

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



**Aplicación web centrada en la experiencia de usuario para la  
digitalización de procesos en una panificadora local**

Trabajo de graduación presentado por Emily Elvia Melissa Pérez Alarcón para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información

Guatemala,

2025







UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



**Aplicación web centrada en la experiencia de usuario para la  
digitalización de procesos en una panificadora local**

Trabajo de graduación presentado por Emily Elvia Melissa Pérez Alarcón para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información

Guatemala,

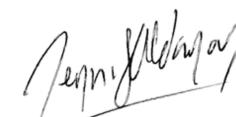
2025



Vo.Bo.:

(f)   
Ing. Dennis Moritz Aldana Moscoso

Tribunal Examinador:

(f)   
Ing. Dennis Moritz Aldana Moscoso

(f)   
Ing. Bacilio Alexander Bolaños Lima

Fecha de aprobación: Guatemala, 14 de noviembre de 2025.



---

## Prefacio

---

Más allá de la implementación de una herramienta de digitalización de procesos, este trabajo significó una experiencia de aprendizaje integral que permitió comprender la importancia de diseñar soluciones centradas en las personas y en sus contextos reales de trabajo. Cada desafío contribuyó a fortalecer mis habilidades y a reafirmar mi convicción sobre el valor del diseño empático y el entendimiento del negocio como ejes fundamentales de la innovación tecnológica.

Agradezco profundamente a mis pilares espirituales y de fe: Dios, La Virgen y El Sagrado Corazón de Jesús, quienes me han guiado a lo largo de mi vida y acompañado en cada etapa académica.

De manera especial a mis papás, Eugenia Alarcón Folgar y Juan José Pérez Flores, por siempre creer en mí, en mis capacidades, por su apoyo incondicional, paciencia y motivación a lo largo de esta etapa, y por nunca cortarme las alas para alcanzar mis metas y sueños. También, a mi abuela Elvia Folgar, por su apoyo constante, consejos sabios y por enseñarme a ser disciplinada.

A la panificadora local participante, por su disposición, apertura y colaboración durante el proceso de observación y pruebas.

A mi asesor, Dennis Aldana, porque desde el curso de Interacción Humano Computador, en el tercer año de la carrera, tuvo un impacto positivo en mi auto-confianza para mis trabajos y presentaciones, motivando mi lado creativo.

A mi mejor amigo, Sebastián, por su invaluable apoyo e interés en mi trabajo de graduación, por sus ideas, sus habilidades y su inmenso corazón. A mi mejor amiga, Sara, por todos estos años universitarios compartidos y por enseñarme el significado de una amistad que te impulsa a encontrar tu propio brillo. A mis grandes amigos de la vida, Kristel y Samuel, por sus palabras de ánimo, las risas y por estar siempre al pendiente de mí. A Emilio, por toda su paciencia, comprensión en momentos de estrés y por su cariño constante.

A Laika, por ser un motor de vida para seguir adelante, por acompañarme en noches de desvelo, por recordarme vivir el presente y por su amor incondicional.



---

## Índice

---

<b>Prefacio</b>	<b>v</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de cuadros</b>	<b>xiii</b>
<b>Resumen</b>	<b>xv</b>
<b>Abstract</b>	<b>xvii</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivo general . . . . .	3
2.2. Objetivos específicos . . . . .	3
<b>3. Justificación</b>	<b>5</b>
<b>4. Marco teórico</b>	<b>7</b>
4.1. Contexto de la industria panificadora . . . . .	7
4.1.1. Importancia económica y social del sector panadero . . . . .	7
4.1.2. Procesos de producción y conceptos en panaderías tradicionales . . . . .	8
4.1.3. Desafíos y oportunidades del sector panadero . . . . .	9
4.2. Digitalización de procesos . . . . .	9
4.2.1. Definición . . . . .	9
4.2.2. Transformación digital en pequeñas empresas . . . . .	9
4.2.3. Impacto en la gestión de inventarios, producción y ventas . . . . .	10
4.2.4. Beneficios de la gestión digital frente a los sistemas manuales . . . . .	11
4.3. Experiencia de usuario . . . . .	12
4.3.1. Definición . . . . .	12
4.3.2. Principios de diseño . . . . .	12
4.3.3. Técnicas de análisis de experiencia de usuario . . . . .	13
4.4. Desarrollo de aplicaciones web . . . . .	14

4.4.1. Tecnologías web modernas . . . . .	15
4.4.2. Arquitectura cliente-servidor . . . . .	15
4.4.3. Desarrollo responsive y compatibilidad multiplataforma . . . . .	16
4.5. Modelado de procesos y entidades . . . . .	16
4.5.1. Diagramas de flujo . . . . .	16
4.5.2. Identificación y modelado de entidades para bases de datos relacionales	17
4.5.3. Relación entre procesos operativos y diseño de sistemas . . . . .	18
<b>5. Metodología</b>	<b>21</b>
5.1. Fase 01, Observación . . . . .	21
5.1.1. Conjunto incial de preguntas . . . . .	21
5.2. Fase 02, Documentación . . . . .	23
5.2.1. Matriz de hallazgos y oportunidades de mejora . . . . .	23
5.2.2. Flujo de los procesos operativos . . . . .	25
5.2.3. Tiempos en las áreas de interés . . . . .	25
5.2.4. Formatos en papel . . . . .	26
5.3. Fase 03, Definición de entidades . . . . .	27
5.3.1. Entidades y atributos . . . . .	27
5.3.2. Diagrama entidad relación . . . . .	28
5.4. Fase 04, Análisis de experiencia de usuario . . . . .	28
5.4.1. Perfiles de usuario por rol . . . . .	29
5.4.2. Evaluación de contexto de uso . . . . .	30
5.5. Fase 05, Desarrollo de prototipos . . . . .	30
5.5.1. Prototipo en papel . . . . .	30
5.5.2. Prototipo digital . . . . .	36
5.6. Fase 06, Pruebas de experiencia de usuario con prototipos . . . . .	39
5.6.1. Prototipo en papel . . . . .	40
5.6.2. Prototipo digital . . . . .	41
5.7. Fase 07, Elección de tecnologías web . . . . .	41
5.8. Fase 08, Creación de la base de datos . . . . .	42
5.9. Fase 09, Desarrollo de la aplicación web . . . . .	42
5.10. Fase 10, Observación del uso de la aplicación . . . . .	43
5.10.1. Métricas de evaluación . . . . .	43
<b>6. Resultados</b>	<b>45</b>
6.1. Experiencia de usuario . . . . .	45
6.1.1. Identificación de necesidades, problemas y oportunidades de mejora de los procesos iniciales . . . . .	45
6.1.2. Principios de experiencia de usuario aplicados . . . . .	46
6.1.3. Prototipo final . . . . .	48
6.2. Resultados funcionales del sistema . . . . .	52
6.2.1. Digitalización . . . . .	52
6.2.2. Eficiencia . . . . .	53
6.2.3. Satisfacción . . . . .	53
<b>7. Discusión de resultados</b>	<b>55</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>59</b>

<b>9. Recomendaciones</b>	<b>61</b>
<b>10. Bibliografía</b>	<b>63</b>
<b>11. Anexos</b>	<b>65</b>
11.1. Escala de Likert . . . . .	65
11.1.1. Formulario utilizado . . . . .	65
11.1.2. Evaluaciones individuales de usuarios y promedio por afirmación . . . . .	66
11.2. Repositorio de GitHub . . . . .	66
11.3. Prototipo final interactivo . . . . .	66
11.4. Despliegue de la aplicación . . . . .	66



---

## Lista de figuras

---

1.	Mapa ilustrativo del proceso productivo tradicional de una panadería . . . . .	8
2.	Proceso a una transformación digital . . . . .	10
3.	Pirámide de la transformación digital . . . . .	11
4.	Principios de la experiencia de usuario . . . . .	13
5.	Ejemplo de diagrama de flujo de una venta de producto . . . . .	17
6.	Ejemplo sencillo de un modelo Entidad Relación . . . . .	18
7.	Diagrama de flujo de procesos internos . . . . .	25
8.	Formato en papel - Control de inventario . . . . .	26
9.	Formato en papel - Control de producción . . . . .	26
10.	Formato en papel - Reporte de producción . . . . .	27
11.	Diagrama entidad relación para la aplicación . . . . .	28
12.	Prototipo en papel - Página de inicio de sesión . . . . .	31
13.	Prototipo en papel - Página de inicio . . . . .	31
14.	Prototipo en papel - Página de productos . . . . .	32
15.	Prototipo en papel - Página de materia prima . . . . .	32
16.	Prototipo en papel - Página de producción . . . . .	33
17.	Prototipo en papel - Página de clientes . . . . .	33
18.	Prototipo en papel - Página de empaque . . . . .	34
19.	Prototipo en papel - Página de ventas . . . . .	34
20.	Prototipo en papel - Página de inventario . . . . .	35
21.	Prototipo en papel - Página de inicio administrador . . . . .	35
22.	Prototipo en papel - Gestión de usuarios . . . . .	36
23.	Prototipo digital – Página de inicio de sesión . . . . .	37
24.	Prototipo digital – Módulo de productos . . . . .	37
25.	Prototipo digital – Módulo de materia prima . . . . .	38
26.	Prototipo digital – Módulo de producción . . . . .	38
27.	Prototipo digital – Módulo de empaque . . . . .	39
28.	Prototipo digital – Módulo de ventas e inventario . . . . .	39
29.	Prototipo final – Página de inicio de sesión . . . . .	48
30.	Prototipo final – Módulo de productos . . . . .	49
32.	Prototipo final – Módulo de materia prima/Materiales . . . . .	50

33.	Prototipo final – Módulo de producción . . . . .	50
35.	Prototipo final – Módulo de ventas . . . . .	51
36.	Prototipo final – Página de inventario . . . . .	52
37.	Forms para registro de respuestas escala de Likert . . . . .	65

---

## Lista de cuadros

---

1.	Matriz de hallazgos y oportunidades de mejora . . . . .	24
2.	Registro de áreas y tiempos . . . . .	25
3.	Perfiles de usuario por rol para el sistema de digitalización de procesos . . . . .	29
4.	Retroalimentación del prototipo en papel . . . . .	40
5.	Retroalimentación del prototipo digital . . . . .	41
6.	Comparativa de tiempos por área antes y después de la aplicación . . . . .	53
7.	Resultados de satisfacción del usuario según escala de Likert . . . . .	54
8.	Evaluaciones individuales de usuarios y promedio por afirmación . . . . .	66



---

## Resumen

---

El trabajo de graduación aborda el diseño y desarrollo de una aplicación web centrada en la experiencia de usuario, orientada a la digitalización de procesos operativos en una panificadora local. La idea surge ante la necesidad de modernizar procedimientos que tradicionalmente se ejecutan de manera manual y en papel, tales como la gestión de materia prima, producción, empaque e inventario.

Se aplicó una metodología basada en el diseño centrado en el usuario, estructurada en diez fases que incluyeron la observación directa, el modelado de procesos, el desarrollo de prototipos, la implementación de 4 módulos específicos y la evaluación de experiencia de usuario. Se utilizaron tecnologías web modernas como React.js, Supabase y Vite para garantizar la implementación de la aplicación con una arquitectura planteada y accesible dentro del contexto de la panificadora.

Los resultados demostraron una mejora significativa en la eficiencia operativa, con una reducción promedio del 41.32 % en los tiempos de registro y un nivel de satisfacción de 4.25 sobre 5 según la escala de Likert aplicada a los usuarios. Estos hallazgos evidencian que el diseño centrado en la experiencia de usuario favorece la adopción tecnológica para procesos operativos en una panificadora local.

La aplicación desarrollada constituye una base sólida para la transformación digital de panificadoras locales, contribuyendo a la sostenibilidad y competitividad del sector. Asimismo, representa un modelo replicable que puede adaptarse a otras empresas con características y procesos similares.



---

## Abstract

---

This graduation project addresses the design and development of a user-centered web application aimed at digitizing operational processes in a local bakery. The idea arose from the need to modernize procedures traditionally performed manually and on paper, such as raw material management, production, packaging, and inventory.

A user-centered design methodology was applied, structured in ten phases that included direct observation, process modeling, prototype development, the implementation of four specific modules, and user experience evaluation. Modern web technologies such as React.js, Supabase, and Vite were used to ensure the application's implementation with an architecture that was both appropriate and accessible within the bakery's context.

The results demonstrated a significant improvement in operational efficiency, with an average reduction of 41.32 % in registration times and a user satisfaction level of 4.25 out of 5 on the Likert scale. These findings demonstrate that user experience-centered design promotes technology adoption for operational processes in a local bakery.

The developed application provides a solid foundation for the digital transformation of local bakeries, contributing to the sector's sustainability and competitiveness. Furthermore, it represents a replicable model that can be adapted to other companies with similar characteristics and processes.



# CAPÍTULO 1

---

## Introducción

---

En la actualidad, la digitalización de procesos se ha convertido en un factor clave para mejorar la eficiencia, productividad y competitividad de las empresas, sin importar su tamaño o sector. La adopción de soluciones tecnológicas permite optimizar recursos, reducir errores humanos y facilitar el acceso a información, promoviendo una gestión más ágil y efectiva.

Dentro de este panorama, la industria panificadora representa un sector tradicional que aún conserva prácticas manuales y procesos poco sistematizados. Muchas pequeñas panaderías continúan utilizando registros en papel para el control de inventarios, producción y ventas, lo que genera dificultades en la organización, la trazabilidad y la toma de decisiones. Estas limitaciones reducen la capacidad de respuesta ante la demanda y dificultan la planificación de la producción.

Ante esta problemática, surge la necesidad de desarrollar soluciones digitales accesibles y adaptadas a las condiciones reales de las panaderías locales. La digitalización no solo busca modernizar los procesos administrativos, sino también fortalecer la sostenibilidad del negocio, permitiendo un mayor control de los recursos y una mejora en la eficiencia operativa.

Este proyecto propone el desarrollo de una aplicación web centrada en la experiencia de usuario, diseñada para la digitalización de los procesos internos de una panificadora local. La aplicación permitirá gestionar de manera integral la materia prima, la producción, el empaque y las ventas, facilitando el registro de la información. Asimismo, su diseño intuitivo y fácil de usar busca fomentar la adopción tecnológica por parte del personal operativo, asegurando una transición natural hacia un entorno digital.

De esta manera, el proyecto contribuye a la modernización de una empresa tradicional, promoviendo la incorporación de la tecnología como herramienta de mejora continua y sirviendo como modelo replicable para otras microempresas del sector panadero que deseen avanzar hacia la transformación digital.



# CAPÍTULO 2

---

## Objetivos

---

### 2.1. Objetivo general

Desarrollar una aplicación web centrada en la experiencia de usuario para la digitalización de procesos de gestión de materia prima, producción, empaque y venta de productos en una panificadora local.

### 2.2. Objetivos específicos

- Identificar las necesidades, problemas y oportunidades de mejora en los procesos actuales a través de un análisis de experiencia de usuario.
- Diseñar la interfaz de usuario de la aplicación web considerando principios de experiencia de usuario, alineados a necesidades reales.
- Implementar la aplicación web que permita la gestión eficiente de materia prima, producción, empaque y venta de productos.
- Evaluar la experiencia de usuario de la aplicación mediante pruebas dentro de un sector panadero local.



## CAPÍTULO 3

---

### Justificación

---

El desarrollo de una aplicación web personalizada para una panadería local responde a la necesidad de modernizar los procesos operativos que comúnmente se realizan de forma manual o en papel. De acuerdo con García, 2016, las panaderías pequeñas guatemaltecas se caracterizan por su bajo nivel de tecnificación y la dependencia del conocimiento empírico del panadero, lo que dificulta el control y la estandarización de la producción. Esta situación genera ineficiencias en la gestión administrativa, pérdidas de información y escaso control sobre los recursos utilizados.

En la actualidad, la falta de digitalización en las pequeñas empresas del sector panificador evidencia problemas estructurales como la duplicidad de registros, errores en la gestión de inventarios y dificultad para manejar la producción durante temporadas de alta demanda (Analyticalways S.A., 2024). Estos factores reducen la competitividad de las panaderías locales frente a la industria de gran escala, que ha adoptado sistemas digitales para la planificación, control y trazabilidad de sus procesos (Torres, 2021).

Implementar una solución tecnológica adaptada a las necesidades del sector permitirá centralizar la información en una única plataforma, facilitando el control integral del flujo productivo, desde la recepción de materia prima hasta la venta final de los productos (Torres, 2021). Además, la digitalización posibilita la automatización de tareas rutinarias, la reducción de errores humanos y una mayor eficiencia operativa en el futuro (De León, 2023).

Diversos estudios destacan que la transformación digital es un factor clave para el crecimiento y sostenibilidad de las micro y pequeñas empresas, ya que permite optimizar procesos, mejorar la toma de decisiones y adaptarse a las exigencias del mercado actual (Triadó, 2020). En el caso específico de la industria panificadora, la adopción de tecnologías de gestión y monitoreo contribuye a mejorar la productividad, la trazabilidad de los insumos y la calidad de los productos finales (Pérez, 2009).

El sistema propuesto se enfocará en la gestión administrativa de los procesos operativos de la panificadora, diseñado específicamente para ser utilizado por el personal responsable de las áreas de bodega, inventario, producción y ventas. Asimismo, la interfaz de usuario se

desarrollará bajo principios de experiencia de usuario (UX), garantizando una navegación intuitiva, accesible y adaptable a distintos niveles de alfabetización digital (Purita, 2023). De esta manera, se espera fomentar la adopción tecnológica por parte de los trabajadores, reduciendo la resistencia al cambio y promoviendo una cultura de digitalización en el entorno laboral (Stevens, 2024).

En resumen, esta propuesta contribuye directamente a los objetivos de modernización y competitividad del sector panadero guatemalteco, fortaleciendo su sostenibilidad a través de la digitalización de procesos clave. Al mismo tiempo, promueve una gestión más eficiente, trazable y orientada a datos, alineada con las tendencias actuales de transformación digital en pequeñas empresas (De León, 2023).

# CAPÍTULO 4

---

## Marco teórico

---

### 4.1. Contexto de la industria panificadora

El sector panadero constituye una de las ramas más tradicionales y de mayor relevancia dentro de la industria alimentaria en Guatemala (García, 2016). Pérez, 2009 define que “las empresas panificadoras son aquellas cuya actividad básica es la producción de pan, mediante la transformación de la harina en sus diferentes presentaciones para su posterior distribución y venta”. Esta definición resalta el carácter manufacturero y artesanal del sector, que combina técnicas tradicionales con procesos empíricos transmitidos generacionalmente.

#### 4.1.1. Importancia económica y social del sector panadero

La industria panificadora guatemalteca desempeña un papel relevante en la economía local por su alta capacidad para generar empleo y su aporte alimentario a la población (García, 2016). La mayor parte de las panaderías del país son micro y pequeñas empresas de carácter familiar, lo que las convierte en un componente esencial de la economía informal. Estas unidades productivas trabajan con maquinaria y métodos tradicionales, limitando su capacidad de producción y competitividad frente a las grandes industrias panificadoras (Pérez, 2009).

Además de su función económica, este sector tiene un fuerte impacto social, pues contribuye a la seguridad alimentaria y al sostenimiento de familias enteras que dependen de esta actividad para su subsistencia (García, 2016).

Sin embargo, a pesar de su relevancia, las panaderías locales operan en condiciones de baja tecnificación y con acceso limitado a herramientas de gestión modernas. Por ello, este trabajo de graduación propone el diseño de una herramienta tecnológica que contribuya a la modernización de este sector, fomentando su desarrollo sostenible y su adaptación a las exigencias de la era digital.

#### 4.1.2. Procesos de producción y conceptos en panaderías tradicionales

Los procesos de producción en panaderías locales guatemaltecas se caracterizan por el uso predominante de métodos manuales. Según el estudio de García, 2016, la elaboración del pan comprende las siguientes etapas:

- **Pesado y mezclado de ingredientes** que se realiza de manera manual, midiendo harina, agua, levadura y otros aditivos. Cada uno con sus propias unidades de medida, entre las más comunes se encuentra el quintal que es una unidad de masa equivalente a 100 libras.
- **Amasado** que puede realizarse de manera manual o con maquinaria básica, dependiendo de la capacidad de la panadería.
- **Fermentación** es la etapa clave para el desarrollo del sabor y la textura del pan, debido a que requiere control de temperatura y tiempo.
- **Horneado** donde se utiliza horno de gas, leña o diésel, ajustando la temperatura empíricamente.
- **Empaque y las ventas** suelen ser directos al consumidor o mediante pequeños puntos de venta.

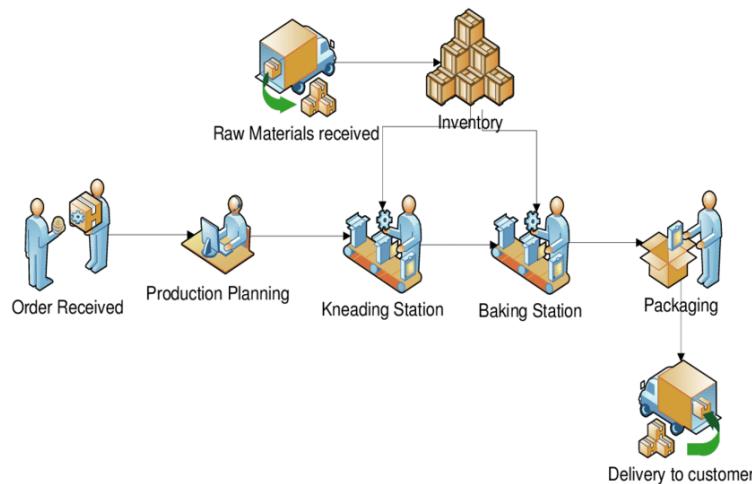


Figura 1: Mapa ilustrativo del proceso productivo tradicional de una panadería

Estos procesos, aunque bien estructurados, dependen fuertemente del conocimiento empírico del panadero, lo que genera variaciones en la calidad y dificulta la estandarización (Pérez, 2009). Lo que refleja una fuerte dependencia de la experiencia del personal y dificulta la estandarización de la producción y el control de inventarios. En muchos casos, los registros de insumos, ventas y producción se mantienen de forma manual, lo que limita la capacidad de planificación y control.

#### **4.1.3. Desafíos y oportunidades del sector panadero**

El sector enfrenta múltiples desafíos, entre los que destacan la falta de tecnología moderna, los altos costos de los insumos y la escasa capacitación técnica (García, 2016). Además, muchas panaderías carecen de herramientas digitales que les permitan gestionar eficientemente sus operaciones, registrar inventarios o planificar la producción. La falta de control sistematizado en la gestión de inventarios y la planificación de la producción es un obstáculo recurrente, evidenciando la necesidad de herramientas digitales adaptadas al contexto operativo de las microempresas panificadoras (Pérez, 2009).

No obstante, el estudio de García, 2016 identifica oportunidades significativas derivadas de la modernización tecnológica. La adopción de herramientas digitales permitiría automatizar la gestión de inventarios, mejorar la trazabilidad de la producción, optimizar recursos y facilitar la toma de decisiones basada en datos.

## **4.2. Digitalización de procesos**

La digitalización de procesos es una vía estratégica para incrementar la competitividad y sostenibilidad del sector panadero guatemalteco. Aunque la adopción tecnológica es limitada, la digitalización parcial de procesos, como el registro digital de producción o el control de insumos, representa una oportunidad clara para optimizar recursos y mejorar la productividad del sector (García, 2016).

### **4.2.1. Definición**

Digitalizar es el proceso de convertir información a un formato digital que funciona para procesar, almacenar o transmitir dicha información (Triadó, 2020). Es por ello que la digitalización de procesos es la forma de transformar actividades manuales o en papel en flujos de trabajo en versiones digitales. Su objetivo es optimizar la eficiencia y reducir errores mediante el uso de herramientas tecnológicas (De León, 2023).

Este concepto, en un entorno de negocio, se llama reingeniería de procesos porque se busca generar un tipo de satisfacción en las personas que están involucradas en este cambio (Triadó, 2020). Digitalizar procesos no solo consiste en sustituir herramientas físicas por digitales, sino en repensar los procesos para hacerlos más productivos y generar un impacto positivo en la experiencia de los usuarios.

### **4.2.2. Transformación digital en pequeñas empresas**

Para las pequeñas empresas, la transformación digital es esencial para mantenerse competitivas en un mercado en constante evolución. Adoptar tecnologías digitales permite optimizar procesos, mejorar la eficiencia, la productividad y la toma de decisiones (De León, 2023).

Además, para mantener una competitividad entre otras empresas, es importante identificar patrones y tendencias en su ambiente. Por lo que, la transformación digital por medio de recopilación y análisis de datos permite ver factores que antes no eran evidentes (De León, 2023).

Según De León, 2023, esta transformación implica cambios en procesos que deben ser adoptados progresivamente para mejorar la capacidad operativa de la empresa. Es por ello que para una panificadora local, que tiene todos sus procesos manuales y en papel, el inicio de la transformación digital comienza con la digitalización de procesos administrativos y operativos.

Es así como se busca que los trabajadores de estas pequeñas empresas adopten la tecnología y se sientan cómodos al usarla. Para esperar como un resultado del trabajo de graduación una mejora en la capacidad operativa y eficiencia futura para el análisis de los datos.

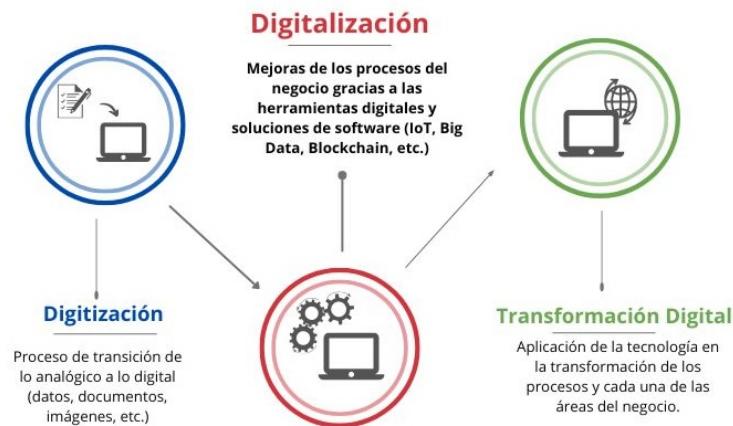


Figura 2: Proceso a una transformación digital

#### 4.2.3. Impacto en la gestión de inventarios, producción y ventas

La digitalización tiene un impacto directo y medible en áreas como inventarios, producción y ventas.

Para inventarios permite registrar automáticamente entradas y salidas de materia prima, alertar sobre niveles mínimos de stock, y reducir pérdidas por desorganización. También, permite generar los inventarios cíclicos como la venta de productos y la trazabilidad por lote o fecha.

En la producción, mejora la planificación de las cantidades a producir según la demanda y disponibilidad de insumos. Permite hacer uso racional de los recursos y responder mejor ante las variaciones según demanda estacional.

Registrar cada venta de forma automática, analizar las tendencias de consumo y utilizar la data como indicadores de desempeño. Permite también integrar métodos de pago y obtener reportes más precisos.

Según Triadó, 2020, estos impactos no solo mejoran la eficiencia, sino que fortalecen la capacidad estratégica del negocio. Esto se debe a que se brindan herramientas para anticiparse a la demanda, optimizar la producción y ofrecer una mejor experiencia.

Todas estas gestiones buscan ser implementadas dentro de la solución dedicando pantallas y páginas para cada área. De tal manera buscar la eficiencia de cada una de las gestiones mencionadas con anterioridad y causar un impacto medible en cuanto a los datos registrados.



Figura 3: Pirámide de la transformación digital

#### 4.2.4. Beneficios de la gestión digital frente a los sistemas manuales

El paso de un sistema manual a uno digital ofrece múltiples beneficios operativos específicamente para procesos rutinarios, como es el caso de la panificadora local. Según los estudios analizados de Triadó, 2020 y De León, 2023, los principales beneficios son:

- **Eficiencia operativa:** se reducen tareas repetitivas y se disminuyen los tiempos de procesamiento.
- **Disminución de errores:** al eliminar el registro manual se mejora la precisión de los datos.
- **Accesibilidad:** al tener los datos digitalizados, pueden consultarse desde distintos dispositivos.
- **Ahorro de recursos físicos:** se reduce el uso de papel y se optimiza el espacio de almacenamiento.

Además, la digitalización crea las condiciones necesarias para que las decisiones se basen en datos, en lugar de suposiciones, lo que aumenta la calidad de la gestión y la capacidad de adaptación a escenarios cambiantes.

## 4.3. Experiencia de usuario

### 4.3.1. Definición

Es un concepto que se enfoca en cómo un usuario se siente mientras utiliza un producto o servicio digital. Es hacer la tecnología más amigable, satisfactoria, fácil de usar y realmente útil. Toma en cuenta la experiencia total que tiene una persona en su interacción con un producto donde abarca su percepción, emociones y reacciones (López et al., 2020).

Principalmente, busca que esta interacción sea agradable, eficiente y que permita al usuario lograr sus objetivos con el mínimo esfuerzo posible. Es por ello que una buena experiencia de usuario se enfoca en comprender las necesidades, comportamientos y preferencias del usuario para crear una experiencia fluida y satisfactoria, desde la primera interacción hasta después de su uso (Purita, 2023).

Es por ello que la implementación de una experiencia de usuario completa, es fundamental para el desarrollo de la aplicación para poder brindar más satisfacción al personal y que ayude a su adaptación a una nueva herramienta de trabajo. Garantizando así una satisfacción y buena experiencia y no una carga extra al trabajo que ya realizan día con día.

### 4.3.2. Principios de diseño

Para garantizar la experiencia de usuario es importante aplicar 7 principios de diseño que son conceptos fundamentales que ayudan a crear productos y servicios intuitivos (Stevens, 2024).

1. **Centrado en el usuario:** consiste en crear productos y servicios que resuelvan y prioricen las necesidades del usuario para tomar decisiones basadas en lo que sabe y espera del producto o servicio. Es uno de los pasos principales para identificar el problema y comprender a los usuarios objetivos.
2. **Consistencia o coherencia:** es crear productos que resuelvan problemas específicos de los usuarios. Acá se mantiene la coherencia visual y funcional entre los diseños de todas las páginas y pantallas, así como también el satisfacer las expectativas del usuario hacia el producto que se está diseñando.
3. **Jerarquía:** es el determinante de cómo el usuario navega por el producto y qué tan complicado es el proceso. Es un tipo de arquitectura de la información, jerarquía visual de las páginas y de las pantallas individuales. En otras palabras, es la estructura y organización general y cómo el usuario navega entre ellas.
4. **Contexto:** se enfoca en comprender quiénes son los usuarios y el contexto en el que usarán el producto, se toman en cuenta las circunstancias y ciertos factores que podrían afectar la experiencia de usuario. Funciona como una forma de anticiparse a las necesidades del usuario según su contexto actual real.
5. **Control del usuario:** consiste en ayudar a los usuarios a corregir o revertir errores sin desorganizar toda la experiencia. Es ofrecer al usuario un control equilibrado para

interactuar con el producto. Se incluyen opciones como deshacer y rehacer acciones para que naveguen y manipulen la interfaz según sus preferencias y necesidades.

6. **Accesibilidad:** es el diseño de productos para todos los diversos tipos de usuarios, con sus capacidades y necesidades. Esto garantiza que el producto sea utilizable para el mayor número de personas posibles porque se toman en cuenta los distintos entornos y factores situacionales que puedan afectar la experiencia de usuario.
7. **Usabilidad:** es una medida de facilidad de uso de un producto, donde no se puede tener una buena experiencia de usuario si el producto no es usable. Este principio tiene 5 componentes clave:
  - a) Facilidad de aprendizaje, toma en cuenta qué tan fácil es para los usuarios familiarizarse con el producto la primera vez que lo usa.
  - b) Eficiencia, si el diseño permite al usuario completar las tareas de manera rápida y eficiente.
  - c) Memorabilidad, cuando los usuarios tienen tiempo de no usar el producto y al volver sigue siendo familiar.
  - d) Errores, es la medición de errores que tienen comúnmente los usuarios al usar el producto y qué tan fácil logran solucionarlos.
  - e) Satisfacción, se ofrece una experiencia con frustraciones menores o nulas para que sea una interacción agradable y placentera.

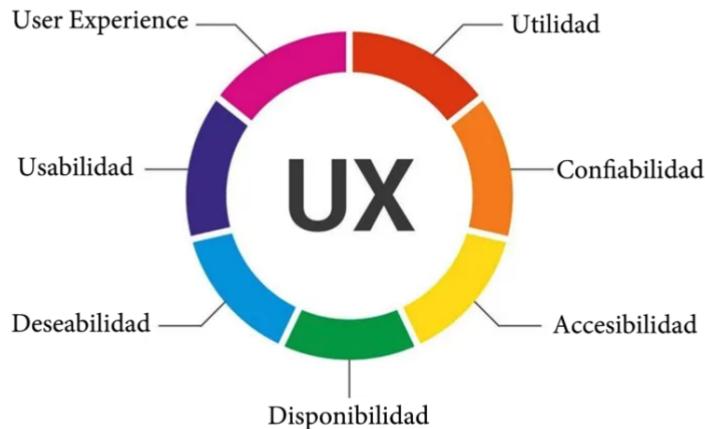


Figura 4: Principios de la experiencia de usuario

#### 4.3.3. Técnicas de análisis de experiencia de usuario

Para diseñar productos digitales centrados en el usuario es necesario aplicar técnicas que permitan comprender las necesidades, expectativas y limitaciones de los usuarios finales (Purita, 2023). Estas técnicas combinan enfoques cualitativos y cuantitativos.

- **Entrevistas:** Son una técnica cualitativa que permite obtener información profunda sobre las experiencias, motivaciones, frustraciones y expectativas de los usuarios. Ofrecen la oportunidad de escuchar directamente a los usuarios, comprender cómo realizan las tareas y descubrir problemas que no siempre se observan a simple vista (Purita, 2023). En el contexto de la panificadora, las entrevistas con supervisores y personal de inventario, producción o ventas permitirán identificar los principales obstáculos que enfrentan en la gestión manual de los procesos.
- **Encuestas:** Las encuestas son una herramienta cuantitativa que facilita la recolección de datos estructurados de un grupo más amplio de usuarios. Se utilizan para identificar patrones comunes, medir la frecuencia de problemas o validar supuestos obtenidos en entrevistas previas (Castañeda, 2020). En este caso, serán encuestas que permitan al usuario colocar una calificación a cada uno de los puntos que serán evaluados para conocer su criterio.
- **Personas:** Son representaciones de tipos de usuarios que se construyen a partir de datos reales que han sido recolectados en entrevistas y encuestas. El objetivo principal es reunir las características, necesidades y metas de distintos perfiles de usuarios (Bruton, 2022). Se podrían construir los perfiles para los roles de supervisor de inventario, encargado de producción y vendedor, cada uno con sus objetivos, frustraciones y expectativas sobre la aplicación.
- **Análisis de tareas:** El análisis de tareas consiste en descomponer y estudiar los pasos que los usuarios realizan para completar un proceso (Spillers, 2024). Lo que permite es identificar cuellos de botella, redundancias o pasos incensarios que pueden optimizarse en la nueva solución. De tal manera se puede comparar la propuesta con el proceso original para demostrar la reducción de tiempo y esfuerzo.
- **Evaluación del contexto de uso:** Son todas las condiciones y entornos donde el usuario interactúa con el sistema. Lo que incluye el tipo de dispositivo, nivel de iluminación, ruido, conexión a internet, entre otros factores (Spillers, 2024). Analizar este contexto asegura que la interfaz esté diseñada para ser funcional en el escenario real de trabajo.
- **Satisfacción:** Forma de medición para saber la experiencia general del usuario hacia el producto. Comúnmente utilizan la escala de Likert (Soegaard, 2025) porque permite medir de manera cuantitativa el grado de acuerdo o desacuerdo hacia preguntas básicas estructuradas para la experiencia o diseño.

#### 4.4. Desarrollo de aplicaciones web

Una vez definidos los principios de experiencia de usuario y su impacto en la interacción, es necesario considerar cómo estos principios se integran en la construcción de aplicaciones web modernas, seleccionando tecnologías que permitan materializarlos en entornos reales de uso.

#### 4.4.1. Tecnologías web modernas

Las aplicaciones web modernas se desarrollan con tecnologías que permiten crear interfaces interactivas, dinámicas y escalables. Entre los lenguajes fundamentales se encuentran HTML5 para la estructura, CSS3 para el estilo visual y JavaScript para la interacción y la lógica en el cliente (GeeksforGeeks, 2025).

En los últimos años, los frameworks y librerías de JavaScript han transformado el desarrollo web al ofrecer componentes reutilizables, optimización del rendimiento y una mejor experiencia de usuario. Una de las más utilizadas es React.js, una librería de código abierto creada por Meta que permite desarrollar interfaces de usuario declarativas basadas en componentes (Jonathan y Suprihadi, 2023).

Para facilitar la configuración y optimizar los tiempos de compilación, se utilizan herramientas como Vite (Vite, 2025), que es un bundler moderno diseñado para entornos de desarrollo rápidos y eficientes, reemplazando a herramientas más tradicionales como Webpack. Su principal ventaja es la carga instantánea de módulos gracias al uso de ES Modules nativos en el navegador.

En cuanto a la gestión de dependencias, se emplean administradores de paquetes como npm o yarn, que permiten instalar librerías externas, automatizar scripts y garantizar la reproducibilidad del proyecto en diferentes entornos de trabajo (Kryk y Plechawska-Wójcik, 2025).

El uso conjunto de estas tecnologías posiciona al desarrollo web moderno como una alternativa robusta y escalable para la digitalización de procesos en pequeñas empresas, permitiendo aplicaciones más ágiles y fáciles de mantener.

#### 4.4.2. Arquitectura cliente-servidor

En el desarrollo de aplicaciones web existen diferentes modelos de arquitectura que definen cómo se comunican el cliente y el servidor para procesar datos y ofrecer servicios (GeeksforGeeks, 2025). Entre las más relevantes se encuentran:

- **Arquitectura cliente-servidor tradicional:** En este modelo, el cliente (generalmente el navegador) se encarga de la interfaz gráfica y envía solicitudes al servidor, el cual procesa la lógica del negocio, se comunica con la base de datos y devuelve la respuesta (Mera Menéndez et al., 2023).
  - **Cliente (frontend):** maneja la interacción con el usuario y muestra la información.
  - **Servidor (backend):** se encarga de validar, procesar y almacenar la información, además de gestionar la seguridad.

Este enfoque es ampliamente utilizado con frameworks como Django, Flask, Spring o Express, y es común en sistemas que requieren un control detallado de la infraestructura y lógica de negocio.

- **Arquitectura serverless o Backend as a Service (BaaS):** En este modelo, gran parte de la lógica de negocio y el almacenamiento se delegan a servicios en la nube. El cliente se comunica directamente con APIs proporcionadas por una plataforma de terceros, eliminando la necesidad de mantener un servidor tradicional (Sonawane et al., 2025).
  - **Cliente (frontend):** construido en React.js, gestiona la interfaz y se conecta con servicios en la nube mediante APIs.
  - **Servidor (backend gestionado en la nube):** ofrecido por plataformas como Supabase, que proporcionan servicios como autenticación, bases de datos en tiempo real, hosting y funciones en la nube.

Este enfoque permite escalar aplicaciones rápidamente, reducir costos de infraestructura y simplificar el mantenimiento, siendo ideal para proyectos de pequeñas y medianas empresas que buscan eficiencia y rapidez en la implementación (Vudayagiri, 2024).

#### 4.4.3. Desarrollo responsive y compatibilidad multiplataforma

El diseño responsive es un enfoque que asegura que una aplicación web pueda adaptarse automáticamente a diferentes tamaños y resoluciones de pantalla (computadoras, tabletas y teléfonos móviles). Se logra mediante el uso de técnicas como:

- Media queries en CSS para ajustar el diseño según el dispositivo.
- Frameworks de diseño responsivo (como Tailwind CSS o Bootstrap) que ofrecen utilidades predefinidas para crear interfaces fluidas.
- Componentes reutilizables en React que garantizan consistencia visual en todas las vistas.

Además del diseño adaptable, es importante garantizar la compatibilidad multiplataforma, lo que significa que la aplicación pueda ejecutarse correctamente en distintos navegadores (Chrome, Firefox, Safari, Edge) y sistemas operativos (Windows, macOS, Linux, Android, iOS).

Este enfoque asegura que los usuarios de la panificadora, ya sea desde la oficina administrativa en un ordenador de escritorio o desde el área de producción en un dispositivo móvil, puedan acceder sin dificultad al sistema, incrementando la adopción tecnológica.

### 4.5. Modelado de procesos y entidades

#### 4.5.1. Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas que permiten visualizar de manera clara y ordenada los pasos que conforman un proceso (HubSpot, 2025). Son una herramienta

fundamental para analizar, documentar y mejorar procesos, ya que permiten identificar cuellos de botella, redundancias y oportunidades de optimización.

En el contexto de la panificadora, los diagramas de flujo permiten representar gráficamente cómo se realizan actualmente procesos como:

- Recepción y control de materia prima.
- Planificación y control de la producción.
- Registro de productos terminados y empaque.
- Gestión de inventarios.
- Registro de ventas.

Estos diagramas funcionan como punto de partida para la digitalización, ya que muestran las rutas de información que luego serán replicadas y optimizadas en la aplicación web.

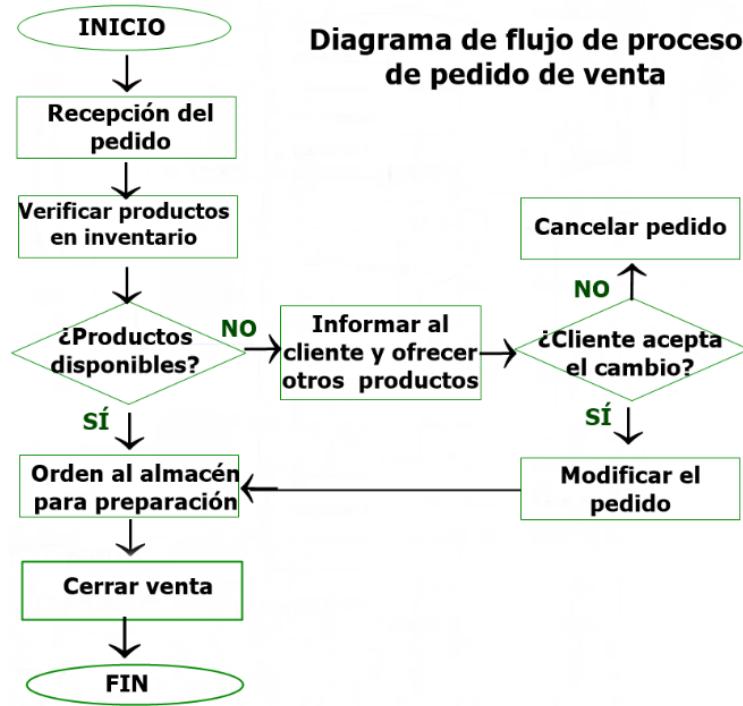


Figura 5: Ejemplo de diagrama de flujo de una venta de producto

#### 4.5.2. Identificación y modelado de entidades para bases de datos relacionales

El modelado de entidades constituye la fase en la que se definen los elementos clave del sistema que requieren almacenamiento estructurado en una base de datos. El Modelo

Entidad-Relación (ER) es una técnica que permite representar de manera gráfica las entidades del sistema, sus atributos y las relaciones entre ellas (ILERNA, 2024).

Para una panificadora local, las entidades principales que se identifican son:

- **Materia Prima:** insumos necesarios para la producción (ejemplo: harina, levadura, azúcar).
- **Producción:** lotes de productos fabricados a partir de la materia prima.
- **Productos Terminados:** panes, pasteles u otros artículos listos para la venta.
- **Inventario:** estado actualizado de materias primas y productos.
- **Ventas:** registros de las transacciones realizadas, con detalles como fecha, producto, cantidad y precio.
- **Usuarios:** roles que interactúan con el sistema (administradores, supervisores, vendedores).

En un esquema de base de datos relacional, estas entidades se transforman en tablas, conectadas entre sí por relaciones de uno a muchos (por ejemplo, un lote de producción genera varios productos terminados) o muchos a muchos (por ejemplo, una venta puede incluir múltiples productos).

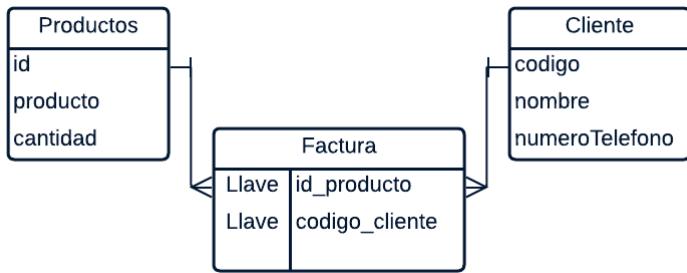


Figura 6: Ejemplo sencillo de un modelo Entidad Relación

#### 4.5.3. Relación entre procesos operativos y diseño de sistemas

El modelado de procesos y de entidades debe estar estrechamente vinculado con el diseño del sistema para garantizar que la aplicación refleje las operaciones reales de la panificadora. Una aplicación exitosa es aquella que logra alinear las necesidades operativas con los requerimientos técnicos (ILERNA, 2024).

En este proyecto, los procesos operativos identificados (inventario, producción, empaque y ventas) determinan qué funcionalidades debe cubrir el sistema.

Las entidades modeladas se convierten en la estructura de la base de datos en Supabase, asegurando la trazabilidad y consistencia de la información.

Los diagramas de flujo sirven como insumo directo para diseñar la interfaz y los flujos de usuario en la aplicación, reduciendo la brecha entre la práctica operativa y el sistema digital.

De esta manera, se asegura que la digitalización no sea una mera sustitución de papel por pantallas, sino un rediseño integral de los procesos que mejore la eficiencia minimice errores y ofrezca valor agregado tanto a los empleados como a los administradores de la panificadora.



# CAPÍTULO 5

---

## Metodología

---

Se combinan técnicas de investigación cualitativa y principios de diseño centrado en el usuario, con el fin de garantizar que el desarrollo de la aplicación web responda de manera efectiva a las necesidades de la panificadora. El enfoque integra observación directa, análisis de procesos, entrevistas, encuestas y pruebas de usabilidad, dentro de un ciclo iterativo que permite retroalimentación continua en cada fase.

### 5.1. Fase 01, Observación

Se realizó una observación directa en el entorno de trabajo de la panificadora con el objetivo de comprender los procesos actuales de gestión de materia prima, producción empaque y venta. Esta fase permitirá identificar los principales problemas operativos y las oportunidades de mejora.

Previo a la observación, se preparó un conjunto inicial de preguntas orientadas a comprender los flujos actuales de trabajo. Las preguntas servirán como guía, sin limitar la posibilidad de preguntas que surjan en el momento.

#### 5.1.1. Conjunto incial de preguntas

Las preguntas fueron planteadas por área observada de la siguiente manera:

1. Recepción y control de materia prima
  - a) ¿Cómo registran actualmente la llegada de la materia prima?
  - b) ¿Quién se encarga de verificar la cantidad y calidad de lo recibido?
  - c) ¿Dónde queda registrado (papel, Excel, sistema)?

d) ¿Qué errores suelen ocurrir en esta etapa (faltantes, duplicados, errores de registro)?

e) ¿Cuáles son sus desafíos en esta etapa?

f) ¿Alguna sugerencia o idea que han buscado o querido implementar?

g) ¿Qué información sería útil visualizar de inmediato al recibir materia prima?

## 2. Planificación de producción

a) ¿Cómo se decide cuánto producir y en qué momento?

b) ¿Qué herramientas usan para planificar (pizarras, hojas de cálculo, memoria)?

c) ¿Qué dificultades enfrentan al planificar (exceso/falta de producción, cambios de último minuto)?

d) ¿Qué datos se necesitarían en un sistema para planificar mejor (ejemplo: inventario disponible, pedidos proyectados, historial de ventas)?

## 3. Recepción de producción

a) ¿Qué sucede cuando la producción termina? ¿Quién recibe y valida?

b) ¿Cómo se confirma que la cantidad producida coincide con lo planificado?

c) ¿Qué registro queda de esta validación?

d) ¿Qué retrasos o problemas son más comunes?

e) ¿Qué datos sería útil consultar en un sistema al recibir la producción?

## 4. Empaque y registro de productos terminados

a) ¿Cómo se lleva el control de lo que ya está empacado?

b) ¿Quién hace el registro y con qué formato?

c) ¿Cómo se comunica esta información al área de inventario o ventas?

d) ¿Qué problemas se presentan (ejemplo: confusión en cantidades, productos mal clasificados)?

e) ¿Cómo les gustaría que fuera más fácil registrar esta información?

## 5. Punto de venta

a) ¿Cómo se registra una venta actualmente?

b) ¿Qué información se guarda?

c) ¿Cómo controlan que el stock se descuento de inmediato al vender?

d) ¿Qué problemas surgen (ejemplo: errores al cobrar, diferencia entre ventas e inventario)?

e) ¿Qué funcionalidades serían más útiles en un sistema de ventas (ejemplo: reportes, alertas de stock bajo)?

## 6. Control de inventario final

a) ¿Con qué frecuencia revisan el inventario final del día o de la semana?

b) ¿Cómo se hace este conteo?

- c) ¿Qué discrepancias son comunes (faltantes, sobrantes)?
- d) ¿Cómo se comunican estas discrepancias a administración o producción?

## 7. Área administrativa

- a) ¿Qué reportes reciben actualmente (ventas, inventario, producción, compras)?
- b) ¿Qué tan rápido reciben la información de las demás áreas?
- c) ¿En qué formato (papel, Excel, verbal)?
- d) ¿Qué decisiones suelen tomar con esta información?
- e) ¿Qué tipo de reportes o paneles sería ideal tener en un sistema digital?

## 5.2. Fase 02, Documentación

A partir de la información recolectada, se documentaron los procesos internos. Se realizó una matriz hallazgos y oportunidades de mejora en cada una de las áreas observadas. Con ello se identificó el flujo de las tareas que llevan a cabo y la manera en que cada una puede afectar a otra. Además, se registraron los tiempos que le toma a cada área realizar sus labores y registrarlos en sus formatos actuales. Por último, se obtuvieron los formatos en papel que utilizan actualmente para llevar el control y registro de la información en curso.

### 5.2.1. Matriz de hallazgos y oportunidades de mejora

Área / Función	Hallazgos	Oportunidad de mejora
Recepción y control de materia prima	Registro manual en cardex en papel. Inventario semanal con conteo manual. Errores poco frecuentes de faltantes o vencidos.	Digitalizar el control de ingresos y egresos de materia prima. Alertas de stock bajo o vencimiento.
Planificación de producción	No existe herramienta de planificación, solo portapapeles. Cambios de último minuto frecuentes, falta de producto en temporadas altas.	Implementar un módulo de planificación conectado con inventarios y pedidos. Reportes de producción diaria y semanal. Considerar pedidos mayoristas y temporadas.
Recepción de producción	Validación manual con formatos en papel. Retrasos por falta de personal. No siempre coincide lo producido con lo planificado.	Registro digital de producción terminada. Validación automática contra lo planificado.
Empaque y registro de productos terminados	Control manual en hojas. Errores por mala clasificación o cantidades. Comunicación lenta con ventas/inventario.	Módulo de empaque con ingreso digital y opción de observaciones. Validación automática de cantidades. Sincronización con inventario en tiempo real.

Punto de venta	Ventas registradas en sistema FEL y formatos físicos para envíos. Stock no se descuenta automáticamente. Problemas de vueltos, cambios de pedido, cruces de productos.	Reportes digitales de ventas. Alertas de bajo stock visibles para producción y ventas.
Control de inventario final	Conteos manuales diarios y mensuales. Faltantes y sobrantes frecuentes. Comunicación verbal de discrepancias.	Sistema de inventario con actualizaciones automáticas. Reportes diarios/mensuales consolidados.
Área administrativa	Reportes tardados y en papel/Excel. Mucha duplicidad de documentos. Uso para flujo de efectivo, costos, pérdidas y ganancias.	Panel administrativo con resúmenes automáticos (compras, ventas, producción, inventario). Reportes dinámicos por cliente, día, mes.

Cuadro 1: Matriz de hallazgos y oportunidades de mejora

### 5.2.2. Flujo de los procesos operativos

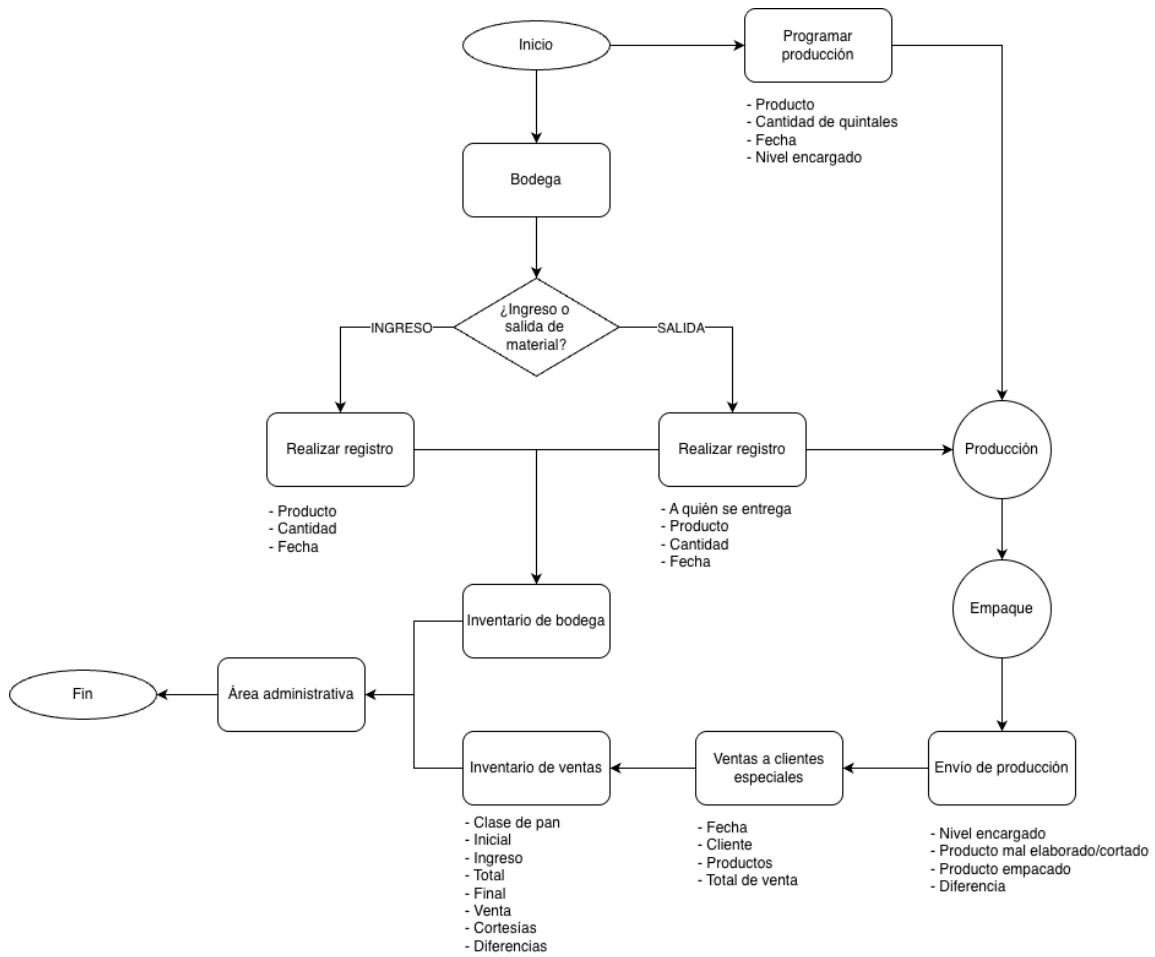


Figura 7: Diagrama de flujo de procesos internos

### 5.2.3. Tiempos en las áreas de interés

Se tomaron tiempos aproximados de lo que le toma a cada encargado de área hacer el proceso completo de registro de los datos en los formatos en papel. Los tiempos fueron tomados con cronómetro en mano mientras el encargado del área realizaba la tarea, completando así el proceso completo de observación y recolección de datos.

Área	Tiempo
Gestión de materiales (Bodega)	3 horas
Programar producción	25 minutos
Envío de producción (Empaque)	15 minutos
Ventas a clientes especiales	30 minutos
Inventario	1 hora

Cuadro 2: Registro de áreas y tiempos

### 5.2.4. Formatos en papel

#### Control de inventario

PANIFICADORA CONTROL DE INVENTARIOS SALA DE VENTAS									
No.	Clase de Pan	Inventario Inicial	Ingreso Producción	Total	Inventario Final	Ventas según Inventarios	Ventas Contado		DIA MES AÑO
							Unidades	Valor	
1	Hamburgues Pequeña								
2	Hamburgues 1/4								
3	Hot Dog Jumbo								
4	Hot Dog Pequeño								
5	Hot Dog Gigante								
6	Hot Dog Aguacate								
7	Sandwich G.								
8	Pirujo 1/4								
9	Tostado								
10	Cajas Cartón								
11	Pirujo 1 onza								
12	Bollo								
13	Pan Dulce								
14	Torta								
15									

Nombre del Responsable \_\_\_\_\_ Firma y Sello \_\_\_\_\_

Figura 8: Formato en papel - Control de inventario

#### Control de producción

PANIFICADORA							
Quintales Elaborados	Clase de Pan	Producto en Crudo	Producto Mal Elaborado	Producto Mal Cortado	Producto Empacado	Diferencia	Promedio por qq Empacado
	Hamburgues Pequeña						
	Hamburguesa 1/4 lb.						
	Hot Dog Jumbo						
	Hot Dog Tradicional						
	Hot Dog Gigante						
	Hot Dog Aguacate						
	Pirujo 1/4						
	Pirujo 1 onz.						
	Sandwich						
	Torta Mexicana						
	Champurrada						
	<b>TOTAL QUINTALES</b>						

RESPONSABLE

NIVEL 2							
Quintales Elaborados	Clase de Pan	Producto en Crudo	Producto Mal Elaborado	Producto Mal Cortado	Producto Empacado	Diferencia	Promedio por qq Empacado
	Hamburguesa Pequeña						
	Hamburguesa 1/4 lb.						
	Hot Dog Jumbo						
	Hot Dog Tradicional						
	Hot Dog Gigante						
	Hot Dog Aguacate						
	Pirujo 1/4						
	Pirujo 1 onz.						
	Sandwich						
	Torta Mexicana						
	Champurrada						
	<b>TOTAL QUINTALES</b>						

RESPONSABLE

NIVEL 3							
Quintales Elaborados	Clase de Pan	Producto en Crudo	Producto Mal Elaborado	Producto Mal Cortado	Producto Empacado	Diferencia	Promedio por qq Empacado
	Hamburguesa Pequeña						
	Hamburguesa 1/4 lb.						
	Hot Dog Jumbo						
	Hot Dog Tradicional						
	Hot Dog Gigante						
	Hot Dog Aguacate						
	Pirujo 1/4						
	Pirujo 1 onz.						
	Sandwich						
	Torta Mexicana						
	Champurrada						
	<b>TOTAL QUINTALES</b>						

RESPONSABLE

Figura 9: Formato en papel - Control de producción

## Reporte de producción

REPORTE DE PRODUCCION		
No. 011374		
Guatemala, _____ de _____ de 20_____		
A: _____		
Nivel: _____		
QUINTALES Y LBS.	DESCRIPCION	UNIDADES
	Hamburguesa	
	Hamburguesa 1/4 Lb.	
	Hot Dog Jumbo	
	Hot Dog Tradicional	
	Hot Dog Gigante	
	Hot Dog Aguacate	
	Sandwich	
	Pirujo 1/4	
	Torta	
	Pirujo Banquete	
	Bollo	
	Frances	
	Pan Dulce	
	<b>TOTAL qq</b>	
ENTREGADO		RECIBI CONFORME

Figura 10: Formato en papel - Reporte de producción

### 5.3. Fase 03, Definición de entidades

Se definieron las entidades clave del sistema a partir del análisis del flujo de procesos productivos y administrativos de la panificadora, considerando tanto la información originalmente almacenada en formatos físicos como las necesidades de digitalización detectadas durante el levantamiento de requerimientos.

Con base en ello, se desarrolló el diagrama entidad-relación (DER), el cual modela la estructura lógica de la base de datos y permite representar de forma coherente las interacciones entre los módulos principales del sistema como la gestión de usuarios, control de inventario, producción, empaques y ventas.

#### 5.3.1. Entidades y atributos

- Usuarios: id, nombre, rol, usuario, contraseña
- Productos: id-producto, nombre, receta, precio, materiales
- Materia prima: id-material, nombre, cantidad, unidad de medida, proveedor

- Producción: id-produccion, id-producto, cantidad producida, mal elaborado/cortado, producto empacado, fecha, lote, responsable
- Ventas: id-venta, producto, cantidad vendida, total, cliente, fecha
- Historial de inventario: id-inventario, id-producto, fecha, inicial, ingreso, total, vendido, final, observaciones.
- Clientes: id, nombre-cliente, ubicación, dirección, teléfono
- Proveedor: id-proveedor, nombre, teléfono de contacto

### 5.3.2. Diagrama entidad relación

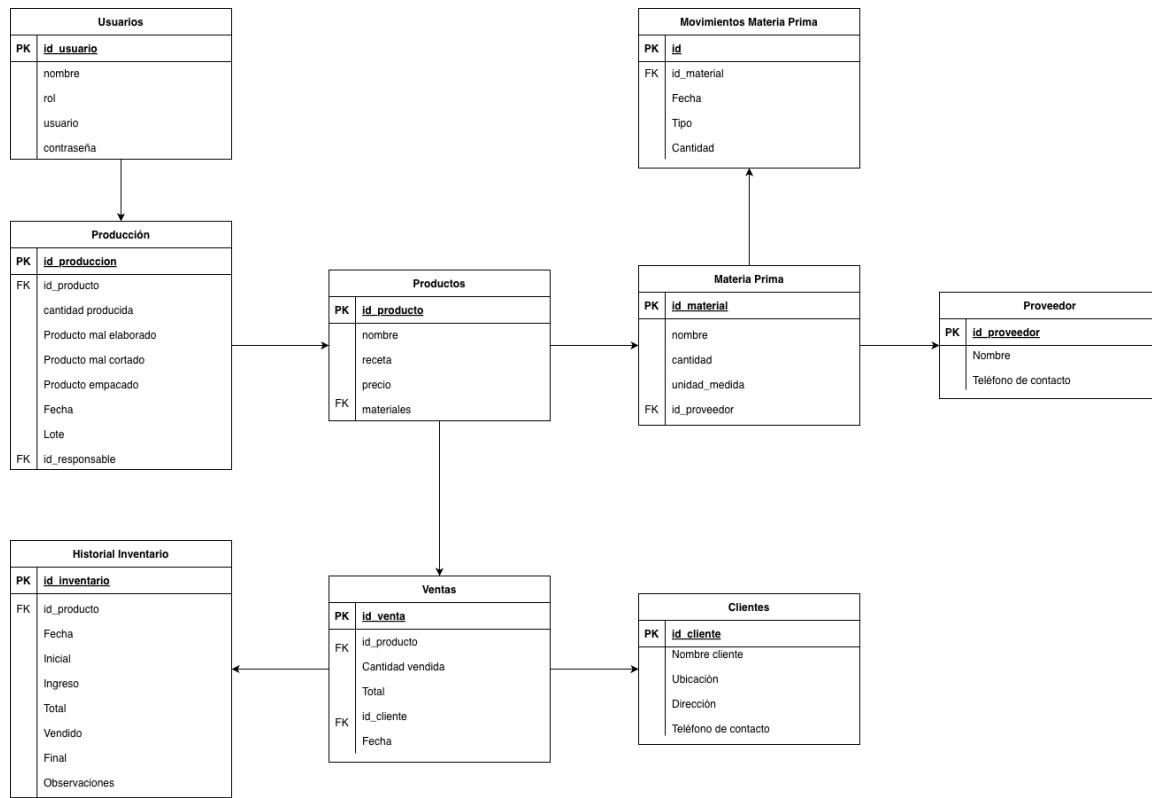


Figura 11: Diagrama entidad relación para la aplicación

### 5.4. Fase 04, Análisis de experiencia de usuario

Para el inicio de la aplicación de los principios UX, se definieron perfiles de usuario que representan los diferentes roles dentro de la panificadora para evaluar las necesidades, expectativas y limitaciones de los usuarios finales. Asimismo, encuestas para obtener datos cuantitativos sobre el uso actual de los formatos en papel. Por último, se realizó una evaluación de contexto de uso, considerando los dispositivos y entornos donde se utilizará la aplicación.

#### 5.4.1. Perfiles de usuario por rol

Rol	Responsabilidades	Frustraciones	Expectativas del sistema
Encargado de recepción y control de materiales	Verificar cantidad y calidad de la materia prima. Mantener inventario actualizado y evitar faltantes.	Registro manual en papel propenso a errores. Falta de alertas sobre materiales próximos a agotarse o vencer.	Registro digital de entradas y salidas de materia prima. Alertas automáticas de stock bajo o productos próximos a vencer.
Encargado de planificación de producción	Decidir qué producir y en qué cantidad según temporada y demanda. Coordinar recursos humanos y materiales para cumplir la producción.	Planificación manual, solo con portapapeles. Cambios de último minuto afectan la producción. Falta de visibilidad de inventarios y pedidos mayoristas.	Registro de producción diaria y semanal. Información de inventarios y pedidos mayoristas integrada. Reportes de producción y alertas de posibles faltantes.
Encargado de validar producción terminada	Comprobar que la producción coincide con lo planificado. Registrar la producción final correctamente.	Registro en papel, errores manuales. Falta de personal retrasa la validación.	Registro digital de producción recibida. Validación automática contra planificación. Panel de indicadores de cumplimiento de producción.
Encargado de registro de productos empacados	Asegurar correcta clasificación y cantidad de productos empacados. Comunicar información a inventario y ventas.	Errores en clasificación y conteo manual. Comunicación lenta con otras áreas.	Registro digital con opción de observaciones. Validación de cantidades y sincronización automática con inventario.
Vendedor y registro de ventas	Facturar correctamente y mantener stock actualizado. Evitar errores de cobro y descuadre de inventario.	Stock no se descuenta en tiempo real. Cambios en pedidos generan cruces y confusión.	Alertas de stock bajo. Reportes digitales de ventas diarios y semanales.
Administrativo y contable	Conocer costos de producción, ventas y pérdidas para decisiones financieras. Consolidar información de todas las áreas de manera rápida.	Reportes tardados y en papel/Excel. Difícil consolidación de información de varias áreas.	Panel administrativo para generar resúmenes (compras, ventas, inventario, producción).

Cuadro 3: Perfiles de usuario por rol para el sistema de digitalización de procesos

#### **5.4.2. Evaluación de contexto de uso**

Basado en el uso que el personal dará a la futura aplicación, se identificaron las condiciones del entorno y los dispositivos más adecuados para su implementación. El personal operativo que dirige las áreas que mantienen contacto directo con los productos empleará tabletas digitales, permitiendo un acceso portátil, ágil y en tiempo real a la información durante las actividades de producción, empaque e inventario.

Por otro lado, el personal administrativo de oficina utilizará la aplicación desde equipos de escritorio o monitores, donde podrán realizar tareas de gestión, control de manera más cómoda y detallada.

Esta diferenciación de contextos de uso permite adaptar la interfaz y la experiencia de usuario (UX) a las necesidades específicas de cada grupo, garantizando accesibilidad, eficiencia y una adecuada usabilidad del sistema en los distintos entornos de trabajo.

### **5.5. Fase 05, Desarrollo de prototipos**

Con base en el análisis previo, se desarrollaron prototipos de baja y media fidelidad que representen la interfaz gráfica de la aplicación. Estos prototipos permitirán validar la arquitectura de los mockups y la navegación entre páginas.

Además, se incluyeron pruebas tempranas de interacción mediante prototipos en papel, con el objetivo de validar de manera ágil los flujos de trabajo y la disposición de los elementos antes de invertir tiempo en el desarrollo digital.

#### **5.5.1. Prototipo en papel**

En esta etapa, se buscó comprender a profundidad los formatos físicos utilizados por el personal, con el fin de transformarlos en interfaces digitales intuitivas. Los bocetos en papel sirvieron como una representación inicial de la aplicación, integrando campos, botones y componentes visuales basados en los registros que los usuarios completaban manualmente.

Se tomaron como referencia todos los formatos compartidos, junto con los comentarios, expectativas y necesidades expresadas por los usuarios finales. Esto permitió identificar oportunidades de mejora y definir las primeras estructuras de interacción.

## Inicio de sesión

inicio de sesión

LOGO

usuario: \_\_\_\_\_

contraseña: \_\_\_\_\_

iniciar sesión

recordar usuario      [olvidé mi contraseña](#)

se plantea que únicamente los usuarios administradores puedan crear nuevos usuarios, por lo que no se tendrá la típica página de "sign up".

Figura 12: Prototipo en papel - Página de inicio de sesión

## Página de inicio

página principal

Bienvenido @user

rol 01 | rol 02 | rol 03

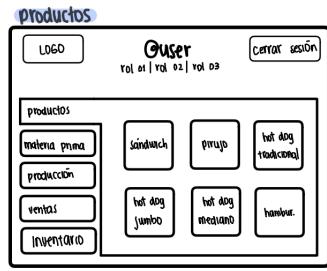
productos      materia prima      producción

ventas      inventario

dependiendo de los roles que el usuario posea, serán las tabs disponibles que aparezcan

Figura 13: Prototipo en papel - Página de inicio

## Productos

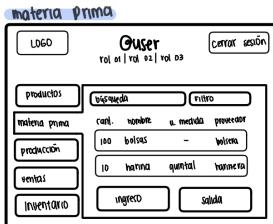


mentionan que dependiendo del cliente varía el precio, por lo que puede considerarse una vista del producto con los precios fijos de clientes fijos



Figura 14: Prototipo en papel - Página de productos

## Materia prima



debe garantizar un flujo de entrada y salida de material. Además una opción de filtrado para ver la cantidad.

Este diagrama muestra el flujo de datos entre la página de 'materia prima' y las páginas de 'Ingreso' y 'Salida'. Una flecha apunta de la sección de 'ingreso' a la página 'Nuevo material', y otra flecha apunta de la sección de 'salida' a la misma página.

Figura 15: Prototipo en papel - Página de materia prima

## Producción

**Producción**

productos	activo	fecha producto	cantidad	responsable
maíz prima	pollo	Sándwich	100	nivel 1
producción	pollo	Pollo	50	nivel 2
rentas				
inventario	pollo	Pollo	50	nivel 2

Permite tener una visualización histórica de las producciones pueden editar las producciones activas al hacer click sobre ella. Además, se permite registrar nuevas.

**Editar**

**Asignar**

fecha	00 / 00 / 0000
producto	▼
cantidad	_____
nivel responsable	▼
elementar	
listo	

fecha	00 / 00 / 0000
producto	▼
cantidad	_____
nivel responsable	▼
Asignar	

Figura 16: Prototipo en papel - Página de producción

## Clients

**clientes**

productos	ciudad capital
maíz prima	Oriente
clientes	Occidente
rentas	
inventario	

los clientes los dividen por 3 sectores. cada cliente o sala de ventas tenga una tarjeta de presentación y los precios de los productos que se le despachan.

Figura 17: Prototipo en papel - Página de clientes

## Empaque

Este prototipo es una captura de pantalla de una aplicación web titulada "empaque". La barra superior muestra el logo, el nombre del usuario (@User) y los roles (rol 01 | rol 02 | rol 03), así como un botón para cerrar la sesión. El menú lateral incluye opciones como "productos", "materia prima", "empaque" (destacada en azul), "ventas", "inventario" y "recibir producción". La sección central titulada "Producciones recibidas" muestra una lista con una sola fila: "0000/0000 sándwich 100 2". Hay un botón "revisar envío" al lado de la fila.

- \* cuentan la producción recibida,
- ya tienen un estimado de cuántas unidades salen por quintal.
- se resta el pan mal elaborado
- Se hace un envío para que salga de ventas lo reciba.

Este prototipo muestra dos formularios. El formulario "producción" tiene campos para "fecha" (00/00/0000), "producto" (selección desplegable), "cantidad recibida" (campo vacío), "mal elaborado" (campo vacío), "nivel responsable" (selección desplegable) y un botón "recibir". El formulario "envío" tiene campos para "fecha" (00/00/0000), "producto" (selección desplegable), "cantidad empacada" (campo vacío) y un botón "enviar".

Figura 18: Prototipo en papel - Página de empaque

## Ventas

Este prototipo es una captura de pantalla de una aplicación web titulada "ventas". La barra superior muestra el logo, el nombre del usuario (@User) y los roles (rol 01 | rol 02 | rol 03), así como un botón para cerrar la sesión. El menú lateral incluye opciones como "productos", "materia prima", "ventas" (destacada en azul), "empaque", "inventario" y "registrar venta". La sección central titulada "Registrar venta" muestra campos para "Cliente:" (campo vacío), "producto(s):" (selección desplegable), "Cantidad" (campo vacío) y "total" (campo vacío). Hay un botón "registrar" y un campo "Total final" (campo vacío).

Figura 19: Prototipo en papel - Página de ventas

## Inventario

inventario		
LOGO	ouser rol o1   rol o2   rol o3	Cerrar sesión
productos	Disponible	ID Producto cantidad
materia prima	o1 sandwich	50
inventario	o2 hot-dog	40
ventas	vendido	ID Producto cantidad
clientes	o1 sandwich	50

habilitar una opción que genere inventarios diarios y otros personalizados en cuanto a rangos de fechas.

Figura 20: Prototipo en papel - Página de inventario

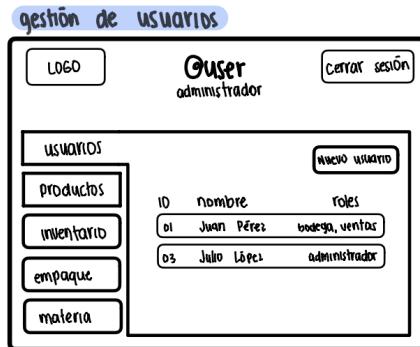
## Página de inicio administrador

página principal		
LOGO	Cerrar sesión	
Bienvenido ouser administrador		
gestión de usuarios*	clientes	empaque
productos	materia prima	producción
ventas	inventario	analítica*

Puede ver todas las pantallas públicas y adicionalmente las marcadas ★. en algunas pantallas públicas puede tener acceso a edición de información.  
★→ analítica se considera desarrollar más adelante

Figura 21: Prototipo en papel - Página de inicio administrador

## Gestión de usuarios



Es el encargado de la creación  
de usuarios y el que puede  
modificar roles e información

Figura 22: Prototipo en papel - Gestión de usuarios

### 5.5.2. Prototipo digital

A partir de la retroalimentación obtenida en los prototipos en papel, se desarrollaron prototipos digitales de mediana fidelidad, priorizando la claridad visual y la funcionalidad de cada módulo. En esta etapa se eliminaron pantallas innecesarias, se ajustaron formularios para mantener una correspondencia con los formatos originales y se refinó la coherencia visual de toda la interfaz.

Además, se seleccionó una paleta de colores, tipografías y estilos gráficos que garantizan consistencia y una identidad visual propia de la aplicación. Estos elementos contribuyeron a consolidar una línea gráfica unificada, orientada a mejorar la experiencia del usuario y a facilitar la posterior fase de desarrollo del sistema.

## Inicio de sesión



Figura 23: Prototipo digital – Página de inicio de sesión

## Productos

Este prototipo digital muestra dos páginas de un sistema de gestión de productos.

(a) Lista de productos:

- Encabezado: '@user rol 1 | rol 2 | rol 3' y 'baked-in-gt'.
- Sección 'Productos':
  - Materia prima: Sándwich, Pirujo.
  - Producción: Hot dog Tradicional.
  - Empaque: Hot dog Jumbo, Hot dog Mediano, Hamburguesa.

(b) Detalle de producto:

- Título: 'Sándwich'.
- Descripción: 'Pan blanco que utiliza harina...'. Hay un icono de flecha apuntando hacia la descripción.
- Sección 'Precios':

Ciudad Capital	Quetzaltenango
Q0.00	Q0.00

Puerto	Oriente
Q0.00	Q0.00

(a) Lista de productos

(b) Detalle de producto

Figura 24: Prototipo digital – Módulo de productos

## Materia prima



(a) Resumen



(b) Ingreso



(c) Salida



(d) Materiales

Figura 25: Prototipo digital – Módulo de materia prima

## Producción



(a) Vista general



(b) Asignar producción

Figura 26: Prototipo digital – Módulo de producción

## Empaque

(a) General

	Fecha	Producto	Quintales	Nivel
Materia prima	00/00/00	Sándwich	100	1
Realizar envío				
Empaque	00/00/00	Pirujo	50	2
Realizar envío				

**baked-in-gt**

**Envío**

Producto mal elaborado: \_\_\_\_\_  
 Producto mal cortado: \_\_\_\_\_  
 Producto empacado: \_\_\_\_\_  
 Diferencia: \_\_\_\_\_

Enviar

(b) Envío

**Recibir producto**

Producto \_\_\_\_\_  
 Quintales: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_  
 Nivel \_\_\_\_\_

Recibir

(c) Recepción

Figura 27: Prototipo digital – Módulo de empaque

## Ventas e inventario

(a) Ventas

**Registrar venta**

Productos  
Materia prima  
Producción  
Empaque  
Ventas  
Inventario

Cliente \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Producto(s)	Cantidad	Total
Cliente _____	_____	Q 0.00
+		

Registrar Total final: Q 0.00

**baked-in-gt**

(b) Inventario

**Inventario**

Productos  
Materia prima  
Producción  
Empaque  
Ventas  
Inventario

Producto \_\_\_\_\_

Inicial	Ingreso	Vendido	Final
Créditos: _____	Cortesías: _____	Registrar	

Disponible

ID	Producto	Cantidad
001	Sándwich	50

**baked-in-gt**

Figura 28: Prototipo digital – Módulo de ventas e inventario

## 5.6. Fase 06, Pruebas de experiencia de usuario con prototipos

Se desarrollaron pruebas de experiencia de usuario utilizando los prototipos desarrollados anteriormente. El objetivo es identificar barreras de uso, evaluar la comprensión de la interfaz

y recopilar sugerencias entre del desarrollo de la aplicación.

Para los prototipos en papel se les presentó cada pantalla y se fueron planteando preguntas para saber si la información que provenía de los formatos en papel les hacía sentido con el planteamiento de pantallas y botones. Se hizo enfásis en que era una preliminar de la solución final, donde solamente se buscaba comprender la manera en que se esperaba el flujo y representación de la información.

Por otro lado, para los prototipos digitales, ya se buscó que los usuarios comiencen a interactuar con los botones y a entender el flujo de la aplicación. De esa manera se empezó a tener un contacto más directo por parte de los usuarios finales para analizar lo que les hace pensar y/o sentir al usar la aplicación.

### 5.6.1. Prototipo en papel

#### Retroalimentación

Qué gusta	Oportunidades de mejora
<ul style="list-style-type: none"><li>■ La interfaz es clara y fácil de entender.</li><li>■ Tiene las pantallas necesarias para cada interacción.</li><li>■ Los botones son claros en sus acciones.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ El menú lateral se ve muy cargado.</li><li>■ Al ser todo blanco y negro, las pantallas se ven similares.</li><li>■ Existen pantallas que no tienen toda la información necesaria como en el formato en papel.</li></ul>
Emociones y percepciones	Preguntas o inquietudes
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Un poco confundidos al ver muchas pantallas.</li><li>■ Asustados por cómo lo usarán día con día.</li><li>■ Intrigados por la información que se recabará.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ ¿Se podrá acceder desde celular?</li><li>■ ¿Se podrán tener varios roles?</li><li>■ ¿El sistema enviará alertas automáticas?</li></ul>

Cuadro 4: Retroalimentación del prototipo en papel

### 5.6.2. Prototipo digital

#### Retroalimentación

Qué gusta	Oportunidades de mejora
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los colores son legibles y con contraste.</li> <li>■ Tiene un enfoque minimalista que hace ver sólo lo necesario.</li> <li>■ El flujo de pantallas no se ve interrumpido</li> <li>■ Se ve más espacioso el menú lateral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La pantalla de empaque y producción pueden resumirse a una sola.</li> <li>■ Se ve demasiado grande y puede generar un impacto visual negativo a largo plazo</li> <li>■ No parece lo suficiente óptima la pantalla de inventario.</li> <li>■ Tomar en cuenta todos los productos que se manejan y datos reales.</li> </ul>
Emociones y percepciones	Preguntas o inquietudes
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Confusión por las pantallas de producción y empaque al encontrar muchas similitudes.</li> <li>■ Perdidos en algunas pantallas con el botón de salida.</li> <li>■ Pensativos si eso ayudará a efficientizar el tiempo para obtener los datos como en el inventario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ¿Es posible agregar el inventario como una tabla continua con todos los productos?</li> <li>■ ¿Qué pasa si llego a tener muchos roles?</li> <li>■ ¿Podré mantener mi sesión activa siempre?</li> </ul>

Cuadro 5: Retroalimentación del prototipo digital

### 5.7. Fase 07, Elección de tecnologías web

Se seleccionaron las tecnologías web más adecuadas para el desarrollo del sistema, tomando en cuenta criterios como la escalabilidad, la facilidad de mantenimiento, la compatibilidad multiplataforma y la eficiencia en el rendimiento. La elección tecnológica busca garantizar que la aplicación sea ligera, rápida y adaptable a distintos dispositivos, tanto tabletas como equipos de escritorio.

Para el frontend, se empleará **React.js** como biblioteca principal para la construcción de interfaces dinámicas y modulares, permitiendo un desarrollo más ágil y una mejor orga-

nización del código. Se utilizará además **Vite** como entorno de desarrollo, por su capacidad de ofrecer una compilación veloz y una recarga instantánea durante la creación de componentes. La gestión de dependencias se realizará mediante **Yarn**, lo que facilita el control de paquetes y versiones del proyecto.

En cuanto al backend, se implementará **Supabase**, una plataforma que ofrece una base de datos relacional, autenticación de usuarios y una API RESTful integrada, lo que simplifica la comunicación entre el cliente y el servidor. Esta arquitectura permitirá mantener la coherencia con el enfoque teórico planteado previamente, garantizando una conexión segura y eficiente entre la interfaz y los servicios de almacenamiento.

La integración de estas tecnologías proporciona una base sólida para el desarrollo del sistema, asegurando mantenibilidad, flexibilidad y escalabilidad a futuro, y favoreciendo la implementación de nuevas funcionalidades conforme el sistema evolucione.

## 5.8. Fase 08, Creación de la base de datos

En esta fase se diseñó y construyó la base de datos del sistema, tomando como referencia el diagrama entidad-relación desarrollado previamente en la Fase 03.

La base de datos se estructuró para garantizar la integridad de los datos, la coherencia entre los distintos módulos y la optimización en las consultas necesarias para la operación diaria de la aplicación.

Se definieron las tablas, relaciones y restricciones pertinentes, asegurando que cada entidad contara con sus claves primarias y foráneas correspondientes.

Para su implementación se utilizó Supabase, permitiendo un backend escalable y seguro, con acceso controlado a los datos y soporte para la integración con la API de la aplicación web. Esta fase aseguró que la infraestructura de datos estuviera lista para soportar la interacción con la interfaz de usuario.

## 5.9. Fase 09, Desarrollo de la aplicación web

Se procedió a desarrollar la aplicación web, integrando el frontend en React.js con el backend en Supabase a través de la API definida. Esta versión incluyó los módulos principales del sistema, tales como:

- Productos
- Materia prima
- Producción
- Empaque
- Ventas

- **Inventario**

Durante esta etapa se realizaron pruebas internas de funcionalidad para verificar la correcta interacción entre componentes, la validación de formularios y la consistencia de los datos ingresados. Asimismo, se ajustaron detalles de la interfaz siguiendo las recomendaciones obtenidas en los prototipos digitales, asegurando una experiencia de usuario coherente y eficiente.

El objetivo fue disponer de una plataforma funcional que pudiera ser evaluada por los usuarios finales en condiciones cercanas al uso real, lo que permite detectar posibles mejoras y ajustes para el futuro y la continuidad de la aplicación.

También, se realizó el despliegue de la aplicación utilizando Netlify para que fuera de acceso desde internet y no solamente de manera local. Esto se logró gracias a que se tuvo un repositorio con control de versiones para poder hacer el despliegue y que Netlify manejara los paquetes utilizados.

## **5.10. Fase 10, Observación del uso de la aplicación**

En esta fase se llevó a cabo la observación y evaluación del uso de la aplicación web por parte de los usuarios finales, con el propósito de medir el cumplimiento de los objetivos del proyecto y validar la efectividad del diseño centrado en la experiencia de usuario.

La evaluación se enfocó en observar el comportamiento del personal operativo y administrativo al utilizar la aplicación en sus contextos reales de trabajo, registrando métricas relacionadas con la eficiencia, satisfacción y la facilidad de uso.

### **5.10.1. Métricas de evaluación**

Durante esta fase final se definieron métricas cuantitativas y cualitativas basadas en la usabilidad por parte de los usuarios finales. Principalmente nos enfocamos en las siguientes:

- Eficiencia para tomar el tiempo promedio de completar ciertas tareas. Basándose en los tiempos iniciales documentados en la Fase 02, se realizó una segunda iteración de toma de tiempos con los mismos encargados de área pero utilizando la aplicación.
- Satisfacción midiéndola a un nivel promedio en escala de Likert. Para ello se pasó una encuesta en Google Forms a 4 usuarios piloto para que colocaran un punteo a cada afirmación.

Estos resultados se detallan más adelante en la sección de resultados en el apartado 6.2. donde se desglosan todos los resultados funcionales del sistema.



# CAPÍTULO 6

---

## Resultados

---

Se presentan los resultados obtenidos, abarcando desde la identificación de puntos esenciales de los procesos iniciales, el diseño del prototipo final, hasta la implementación y observación del uso de la aplicación web en la panificadora local. Los hallazgos se analizan en relación con los objetivos del trabajo de graduación, considerando indicadores cuantitativos y cualitativos que reflejan la eficacia del sistema, su impacto en la digitalización de procesos y la experiencia de usuario alcanzada.

### 6.1. Experiencia de usuario

#### 6.1.1. Identificación de necesidades, problemas y oportunidades de mejora de los procesos iniciales

##### Necesidades

- Registro digital y trazable de entradas y salidas de materia prima (para evitar pérdidas por registros en papel).
- Alertas automáticas de stock bajo o vencimiento de materia prima para prevenir quiebres de producción.
- Un flujo de trabajo rápido y móvil para el personal operativo (uso en tabletas) y pantallas más completas para personal administrativo (escritorio).
- Formularios simples y consistentes que reproduzcan la información necesaria de los formatos en papel, pero con validación para reducir errores humanos.
- Reportes consolidados (diarios/semanales) para administración que faciliten la toma de decisiones (ventas, producción, inventario).

## Problemas

- Registros en papel y conteos manuales que generan duplicidad, retrasos y errores (faltantes/sobrantes).
- Falta de sincronización entre producción, empaque e inventario, debido a que la información no se actualiza en tiempo real y se mantiene esparcida.
- Ausencia de una herramienta de planificación de producción. Toman decisiones basadas en memoria o portapapeles, lo que produce ajustes de último minuto.

## Oportunidades de mejora

- Digitalizar y centralizar registros (materia prima, producción, empaque, ventas) para lograr trazabilidad.
- Simplificar y unificar pantallas con alta redundancia (ej.: resumir producción y empaque cuando corresponda), reduciendo pasos y fatiga visual.
- Implementar validaciones y estados (lote, responsable, cantidad) que permitan auditoría y conciliación automática entre lo planificado y lo producido.
- Ofrecer vistas y permisos por rol (operativo o administrativo) y una tabla continua para inventario para manejar muchos productos.

### 6.1.2. Principios de experiencia de usuario aplicados

El diseño del prototipo final se fundamentó en seis de los siete principios de experiencia de usuario definidos en el marco teórico (Sección 5.3.2), garantizando que la aplicación web resultara intuitiva, coherente y funcional para el personal operativo y administrativo de la panificadora. Cada principio se materializó en decisiones de diseño y flujo que respondieron a los hallazgos obtenidos durante la Fase 01 (Observación) y la Fase 06 (Pruebas de prototipos).

#### 1. Centrado en el usuario

Desde las primeras fases se realizó un análisis del contexto y perfiles de usuario, identificando las tareas reales que ejecuta el personal en las áreas de inventario, producción, empaque y ventas. El prototipo final prioriza la facilidad de registro y la reducción de pasos en los procesos diarios. Las pantallas fueron diseñadas con acciones directas (por ejemplo, “Agregar nuevo material” o “Registrar producción”) y un flujo de navegación algo similar a la secuencia natural del trabajo cotidiano.

#### 2. Consistencia o coherencia

Se mantuvo uniformidad visual y funcional en todos los módulos de la aplicación: colores, tipografía, iconografía y disposición de botones siguen una misma lógica. También, el menú lateral se mantiene presente en todas las pantallas para permitir una navegación predecible y evitar la desorientación del usuario. Por otro lado, la coherencia visual se reforzó con

una paleta de colores neutra y resaltados dorados, asociada a la identidad artesanal de la panificadora, contribuyendo a una experiencia estética y uniforme.

### **3. Jerarquía**

Se aplicó tanto a nivel de arquitectura de información como en la organización visual interna de cada pantalla. El flujo principal, desde la recepción de materia prima hasta la venta final, se organiza por módulos visibles en el menú lateral, mientras que dentro de cada módulo los elementos clave como botones de acción y tablas se sitúan en zonas superiores o centradas para destacar su prioridad. Este principio permitió que los usuarios completaran las tareas sin depender de instrucciones externas, validando la claridad del flujo jerárquico del sistema.

### **4. Contexto**

El diseño consideró el entorno de uso identificado en la evaluación de contexto de uso (Fase 04). El personal operativo usa tabletas digitales en áreas de producción y empaque, por lo que se emplearon botones amplios y alto contraste visual para mejorar la visibilidad. Personal administrativo opera desde computadoras de escritorio, donde la interfaz se adapta automáticamente al tamaño de pantalla, permitiendo una vista más detallada de reportes y registros. Estas decisiones garantizan la accesibilidad del sistema en los distintos espacios físicos y con los recursos tecnológicos de la panificadora.

### **5. Control del usuario**

Como podrá evidenciarse en la sección 6.2.3. el nivel de satisfacción de los usuarios para poder corregir o revertir errores no fue del todo cumplido. Esto porque no se pensaron y diseñaron opciones para deshacer y rehacer acciones sin desorganizar la experiencia. Aún así, el diseño permite que puedan hacer ajustes para modificar ciertas acciones, pero le lleva al usuario más trabajo de lo que el principio exige como tal.

### **6. Accesibilidad**

El diseño priorizó la legibilidad y contraste, cumpliendo estándares mínimos de accesibilidad visual. Se emplearon textos grandes, fondos neutros y espacio adecuado para su uso en distintos ambientes. Además, los formularios fueron simplificados para minimizar la carga cognitiva y garantizar que los usuarios con diferentes niveles de alfabetización digital pudieran usar el sistema con la menor dificultad posible.

### **7. Usabilidad**

La usabilidad, como principio transversal, se evaluó mediante pruebas con usuarios reales y métricas establecidas en la Fase 10 (Observación del uso de la aplicación). Los resultados obtenidos demuestran cierto nivel de mejora en cuanto a efectividad y eficacia. Estos resultados se mostrarán con mayor detalle en el apartado 6.2. Resultados funcionales del sistema.

### 6.1.3. Prototipo final

El prototipo final implementa las pantallas principales: inicio de sesión, módulos de productos, materia prima y material, producción, empaque, ventas e inventario. Está diseñado para usarse en tabletas (personal operativo) y en escritorio (administración), manteniendo consistencia visual y facilidad de acceso a las acciones más frecuentes.

Con el diseño del prototipo final, se buscó enfocar el diseño para atender necesidades y corregir problemas que se encuentran dentro del alcance del trabajo de graduación. El problema principal que se buscó solucionar fue el registro en papel permitiendo un registro digital de entradas de materia prima y movimientos de inventario. Además, se redujeron pantallas que eran redundantes en fases anteriores como empaque y producción, ya que se identificó que eran procesos que realizaban con información muy similar complementando con formularios.

#### 6.1.3.1. Inicio de sesión

Enfocada en que los usuarios ingresen a la plataforma con un usuario y una contraseña. A partir de esa información, dependiendo de los roles que se les fueron asignados, son las pestañas disponibles para interacción dentro del sistema.



Figura 29: Prototipo final – Página de inicio de sesión

#### 6.1.3.2. Productos

En el módulo pueden ver los productos que maneja la panificadora, desglosa en una sola pantalla una vista completa de todos los productos disponibles y al hacer clic pueden ver el detalle de cada producto. Dentro del detalle pueden ver la receta y los precios que manejan de manera interna hacia sus distintos tipos de clientes.

El prototipo muestra dos pantallas principales:

**(a) Lista de productos**

Mostrará una lista de productos con categorías y subcategorías:

- Materiales: Hamburguesa, Hamburguesa 1/4, Hot Dog Jumbo
- Producción: Hot Dog Tradicional, Hot Dog Gigante, Hot Dog Aguacate
- Ventas clientes: Sandiwch, Sandwich Tostado, Torta
- Inventario: Pirujo 1 onza, Pirujo 1/4, Pan Dulce

**(b) Detalle de producto**

Mostrará un detalle de un producto específico (Sándwich) con precios en diferentes ubicaciones:

Precio	Lugar
Q0.00	Ciudad Capital
Q0.00	Quetzaltenango
Q0.00	Puerto
Q0.00	Oriente

Figura 30: Prototipo final – Módulo de productos

### 6.1.3.3. Materia prima

Este módulo es uno de los más importantes, inicialmente presenta un detalle del estado actual en bodega. Se muestra la cantidad, nombre del material o materia prima, la unidad de medida y el proveedor. Además, presenta la opción de búsqueda manual y filtrado para poder obtener de los de mayor stock al menor.

Otros botones son ingreso y salida, al presionar alguno de ellos muestra un modal en tipo formulario para poder hacer un registro, dependiendo sea el caso. Para ingreso, es el ingreso de material a bodega, permite seleccionar un producto, la cantidad recibida y la fecha. Allí mismo, permite la creación de un nuevo material ingresando el nombre, unidad de medida y el proveedor. Por último, al presionar salida, habilita el entregar un material, seleccionando el producto, cantidad, fecha y el nivel o persona que lo recibe.

El prototipo muestra dos pantallas principales:

**(a) Desglose completo de materiales**

Mostrará una lista de materiales con sus detalles:

Cantidad	Nombre	U. Medida	Proveedor
100	Levadura	Quintal	Fleischmann
20	Harina	Quintal	Molinos Helvetia
5	Azúcar	Quintal	GuateCaña

**(b) Ingreso de un material a bodega**

Mostrará un formulario para registrar un ingreso:

Producto
Cantidad: _____
Fecha: _____

Botones: Registrar, Ingreso, Salida

(b) Ingreso de un material a bodega

El prototipo final para el módulo de materia prima/materiales consta de dos pantallas principales:

- (a) Entrega/Salida de un material**: Una pantalla que muestra un formulario para la entrega de material. Los campos incluyen "Producto" (seleccionable), "Cantidad" (campo de texto), "Fecha" (campo de texto), "Nivel" (seleccionable) y un botón "Entregar".
- (b) Creación de un nuevo material**: Una pantalla que muestra un formulario para crear un nuevo material. Los campos incluyen "Nombre" (campo de texto), "Unidad de medida" (campo de texto), "Proveedor" (campo de texto) y un botón "Añadir".

Figura 32: Prototipo final – Módulo de materia prima/Materiales

#### 6.1.3.4. Producción

Este módulo condensa las áreas de producción y empaque. Para producción, permite tener varias interacciones, ver las producciones activas planificadas y las pasadas como un tipo de registro. Además, se tiene el botón para poner asignar una producción nueva y que aparezca como activa. La parte de empaque, se resume en la realización del envío al hacer clic en alguna de las tarjetas para poder llenar el formulario.

El prototipo final para el módulo de producción consta de cuatro pantallas principales:

- (a) Producciones activas**: Una pantalla que muestra la lista de producciones activas para Melissa Pérez. Los datos incluyen fecha, producto, cantidad en quintales y nivel. Hay un botón "Asignar producción" para iniciar una nueva producción.
- (b) Producciones pasadas**: Una pantalla que muestra la lista de producciones pasadas para Melissa Pérez. Los datos incluyen fecha, producto, cantidad en quintales y nivel.
- (c) Asignar/Crear producción**: Una pantalla que muestra un formulario para asignar o crear una producción. Los campos incluyen "Producto" (seleccionable), "Quintales" (campo de texto), "Fecha" (campo de texto) y "Nivel" (seleccionable). Un botón "Listo" indica que la producción está lista para ser enviada.
- (d) Envío de producción**: Una pantalla que muestra un formulario para enviar una producción. Los campos incluyen "Producto mal elaborado", "Producto mal cortado", "Producto empacado", "Diferencia" y "Observaciones". Un botón "Enviar" finaliza el proceso de envío.

Figura 33: Prototipo final – Módulo de producción

### 6.1.3.5. Ventas a clientes especiales

Este módulo se especificó y diseñó únicamente para clientes especiales que realizan pedidos de gran volumen, debido a que de momento no ven la necesidad de una integración con ventas minoristas. La primera pantalla permite registrar una venta a un cliente donde se selecciona al cliente, la fecha y se ingresan los productos que son vendidos para generar un resumen total de la venta. Por otro lado, se tiene el registro de ventas realizadas con un detalle pequeño en cada cartilla y al hacer clic se puede ver el detalle completo de la venta.

**Melissa Pérez**

**Venta**      **Realizadas**

Presiona la tarjeta para ver el detalle

Productos	Materiales	Producción	Ventas clientes	Inventario
Cliente	Fecha: _____			
Producto(s)	Cantidad	Total		
Producto		Q 0.00		
+ _____				

**Cerrar sesión**

**Melissa Pérez**

**Venta**      **Realizadas**

Presiona la tarjeta para ver el detalle

Fecha: 00/00/00 Cliente: Occidente Total: Q 10,000	Fecha: 00/00/00 Cliente: Puerto Total: Q 900
Fecha: 00/00/00 Cliente: Capital Total: Q 6,000	Fecha: 00/00/00 Cliente: Oriente Total: Q 10,080

**Cerrar sesión**

(a) Realizar venta a cliente

(b) Ventas realizadas

**Detalle de venta**

Fecha: 00/00/00      Cliente: Occidente

Venta:

Producto	Cantidad	Precio
Sándwich	100	Q 2,000
Hamburguesa 1/4	50	Q 8,000

Total: Q 10,000

Figura 35: Prototipo final – Módulo de ventas

### 6.1.3.6. Inventario

Permite desglosar el inventario por producto (clase de pan) basándose en una gran similitud con el formato en papel. Los valores marcados en color mostaza representan los inputs que deben colocar los usuarios, mientras que los marcados en negro son fijos y el sistema se encarga de realizar cálculos o guardarlos en memorias para futuros inventarios. Además, se agregó el apartado de observaciones para poder colocar algún dato que se considere pertinente.

51

Producto	Inicial	Ingreso	Total	Vendido	Final
Hamburguesa Pequeña	100	50	150	40	110
Hot Dog Tradicional	400	100	500	300	200
Sandiwch	50	500	550	200	350
Hot Dog Jumbo	100	50	150	40	110

Observaciones: \_\_\_\_\_

**Registrar**

Figura 36: Prototipo final – Página de inventario

## 6.2. Resultados funcionales del sistema

La aplicación integró con éxito los módulos de productos, materia prima o materiales, producción, empaque, ventas e inventario, cumpliendo con los requerimientos funcionales definidos en las fases iniciales.

Cada módulo fue validado a través de pruebas funcionales y de usuario, garantizando la estabilidad del sistema y su correspondencia con los procesos operativos de la panificadora.

A continuación, se presentan los principales resultados alcanzados en términos de digitalización, eficiencia y eficacia.

### 6.2.1. Digitalización

El sistema logró transformar los formatos en papel en flujos digitales interactivos, manteniendo la estructura lógica de los registros tradicionales, pero optimizando su registro, almacenamiento y consulta.

Los principales logros de esta fase incluyen:

- Digitalización completa de los registros de entrada y salida de materia prima, producción y ventas.
- Estandarización de formularios para garantizar uniformidad en los datos ingresados, al igual que utilizar términos de manera consistente.
- Automatización de cálculos como totales de ventas o existencias actualizadas, reduciendo la posibilidad de error humano.
- Integración visual coherente entre módulos, lo cual facilita que los usuarios comprendan la relación entre los procesos.

Esta digitalización permitió eliminar la duplicidad de registros y facilitó la consulta de información en tiempo real, resolviendo una de las principales problemáticas detectadas en

la Fase 01. Por lo que el 100 % de los formatos en papel fueron digitalizados y validados por los usuarios responsables de cada proceso.

### 6.2.2. Eficiencia

La eficiencia se midió en términos de tiempo de ejecución de tareas y fluidez del flujo operativo, comparando el proceso manual previo con el sistema digital.

A través de observaciones y mediciones durante la Fase 10, se obtuvieron los siguientes resultados:

Área	Tiempo anterior	Tiempo actual	% Reducción
Gestión de materiales (Bodega)	3 horas	1.5 horas	50.0 %
Programar producción	25 minutos	15 minutos	40.0 %
Envío de producción (Empaque)	15 minutos	10 minutos	33.3 %
Ventas a clientes especiales	30 minutos	20 minutos	33.3 %
Inventario	1 hora	40 minutos	33.3 %

Cuadro 6: Comparativa de tiempos por área antes y después de la aplicación

Estos resultados evidencian una reducción promedio del 41.32 % en el tiempo de ejecución de las tareas operativas/administrativas, lo que implica una mayor agilidad en la gestión de los procesos internos.

El diseño adecuado de los formularios contribuyó significativamente a este resultado. Asimismo, la coherencia visual y la jerarquía clara facilitaron el aprendizaje rápido de la interfaz, incluso para usuarios con poca experiencia digital.

### 6.2.3. Satisfacción

Para evaluar la satisfacción de los usuarios con la aplicación desarrollada, se aplicó una escala de Likert de 5 puntos, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo”.

Los participantes incluyeron personal operativo y administrativo, quienes evaluaron aspectos como facilidad de uso, eficiencia percibida, coherencia visual y satisfacción general con el sistema.

Afirmación evaluada	Promedio (1–5)
La aplicación es fácil de usar y aprender a manejar	3.75
Los formularios y botones son claros y comprensibles	4.75
Las pantallas mantienen una apariencia coherente entre sí	5
El sistema facilita la realización de mis tareas diarias	4.25
La información se presenta de manera ordenada y legible	5
Puedo corregir errores sin dificultad	3.25
En general, me siento satisfecho(a) con el uso de la aplicación	3.75
<b>Promedio general de satisfacción</b>	<b>4.25</b>

Cuadro 7: Resultados de satisfacción del usuario según escala de Likert

Estos resultados reflejan una satisfacción general alta (4.25/5), lo cual indica que la aplicación cumple con las expectativas de los usuarios y proporciona una experiencia positiva de interacción. Además, se observó una correlación entre los principios de consistencia, usabilidad y control del usuario con los punteos más altos, lo que valida la correcta aplicación del diseño centrado en el usuario.

## CAPÍTULO 7

---

### Discusión de resultados

---

Los resultados obtenidos evidencian una reducción significativa en los tiempos de gestión de los procesos clave de la panificadora, alcanzando una mejora promedio del 41.32 % comparado a sus registros en papel. Este hallazgo demuestra la efectividad de la herramienta de digitalización propuesta, aunque debe considerarse que los valores medidos corresponden a un entorno controlado y con una escala limitada de usuarios dentro de la panificadora.

Este porcentaje de mejora puede explicarse, según las observaciones realizadas, por la automatización de tareas manuales repetitivas, como la transcripción de información en papel para documentar y conservar un historial. Además, se acortó tiempo gracias a que la herramienta realiza los cálculos automáticamente conforme el usuario ingresa datos numéricos, por lo que se evita el esfuerzo por parte del usuario al hacer los cálculos de manera manual y repetitivo cada vez que llenaba un reporte o formulario.

Asimismo, al trabajar con reportes en papel, los usuarios debían revisar documentos previos para validar datos y trasladarlos manualmente a los nuevos reportes, lo que incrementaba el tiempo de registro. Esto mejoró en eficiencia porque la aplicación conserva los datos de manera histórica actualizando la información automáticamente y guardando los datos al crear nuevos registros para cálculos.

En segundo lugar, la disponibilidad inmediata de la información en un entorno centralizado permitió que los operarios y encargados de producción accedieran a los datos en tiempo real, evitando esperas y redundancias en el flujo de trabajo.

Es por ello que en una implementación a mayor escala, es probable que los tiempos de operación experimenten una curva de aprendizaje inicial que reduzca momentáneamente la eficiencia, seguida de una estabilización que podría sostener o incluso superar la reducción actual conforme los usuarios se familiaricen con la herramienta. Por lo tanto, se espera que el tiempo de operación continúe mejorando conforme avance ese proceso de adaptación. Mientras tanto es un tiempo sostenible y bastante viable comparado a los iniciales con sus procesos anteriores.

En cuanto a la evaluación de usabilidad mediante la escala de Likert, los usuarios manifestaron altos niveles de satisfacción en:

- Los formularios y botones son claros y comprensibles
- El sistema facilita la realización de mis tareas diarias
- Las pantallas mantienen una apariencia coherente entre sí
- La información se presenta de manera ordenada y legible

Estos resultados reflejan que el diseño alcanzó su propósito de ofrecer una interacción intuitiva y coherente, acorde con las tareas reales del personal de la panificadora. Las valoraciones más altas se asociaron con módulos donde la interacción se limitaba a acciones de registro y consulta, lo cual sugiere que el sistema resultó más accesible en procesos de uso frecuente.

No obstante, algunas áreas de interacción más complejas evidenciaron oportunidades de mejora, como se detalla a continuación. Estas tres afirmaciones obtuvieron puntuaciones ligeramente inferiores, las cuales son:

- La aplicación es fácil de usar y aprender a manejar
- Puedo corregir errores sin dificultad
- En general, me siento satisfecho(a) con el uso de la aplicación

Este comportamiento puede atribuirse a dos factores principales, siendo la falta de experiencia previa del personal con herramientas digitales, lo que genera una curva de adaptación. Además, el diseño inicial de ciertos flujos que requieren varios pasos para modificar los datos ya ingresados no resulta del todo intuitivo para los usuarios. Estos resultados sugieren oportunidades de mejora centradas en optimizar la edición de registros y en incorporar mensajes de retroalimentación más intuitivos, que orienten al usuario en caso de error.

Comparativamente, frente a las alternativas actuales utilizadas por la empresa, formatos físicos y hojas de cálculo dispersas, la solución desarrollada representa un avance en la trazabilidad y acceso a la información. Mientras que los sistemas comerciales de gestión empresarial (ERP) ofrecen funcionalidades más amplias, su adopción suele requerir una inversión considerable en infraestructura técnica, licencias y personal especializado para su configuración y mantenimiento. En el contexto de una microempresa panificadora, este tipo de sistemas podría implicar un costo inicial estimado entre USD 2,000 y 5,000 solo en licencias o suscripciones, además de costos recurrentes asociados a soporte técnico o capacitación.

En contraste, la herramienta propuesta se desarrolló bajo un enfoque de sostenibilidad técnica y económica, empleando tecnologías de código abierto (React, Supabase y Vite). Esto elimina los pagos por licencias y reduce los costos de implementación prácticamente al tiempo invertido en desarrollo y capacitación inicial. Su despliegue se realizó en servicios gratuitos.

De esta manera, el sistema mantiene un costo operativo bajo y una alta adaptabilidad a las capacidades de una panificadora pequeña. Aunque no se elaboró un presupuesto formal en esta fase del proyecto, el modelo de desarrollo y las tecnologías seleccionadas permiten inferir una relación costo-beneficio positiva, en la que los beneficios directos como la reducción de errores manuales, la disponibilidad inmediata de datos y la mejora en la toma de decisiones, superan ampliamente los gastos mínimos de implementación.

Este enfoque también abre la posibilidad de replicabilidad porque la herramienta puede adaptarse a otros negocios de características similares sin incurrir en nuevos costos de licenciamiento. Se fomenta su sostenibilidad y escalabilidad dentro del sector de micro y pequeñas empresas que conserven un flujo de trabajo de productos, materia prima, producción, ventas e inventario.

A nivel cualitativo, los usuarios destacaron que la aplicación mejoró la comunicación entre áreas y promovió una sensación de orden y control en las tareas diarias. Este tipo de impacto organizacional no cuantificable refuerza la hipótesis de que una herramienta digital con enfoque UX puede influir positivamente en la percepción de eficiencia y en el clima laboral.

No obstante, la validación se realizó con una muestra limitada, por lo que los resultados deben interpretarse como una evaluación piloto. Se recomienda realizar futuras pruebas con una base de usuarios más amplia y en períodos prolongados, a fin de confirmar la sostenibilidad de los beneficios observados y medir su impacto económico directo, por ejemplo, en el ahorro de horas-hombre o la reducción de desperdicio de materia prima.



## CAPÍTULO 8

---

### Conclusiones

---

El desarrollo e implementación de la aplicación web centrada en la experiencia de usuario permitió cumplir con el objetivo general del proyecto, al ofrecer una solución tecnológica funcional y adaptada a las necesidades reales de una panificadora local. La herramienta logró digitalizar los procesos de gestión de materia prima, producción, empaque y ventas, tomando en cuenta los flujos operativos identificados. Todo esto apoyó a mejorar la capacidad de las panificadoras locales para optimizar sus recursos, reducir errores y avanzar hacia la transformación digital del sector.

La identificación de necesidades, problemas y oportunidades de mejora permitió comprender a fondo los desafíos del entorno operativo. Se evidenció que la dependencia de registros en papel y la falta de sincronización entre áreas generaban errores, pérdidas de información y poco control para la toma de decisiones. Este hallazgo fue esencial para orientar el diseño del sistema hacia una digitalización dentro de un contexto específico.

El diseño de la interfaz se fue validando con todos los principios de usuario, siendo seis los cumplidos en el proceso: centrado en el usuario, consistencia, jerarquía, contexto, accesibilidad y usabilidad. Estos principios permitieron una interacción intuitiva y accesible para los usuarios, favoreciendo la aceptación del sistema en el entorno laboral gracias a que se mantuvo una coherencia con los formatos en papel y procesos actuales.

La implementación de la aplicación web se alcanzó utilizando tecnologías web modernas: React.js, Supabase y Vite. Lo que permitió tener un sistema estable y funcional para el volumen de datos y operaciones propias de una microempresa panificadora. Su implementación favoreció a la gestión eficiente de materia prima, producción, venta de productos e inventario reduciendo tiempos en los procesos que fueron evaluados en las etapas finales.

La evaluación de la experiencia de usuario reflejó resultados positivos en los indicadores de eficiencia y satisfacción. Las métricas fueron obtenidas mediante pruebas en el entorno de trabajo de la panificadora, donde se midieron los tiempos de ejecución de tareas antes y después del uso de la aplicación, evidenciando una reducción promedio del 41.32 %. Por otro lado, la satisfacción general obtuvo una calificación promedio de 4.25 de 5 según la escala

de Likert. Estos resultados evidencian una mejora en la productividad, la facilidad de uso y la percepción positiva del sistema por parte del personal operativo y administrativo.

Finalmente, el trabajo de graduación contribuye a dar el primer paso al proceso de transformación digital de la panificadora local, mostrando que la incorporación de soluciones tecnológicas centradas en el usuario puede fortalecer la productividad, el control y acceso a la información.

# CAPÍTULO 9

---

## Recomendaciones

---

La aplicación web desarrollada constituye una base sólida sobre la cual pueden implementarse futuras mejoras orientadas a fortalecer la funcionalidad, escalabilidad y sostenibilidad del sistema. A partir de los resultados obtenidos y de las oportunidades identificadas durante la evaluación, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. **Ampliar el sistema con un módulo de gestión de usuarios.** Se recomienda implementar un sistema de control de acceso basado en roles y niveles de autorización que garantice una mayor seguridad y trazabilidad de las acciones dentro del sistema. Este módulo permitiría distinguir entre usuarios operativos, supervisores y administradores, limitando o habilitando funciones según su rol. Asimismo, se sugiere que el sistema cuente con usuarios con privilegios especiales para la creación, edición y administración de nuevas cuentas, asegurando una gestión eficiente y centralizada de los perfiles.
2. **Integrar el sistema con plataformas de facturación electrónica.** En el caso específico de la panificadora local, sería conveniente desarrollar una integración con el sistema FEL, permitiendo registrar automáticamente las ventas y mantener coherencia con los registros tributarios. Esta funcionalidad fortalecería el control financiero y contable, asegurando la trazabilidad de las transacciones y la concordancia entre las operaciones internas y los reportes fiscales.
3. **Incorporar módulos analíticos para la toma de decisiones.** Se sugiere integrar herramientas avanzadas que generen reportes automáticos de costos y análisis de ventas. De esta forma, la panificadora podría aprovechar los datos recolectados para realizar una planificación estratégica más informada, optimizar los recursos disponibles y anticipar variaciones en la demanda o el consumo.
4. **Optimizar la accesibilidad y movilidad del sistema.** Es recomendable continuar mejorando la versión responsive de la aplicación web para garantizar una experiencia fluida en dispositivos con distintas resoluciones. Además, podría desarrollarse una versión móvil complementaria que permita registrar datos en tiempo real incluso sin

conexión a internet, facilitando la continuidad operativa en entornos donde la conectividad sea limitada.

5. **Escalar la implementación a otras microempresas del sector.** Considerando los resultados positivos obtenidos en la panificadora local piloto, se recomienda adaptar y replicar el sistema en otras microempresas panificadoras o negocios con procesos operativos similares. Esta expansión permitiría validar la versatilidad del sistema, promover la adopción tecnológica en el sector y contribuir a la transformación digital de la industria alimentaria artesanal en Guatemala.

# CAPÍTULO 10

---

## Bibliografía

---

- Analyticalways S.A. (2024). *Automatización y digitalización de empresas: Gestión eficiente del inventario*. <https://analyticalways.com/blog/expertos-retail/automatizacion-y-digitalizacion-de-empresas-gestion-eficiente-del-inventario/>
- Bruton, L. (2022). *What are UX personas and what are they used for?* <https://www.uxdesigninstitute.com/blog/what-are-ux-personas/>
- De León, D. (2023). *Digitization, digitalización y transformación digital: conceptos clave para la práctica empresarial*. <https://oaji.net/articles/2023/9141-1697079929.pdf>
- García, E. (2016). *Análisis de la industria panificadora en Guatemala*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_5534.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_5534.pdf)
- GeeksforGeeks. (2025). *Web development technologies*. <https://www.geeksforgeeks.org/web-tech/web-technology/>
- HubSpot. (2025). *Qué es un diagrama de flujo de procesos: definición, símbolos y ejemplos*. <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-diagrama-flujo-procesos>
- ILERNA. (2024). *Modelo entidad-relación: Qué es, cómo se hace y ejemplos*. <https://www.ilerna.es/blog/modelo-entidad-relacion-base-datos>
- Jonathan, R., & Suprihadi. (2023). Development of front-end web applications utilizing single page application framework and React.js library. *International Journal of Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, 3(3), 529-536. <https://doi.org/10.35870/ijsecs.v3i3.1943>
- Kryk, J., & Plechawska-Wójcik, M. (2025). Multi-aspect comparative analysis of JavaScript programming frameworks: React.js and Solid.js. *Journal of Computer Sciences Institute*, 34, 68-75. <https://doi.org/10.35784/jcsi.6712>
- López, A., Alatriste, Y., & González, B. (2020). *Conceptos, elementos y usos del diseño UX*. [https://www.researchgate.net/publication/350190051\\_Conceptos\\_elementos\\_y\\_usos\\_del\\_diseño\\_UX](https://www.researchgate.net/publication/350190051_Conceptos_elementos_y_usos_del_diseño_UX)
- Mera Menéndez, J., Labra Gayo, J. E., Riesgo Canal, E., & Echevarría Fernández, A. (2023). A comparison between traditional and serverless technologies in a microservices setting. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2305.13933>
- Pérez, I. (2009). *Diseño de un sistema de costos estándar en una industria panificadora*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_3461.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3461.pdf)

- Purita, G. (2023). *Experiencia de usuario: Qué es y por qué es tan importante*. <https://www.obsbusiness.school/blog/experiencia-de-usuario-que-es-y-por-que-es-tan-importante>
- Soegaard, M. (2025). *Rating scales in UX research: The ultimate guide*. Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/article/rating-scales-for-ux-research>
- Sonawane, S., Mallah, R., & Iyer, R. (2025). The role of serverless architecture in scalable and efficient web development. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology (IJSRST)*, 12(2), 34-40. <https://doi.org/10.32628/IJSRST25121206>
- Spillers, F. (2024). *What is context of use in UX design?* <https://frankspillers.com/what-is-context-of-use-in-ux-design/>
- Stevens, E. (2024). *7 fundamental user experience (UX) design principles all designers should know*. <https://www.uxdesigninstitute.com/blog/ux-design-principles/>
- Torres, P. (2021). *Digitalizar para innovar en la fabricación de pan y bollería*. <https://www.sothis.tech/digitalizar-para-innovar-en-la-fabricacion-de-pan-y-bolleria/>
- Triadó, J. (2020). *Digitalización del proceso*. <https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/13484d20-7337-4942-b9cd-9f7d54b255bd/content>
- Vite. (2025). *Why Vite?* <https://es.vite.dev/guide/why>
- Vudayagiri, V. (2024). Demystifying serverless architecture for scalable web applications. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology (IJSRCSEIT)*. <https://doi.org/10.32628/CSEIT24106176>

# CAPÍTULO 11

## Anexos

### 11.1. Escala de Likert

#### 11.1.1. Formulario utilizado

The image shows a survey form consisting of five questions, each with a 5-point Likert scale from 'En desacuerdo' (1) to 'De acuerdo' (5). The questions are:

- Satisfacción del uso del sistema**  
A continuación se presentan 7 afirmaciones a las cuales usted debe responder dentro de una escala de 1 a 5 si está en desacuerdo (1) o de acuerdo (5) según su experiencia utilizando el sistema.  
\* Indica que la pregunta es obligatoria
- La aplicación es fácil de usar y aprender a manejar \***  
1 2 3 4 5  
En desacuerdo  ○  ○  ○  ○  ○ De acuerdo
- Los formularios y botones son claros y comprensibles \***  
1 2 3 4 5  
En desacuerdo  ○  ○  ○  ○  ○ De acuerdo
- Las pantallas mantienen una apariencia coherente entre sí \***  
1 2 3 4 5  
En desacuerdo  ○  ○  ○  ○  ○ De acuerdo
- El sistema facilita la realización de mis tareas diarias \***  
1 2 3 4 5  
En desacuerdo  ○  ○  ○  ○  ○ De acuerdo
- La información se presenta de manera ordenada y legible \***  
1 2 3 4 5  
En desacuerdo  ○  ○  ○  ○  ○ De acuerdo
- Puedo corregir errores sin dificultad \***  
1 2 3 4 5  
En desacuerdo  ○  ○  ○  ○  ○ De acuerdo
- En general, me siento satisfecho(a) con el uso de la aplicación \***  
1 2 3 4 5  
En desacuerdo  ○  ○  ○  ○  ○ De acuerdo

**Enviar** **Borrar formulario**

Figura 37: Forms para registro de respuestas escala de Likert

### 11.1.2. Evaluaciones individuales de usuarios y promedio por afirmación

Afirmación evaluada	U1	U2	U3	U4	Promedio
La aplicación es fácil de usar y aprender a manejar	4	4	4	3	3.75
Los formularios y botones son claros y comprensibles	5	4	5	5	4.75
Las pantallas mantienen una apariencia coherente entre sí	5	5	5	5	5.00
El sistema facilita la realización de mis tareas diarias	5	4	4	4	4.25
La información se presenta de manera ordenada y legible	5	5	5	5	5.00
Puedo corregir errores sin dificultad	3	3	4	3	3.25
En general, me siento satisfecho(a) con el uso de la aplicación	4	4	4	3	3.75
<b>Promedio general de satisfacción</b>	<b>4.42</b>	<b>4.14</b>	<b>4.42</b>	<b>4.00</b>	<b>4.25</b>

Cuadro 8: Evaluaciones individuales de usuarios y promedio por afirmación

## 11.2. Repositorio de GitHub

<https://github.com/MelissaPerez09/baked-in-gt>

## 11.3. Prototipo final interactivo

<https://www.figma.com/proto/VGLplD6teECRPKfF9sNIN/baked-in-gt-Final>

## 11.4. Despliegue de la aplicación

<https://baked-in-gt.netlify.app/>