC	Gerente/ Asesor externo						X	X					
Formación	Asesor							X	X				

del personal (higiene y alérgenos)	externo/ Gerente												
Implementación práctica del sistema	Responsable de producción / Personal manipulador								X	X	X		
Seguimiento y verificación del sistema	Gerente / Responsable de producción									X	X	X	
Revisión final y ajustes del sistema	Gerente / Asesor externo											X	X

Nota. Elaboración propia.

La planificación temporal propuesta permite desarrollar la implementación del sistema APPCC de manera progresiva, minimizando el impacto sobre la actividad diaria de la empresa y facilitando la adaptación del personal a los nuevos procedimientos de control.

Además la integración de la asignación de responsabilidades dentro del cronograma permite una visión global del proceso de implantación del sistema APPCC, vinculando cada actividad con los agentes implicados y su distribución temporal. Este enfoque facilita la coordinación operativa, mejora el control del proceso y garantiza la correcta ejecución de las distintas

fases, asegurando una implantación eficaz, coherente y adaptada a las características de la empresa.

6.4.Presupuesto

El presupuesto estimado para la implementación del sistema APPCC en la panadería La Espiga Dorada contempla no solo la compra inicial de insumos, sino también la calidad de los recursos, la durabilidad de los equipos y el valor del conocimiento técnico requerido para una correcta implementación del sistema.

Tabla 4

Presupuesto estimado para la implementación del sistema APPCC

Rubro	Descripción	Costo estimado (€)
Equipos de medición	Termómetros digitales para control de temperatura y verificación de procesos	250
Material de limpieza y desinfección	Detergentes, desinfectantes y utensilios necesarios para garantizar condiciones higiénicas	300
Señalización	Etiquetas, carteles informativos de alérgenos, zonas de trabajo y buenas prácticas	150
Documentación	Impresión de registros, fichas de control y manual APPCC	120
Capacitación del personal	Formación básica en higiene, APPCC y gestión de alérgenos	500
Asesoría externa especializada	Apoyo técnico para el diseño, validación e implantación del sistema APPCC	900

Adecuación básica de áreas		200
	TOTAL ESTIMADO	2,420

Nota. Elaboración propia.

La inversión estimada, aunque superior a una aproximación básica, se justifica por el impacto directo en la seguridad alimentaria, la reducción de riesgos sanitarios y el cumplimiento de la normativa vigente.

Asimismo, la implementación del sistema APPCC contribuye a mejorar la eficiencia operativa, fortalecer la confianza del consumidor y prevenir posibles pérdidas económicas derivadas de incidentes alimentarios o sanciones regulatorias.

7. Referencias bibliográficas

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2026). *Alergias e intolerancias alimentarias*.

https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/para_el_consumidor/ampliacion/alergias.htm

Bukhovets, V., Shkurina, D., & Demina, T. (2022). Quality and safety management at bakeries. *BIO Web of Conferences*, 43, 03023.

<https://doi.org/10.1051/bioconf/20224303023>

Djonović, N., Kocic, K., & Radevic, S. (2024). *Health safety of bakery products*. Faculty of Agronomy in Čačak, University of Kragujevac.

<https://doi.org/10.46793/SBT29.40NDJ>

Forero Molina, M. A., Kram, Y. E., & Lanser, B. J. (2025). The global burden of food allergy. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 45(3), 325-337.

<https://doi.org/10.1016/j.iac.2025.04.002>

Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición. Boletín Oficial del Estado, 162, 79572-79596.

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-11604>

Motarjemi, Y., & Lelieveld, H. (2014). *Food safety management: a practical guide for the food industry*.

<https://www.sciencedirect.com/book/edited-volume/9780123815040/food-safety-management>

Real Decreto 308/2019, de 26 de abril, por el que se aprueba la norma de calidad para el pan, Legislation No. Real Decreto 308/2019, BOE-A-2019-6994 50168 (2019).

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/26/308>

Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. (2004).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2004-81035>

Smječanin, E. (2023). Food allergen- A Growing challenge in the field of food safety.

KNOWLEDGE - International Journal , 59(4), 275–279.

<https://ojs.ikm.mk/index.php/kij/article/view/6214>

Varghese, S. M., Parisi, S., Singla, R. K., & Begum, A. S. A. (2022). Food safety and quality control in food Industry. En S. M. Varghese, S. Parisi, R. K. Singla, & A. S. A.

Begum (Eds.), *Trends in Food Chemistry, Nutrition and Technology in Indian Sub-Continent* (pp. 31-44). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-06304-6_5