

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA
CONCEPCIÓN - CHILE



“PROTOTIPO DE SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE
CARACTERES PARA DIGITALIZACIÓN DE
DOCUMENTOS.”

CLAUDIO FELIPE NUÑEZ DIAZ

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN INFORMÁTICA

Profesor Guía: RHODDY VIVEROS

Agosto - 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Prototipo de sistema de reconocimiento de caracteres para digitalización de Documentos

Nombre del candidato(a): Claudio Felipe Nuñez Díaz

Carrera / Grado: Ingeniería en informática

Campus: Concepcion ; Departamento: Departamento Electronica e Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Rhoddy Viveros, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 28/07/2025

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 28-07-2025

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

Dedicado a mis Padres, que siempre han estado conmigo y presentes en todo este camino, mostrando preocupación y compromiso en ayudarme en todo lo que se pueda, y demostrar que el valor humano reside en el conocimiento y usarlo para servir a los demás.

AGRADECIMIENTOS

Constructora Alerce S.A ubicada en Soteras 170, Chiguayante.

RESUMEN

Resumen Este proyecto presenta una aplicación móvil que permite digitalizar documentos físicos mediante técnicas de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), utilizando ML Kit para la extracción de texto y Firebase Realtime Database para su almacenamiento en la nube. La solución, desarrollada en Kotlin sobre Android Studio y estructurada con el patrón Modelo-Vista-Presentador (MVP), busca optimizar procesos documentales en entornos con bajo nivel de digitalización. La validación del prototipo demuestra su eficacia para reducir tiempos y errores en la gestión de documentos empresariales con baja digitalización.

Palabras Clave—Digitalización; OCR; Firebase; Aplicación Móvil; Kotlin.

ABSTRACT

Abstract— This project presents a mobile application designed to digitize physical documents using Optical Character Recognition (OCR) with Google ML Kit. The extracted text is stored in real time using Firebase Realtime Database. Developed in Kotlin within Android Studio and structured with the Model-View-Presenter (MVP) pattern, the solution aims to improve document management in low-digitalization environments. The prototype validation demonstrates its effectiveness in reducing processing time and manual errors.

Keywords— Digitalization; OCR; Firebase; Mobile Application; Kotlin

GLOSARIO

Aplicación Móvil: Programa informático diseñado para ejecutarse en dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes o tabletas, permitiendo al usuario interactuar con una interfaz específica para realizar tareas concretas.

Base de Datos en Tiempo Real (Realtime Database): Tipo de base de datos que permite sincronizar y actualizar datos en tiempo real entre múltiples usuarios y dispositivos conectados, como en el caso de Firebase.

CNN (Red Neuronal Convolucional): Arquitectura de red neuronal utilizada en tareas de visión por computadora, que permite extraer y analizar características de imágenes, ideal para reconocimiento de texto o patrones visuales.

Digitalización Documental: Proceso mediante el cual documentos físicos se convierten en archivos digitales mediante escaneo, fotografía u OCR, facilitando su almacenamiento, búsqueda y gestión electrónica.

Firebase: Plataforma de desarrollo de aplicaciones proporcionada por Google, que incluye servicios como bases de datos en tiempo real, autenticación, almacenamiento y análisis en la nube.

Interfaz de Usuario (UI): Conjunto de elementos visuales y mecanismos de interacción que permiten al usuario comunicarse con una aplicación o sistema.

Kotlin: Lenguaje de programación moderno, conciso y seguro, utilizado principalmente para el desarrollo de aplicaciones móviles en Android.

ML Kit: Conjunto de herramientas de aprendizaje automático proporcionadas por Google, que permite implementar funcionalidades como OCR, traducción de texto o detección de rostros de manera local o en la nube.

MVP (Modelo-Vista-Presentador): Patrón arquitectónico utilizado en el desarrollo de software que separa la lógica de negocio, la interfaz de usuario y la gestión de eventos, facilitando el mantenimiento y pruebas del sistema.

OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres): Tecnología que permite convertir texto impreso o manuscrito presente en imágenes o documentos escaneados en texto editable y procesable digitalmente.

Prototipo Funcional: Versión preliminar de una aplicación o sistema que contiene funcionalidades clave para validar su funcionamiento y experiencia de usuario antes del desarrollo completo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	IV
ABSTRACT	IV
GLOSARIO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: Definición Del problema	1
1.1 Contexto	1
1.2 Problemática	1
1.2.1 Digitalización y transformación digital en nuestro país	2
1.3 Uso de dispositivos móviles en el trabajo	3
1.3.1 Uso de dispositivos móviles frente al uso de dispositivos computacio- nales	3
1.3.2 Retos en la Digitalización de Industrias.	3
1.3.3 Caso de estudio: industria refinera	4
1.3.4 Impacto en la Eficiencia Operativa.	4
1.3.5 Participantes del problema (stakeHolders)	4
1.4 Objetivo General	6
1.5 Solución Propuesta	6
1.6 Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	8
2.1 Inteligencia Artificial.	8
2.1.1 Definición.	8
2.2 Machine Learning	8
2.2.1 Definición y relevancia para OCR	8
2.3 API (Interfaz de Programación de Aplicaciones)	9
2.3.1 Flujo de trabajo en ML	9
2.3.2 Aplicaciones específicas al proyecto	9
2.4 Perceptrón	10
2.5 Redes Neuronales	12
2.5.1 Definición.	12
2.5.2 Red neuronal convolucional (CNN)	14
2.6 OCR (Optical Character Recognition)	16
2.6.1 Definición	16
2.6.2 Funcionamiento	16
2.6.3 Ejemplo de uso cotidiano	16

2.7	Lenguaje de Programación de la Aplicación Móvil: Kotlin	17
2.7.1	Aplicación Móvil	17
2.7.2	Definición	18
2.7.3	Aplicaciones que Usan Kotlin.	18
2.7.4	Prevención de Null Pointer Exception: Adiós a los Nulos.	18
2.7.5	Curva de Aprendizaje Asequible	18
2.8	Patrón de Diseño.	19
2.8.1	Definición.	19
2.8.2	Modelo Vista Presentador.	19
2.9	ML Kit.	20
2.9.1	Definición.	20
2.9.2	Base de datos	20
2.9.3	Firebase	21
2.9.4	Firebase Real Time Data Base	21
2.10	Presentación de metodologías de validación de solución.	22
2.10.1	Escala Likert	23
2.10.2	Modelo de aceptación tecnológica <i>Technology Acceptance Model(TAM)</i>	23
2.10.3	Sistema de Escalas de Usabilidad <i>System Usability Scale(SUS)</i>	23
2.10.4	Difusión de innovación <i>Diffusion of Innovations(DOI)</i>	24
2.10.5	Teoría de la Confirmación de Expectativas <i>Expectation-Confirmation Theory (ECT)</i>	24
2.10.6	Relación entre las metodologías de validación.	24
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN		25
3.1	Investigación y selección de herramientas para el desarrollo de la aplicación móvil.	25
3.1.1	Entorno de Desarrollo Integrado: Android Studio.	25
3.1.2	Git	26
3.1.3	GitHub	26
3.1.4	Aplicación desarrollada en Android	26
3.1.5	Lenguaje de Programación: Kotlin	27
3.1.6	Firebase	27
3.1.7	Reconocimiento Óptico de Caracteres con ML Kit	28
3.2	Análisis y diseño del producto mínimo viable	29
3.2.1	Caso de Uso 1: Sacar Foto Documento	30
3.2.2	Caso de Uso 2: Crear grupo de trabajo.	32
3.2.3	Caso De Uso 3: Iniciar Sesión	33
3.2.4	Caso de Uso 4: Registrar Administrador.	36
3.2.5	Caso de Uso 5: Registrar Usuario.	39
3.2.6	Caso de Uso 6: Subir Documento Procesado	42
3.2.7	Caso De Uso 7: Navegar Entre grupos de trabajo	45
3.2.8	Caso de Uso 8: Editar un Documento	47
3.2.9	Caso de Uso 9: Eliminar Documento.	50
3.3	Realización del producto mínimo viable.	52

3.3.1	Menú Principal	52
3.3.2	Registrar nuevo administrador	53
3.3.3	Formulario de inicio de sesión	55
3.3.4	Menú Principal Administrador	56
3.3.5	Menú de administración de grupos	57
3.3.6	Formulario de creación de grupos	58
3.3.7	Actividad de detalles del grupo.	59
3.3.8	Formulario de creación de Usuario.	60
3.3.9	Actividad de contenido del archivo	62
3.3.10	Actividad Detalles de Usuario	63
3.3.11	Actividad de Usar la cámara	63
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN		65
4.1	Introducción.	65
4.2	Presentación usuarios de prueba producto mínimo viable.	65
4.2.1	Proceso de Validación	66
4.3	Resultados y Análisis de la Evaluación del Prototipo	68
4.4	Adopción y Uso.	69
4.4.1	Evaluación del Nivel de Dificultad en la Integración Tecnológica.	69
4.4.2	Frecuencia Semanal de Uso	69
4.4.3	Evaluación del Ahorro de Tiempo Percibido	70
4.4.4	Evaluación de la Compatibilidad Tecnológica	71
4.5	Eficacia y Funcionamiento.	72
4.5.1	Evaluación de la Efectividad en Integración con Proyectos	72
4.5.2	Evaluación de la Potencial Integración con Entornos Digitales	73
4.5.3	Evaluación de Satisfacción General con el Prototipo	74
4.5.4	Intención de Recomendación.	75
4.6	Administración.	76
4.6.1	Evaluación del sistema de administración	76
4.6.2	Frecuencia de Errores en Gestión de Usuarios	77
4.6.3	79
4.7	Preguntas abiertas.	79
4.7.1	Percepción de los usuarios referentes al proyecto	80
4.7.2	Percepción sobre Adopción a Largo Plazo en la Industria	81
4.7.3	Evaluación de Integración con Herramientas Externas	82
4.7.4	Requerimientos de Funcionalidades para Versiones Futuras	84
4.7.5	Evaluación de Interfaz y Flujo de Trabajo	86
4.7.6	Análisis de Adopción y Resistencia Tecnológica	88
4.7.7	Evaluación de Privilegios para el Rol Administrativo	89
4.7.8	Evaluación de Seguridad y Privacidad de Datos	90
4.8	Conclusiones generales	92
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES DE PROYECTO DE TITULO		93
5.1	Cumplimiento de objetivos.	93

5.1.1	Investigación y selección de herramientas.	93
5.1.2	Análisis y diseño del producto mínimo viable.	93
5.1.3	Implementación de tecnologías.	93
5.1.4	Realización de un producto mínimo viable.	94
5.2	Observaciones post desarrollo	94
5.2.1	Tecnología Accesible	94
5.2.2	Eficiencia Documental	94
5.2.3	Adaptabilidad.	95
5.3	Recomendaciones para trabajo Futuro	95
5.3.1	Mejoras técnicas.	96
5.3.2	Experiencia de Usuario.	96
5.3.3	Modelo de negocio	96
5.4	Reflexión Final	98
	ANEXOS	99
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Diagrama de un perceptrón individual mostrando entradas (x_i), pesos (w_i), sesgo (b), función de activación (f) y salida (y). fuente: Elaboración propia.	11
2	Diversas arquitecturas de redes neuronales. Fuente: [Leijnen y van Veen, 2020]	13
3	Arquitectura típica de CNN. Fuente: [djm9826, 2024]	15
4	Diagrama del Patrón de Diseño MVP, fuente: [Zhang y Luo, 2010]	19
5	Ejemplo de segmentación del texto en bloques, fuente :[Google, 2024]	29
6	Diagrama de caso de uso 3: Iniciar sesión, fuente: Elaboración Propia.	36
7	Diagrama de Caso de uso 4: Registrar Usuario, Fuente: Elaboración Propia	38
8	Diagrama Caso de Uso 5: Registrar Usuario: Elaboración Propia	41
9	Diagrama de Caso de Uso 6: Subir Documento Procesado, Fuente:Elaboración Propia.	44
10	Diagrama de Caso de Uso 7: Navegar entre grupos de trabajo, Fuente: Elaboración Propia	47
11	Diagrama Caso de Uso 8: Editar un Documento, Fuente: Elaboración Propia.	49
12	Diagrama de Caso de Uso 9: Eliminar Documento, Fuente: Elaboración Propia.	51
13	Menú principal fuente: Elaboración Propia.	52
14	Actividad de registrar a un nuevo Administrador, Fuente: Elaboración propia.	54
15	Inicio de Sesión, fuente: Elaboración Propia	55
16	Menú de administrador, Fuente: Elaboración Propia	56
17	Menú de Administración de Grupos Fuente: Elaboración Propia	57
18	Creación De Grupo, Ejemplo simplificado, fuente:Elaboración Propia	58
19	Actividad de detalles del grupo. Versión Ejemplificada, Fuente:Elaboración Propia.	59
20	Formulario para la creación del Usuario.	61
21	Actividad de contenido del archivo. Fuente:Elaboracion Propia.	62
22	Resultados de la encuesta aplicada a trabajadores. Eje X: Niveles de dificultad (1=Muy fácil, 10=Muy difícil). Eje Y: Número de respuestas (N=20) . Fuente: Elaboración propia.	69
23	Frecuencia semanal de uso reportada por los trabajadores. Fuente: Elaboración propia.	70
24	Valoración del ahorro de tiempo. Eje X: Escala Likert (1 = Ningún ahorro, 10 = Ahorro significativo). Eje Y: Número de usuarios (n = 20). Fuente: Elaboración propia.	71
25	Distribución de compatibilidad percibida. Eje X: Escala Likert (1-10). Eje Y: Porcentaje de usuarios (n = 20). Fuente: Elaboración propia.	72
26	Distribución de efectividad percibida en integración. Eje X: Linkert referente Nivel de efectividad (1-10). Eje Y: Porcentaje de usuarios (N = 20). Fuente: Elaboración propia.	73
27	Percepción de efectividad en integración con entornos digitales. Eje X: Escala Likert (1-10). Eje Y: Porcentaje de usuarios (n = 20). Fuente: Elaboración propia.	74
28	Distribución de satisfacción general (n=20). Eje X: Niveles de satisfacción (1-10). Eje Y: Número de usuarios. Fuente: Elaboración propia.	75

29	Distribución de valoraciones sobre disposición a recomendar la herramienta (escala 1-10). Fuente: Elaboración propia.	76
30	Evaluación del sistema administrativo (n=20). Eje X: Escala Likert (1-10). Eje Y: Número de administradores. Fuente: Elaboración propia.	77
31	Distribución de frecuencias de errores reportados en gestión de usuarios. Eje X: la escala del 1 (nunca) al 10 (muy frecuente) Y Eje y = Número de administraciones N=5. Fuente: Elaboración propia.	78
32	Distribución de frecuencias de errores en gestión de grupos de trabajo, eje X = Escala likter referentes a frecuencia del hecho, eje Y = número de administradores ,n=5. Fuente: Elaboración propia.	79

ÍNDICE DE TABLAS

1	Tabla de representación de la problemática. Fuente: Elaboración Propia.	5
2	Comparativa entre Firebase y Bases de Datos Tradicionales SQL	22
3	Especificación del caso de uso: Captura documental. Fuente: Elaboración propia.	30
4	Flujo de interacción entre el actor y el sistema durante la captura documental. Fuente: Elaboración propia	31
5	Tabla de manejo de excepciones durante la captura y procesamiento de documentos. Fuente: Elaboración propia.	31
6	Especificación del caso de uso: Crear grupo de trabajo. Fuente: Elaboración propia	32
7	Interacción entre actor y sistema: Crear grupo de trabajo. Fuente: Elaboración propia.	32
8	Manejo de excepciones: Crear grupo de trabajo. Fuente: Elaboración propia	33
9	Tabla del Caso de Uso: Iniciar Sesión, fuente: Elaboración Propia	33
10	Caso de Uso: Iniciar Sesión, Fuente: Elaboración propia.	34
11	Tabla de Excepciones para el Caso de Uso: Iniciar Sesión, Fuente: Elaboración propia.	35
12	Tabla del Caso de Uso: Registrar Administrador	36
13	Caso de Uso: Registrar Administrador, Fuente: Elaboración propia	37
14	Tabla de Excepciones para el Caso de Uso: Registrar Administrador, Fuente: Elaboración propia.	37
15	Tabla del Caso de Uso: Registrar Usuario, Fuente: Elaboración propia	39
16	Paso a Paso del Caso de Uso: Registrar Usuario, Fuente: Elaboración propia.	40
17	Manejo de excepciones para el Caso de Uso <i>Registrar Usuario</i> . Fuente: Elaboración propia.	40
18	Especificación del caso de uso 6: Subir documento procesado. Fuente: Elaboración propia.	42
19	Diagrama paso a paso: Subir Documento Procesado, Fuente: Elaboración Propia.	43

20	Tabla de Excepciones para el Caso de Uso 6: Subir Documento Procesado. Fuente: Elaboración Propia.	43
21	Caso De Uso 7: Navegar entre Grupos de Trabajo. Fuente: Elaboración propia.	45
22	Interacción usuario-sistema Caso De Uso 7:, fuente: Elaboración propia . . .	46
23	Manejo de excepciones para la navegación entre grupos de trabajo. Fuente: Elaboración propia	46
24	Especificación del caso de uso: Editar documento, fuente: Elaboración propia.	48
25	Diagrama paso a paso caso de uso 8: Edición de Documentos, Fuente: Elaboración Propia.	49
26	Eliminar Documento	50
27	Caso de Uso 9: Eliminar Documento, Fuente: Elaboración propia.	51
28	Distribución de menciones clave	80
29	Distribución de menciones clave	81
30	Distribución de respuestas (n=20)	83
31	Distribución de solicitudes de funcionalidades	84
32	tabla referente a la Percepción de seguridad, Fuente:Elaboración propia . . .	90

INTRODUCCIÓN

Este proyecto propone la implementación de un sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) de bajo costo, aprovechando la accesibilidad de dispositivos móviles para agilizar la digitalización de documentos. La solución consiste en una aplicación Android desarrollada en Kotlin mediante Android Studio, que permite a los usuarios organizarse en grupos de trabajo para subir, procesar y almacenar documentos textuales en la nube (Google Drive), optimizando así el flujo de digitalización.

El prototipo integra tecnologías como ML Kit para el reconocimiento de texto y Firebase para la gestión de datos, ofreciendo una alternativa eficiente frente a métodos tradicionales de digitalización manual. Además de presentar las herramientas utilizadas, el proyecto analiza posibles alternativas de implementación para distintos escenarios operativos.

CAPÍTULO 1

Definición Del problema

1.1. Contexto

La escritura ha constituido el principal soporte del conocimiento humano durante más de seis milenios [Raina, 2023]. Desde sus primeros vestigios en la antigua Sumeria (2300 a.C.), donde el sistema cuneiforme permitió registrar transacciones comerciales y eventos históricos [Nature, 1896], hasta su evolución hacia sistemas más complejos, su desarrollo ha estado marcado por desafíos de preservación. La fragilidad de los soportes físicos, junto con catástrofes como la destrucción de la Biblioteca de Alejandría [El-Abbadi *et al.*, 2008], han provocado pérdidas irreparables de documentos que hoy consideraríamos invaluable [Sulaiman *et al.*, 2019].

Durante la Edad Media, la escritura manual en manuscritos alcanzó su máxima expresión en los scriptorium monásticos [Casson, 2017], pero fue la invención de la imprenta en el siglo XV [Pizzeghello y Sarka, 2024] lo que democratizó el acceso al conocimiento. Este primer salto tecnológico anticiparía la revolución digital del siglo XX, cuando las necesidades bélicas de la Segunda Guerra Mundial impulsaron el desarrollo de las primeras computadoras. Sistemas como Colossus, diseñado para descifrar códigos enemigos [Turing, 2004], sentaron las bases de la informática moderna [Grzybowski *et al.*, 2024].

En la actualidad, la digitalización masiva de documentos enfrenta nuevos retos. Si bien las computadoras permiten procesar grandes volúmenes de datos para inteligencia de negocios [Ao *et al.*, 2025], aún dependen de la conversión de registros analógicos, un proceso que consume recursos significativos [Yépez *et al.*, 2022]. Esta paradoja tecnológica -donde sistemas avanzados requieren insumos manuales- constituye el problema central que este proyecto busca resolver mediante técnicas de reconocimiento óptico de caracteres.

1.2. Problemática

La creación de bases de datos constituye un proceso complejo que requiere estrategias específicas según el modelo de negocio [Calero *et al.*, 2000]. Aunque existen herramientas especializadas para automatizar esta tarea, su alto costo de implementación las hace inaccesibles para muchas organizaciones [Wolverton, 1974].

Frente a este escenario, numerosas instituciones optan por métodos tradicionales de digitación manual [Rieger y Rieger, 2004]. Este enfoque, que consiste en la introducción directa de datos mediante dispositivos electrónicos, presenta tres limitaciones principales:

1. Velocidad de procesamiento reducida.
2. Demanda excesiva de recursos humanos y tecnológicos.
3. Resistencia al cambio por parte del personal.

Según [Del Do et al., 2023], la digitalización manual —aunque viable a corto plazo— compromete la escalabilidad operativa. La inversión en soluciones tecnológicas especializadas ofrece ventajas estratégicas en productividad, calidad de datos y adaptabilidad a mercados dinámicos, justificando su costo inicial.

1.2.1. Digitalización y transformación digital en nuestro país

La digitalización —entendida como la migración de procesos analógicos a entornos digitales— representa un eje estratégico para las empresas modernas. Mediante herramientas como el almacenamiento en la nube, las organizaciones eliminan la dependencia de archivos físicos, reduciendo costos operativos y riesgos de pérdida documental. Chile se posiciona como líder tecnológico en Latinoamérica, con una creciente inversión empresarial en transformación digital. Sin embargo, este avance exhibe disparidades significativas según el tamaño de las empresas. Como revela el estudio de [Entel, 2023]:

Según Entel en su artículo sobre el estudio de la digitalización [Entel, 2023]

Un 93 % de las grandes empresas sostiene estar en un estado adelantado o de progreso respecto a la incorporación de tecnologías digitales, mientras que en las pymes este porcentaje desciende a un 63 %, del cual sólo un 22 % afirma estar llevando un proceso de digitalización avanzado.

Si bien las pymes se muestran más conscientes que las grandes empresas respecto a que la digitalización puede impulsar su crecimiento, fue principalmente debido al fenómeno de la venta online en la pandemia que adoptaron más y mejores tecnologías.

Por su parte, el 77 % de las grandes empresas han reemplazado al menos un proceso realizado por personas, por máquinas o tecnología, mientras que solo el 46 % de las Pymes lo ha hecho.

Pese a estos avances, la digitalización enfrenta dos obstáculos críticos en el contexto chileno:

- La lentitud en la conversión de documentos analógicos a formatos digitales.
- Las limitaciones técnicas para implementar soluciones automatizadas en ciertos sectores industriales. [Moro, 2003]

1.3. Uso de dispositivos móviles en el trabajo

La movilidad ha transformado significativamente los entornos laborales, permitiendo acceso inmediato a datos y mejorando la eficiencia en gestión de información. Sin embargo, pese a estos beneficios evidentes, la implementación de sistemas empresariales móviles enfrenta dos desafíos clave: los elevados costos de desarrollo y la curva de aprendizaje requerida [Ștefan Andrei Neșțian *et al.*, 2020].

En el ámbito específico de la digitalización documental, los dispositivos móviles ofrecen ventajas significativas. Aplicaciones como CamScanner —que permiten escanear documentos y convertirlos a formato PDF— agilizan los procesos de digitación. No obstante, estas soluciones presentan riesgos de seguridad, ya que los archivos pueden quedar expuestos en los sistemas de almacenamiento local del dispositivo [Prayoga, 2023].

1.3.1. Uso de dispositivos móviles frente al uso de dispositivos computacionales

El uso de dispositivos móviles resulta más accesible para la mayoría de las personas en comparación con los computadores tradicionales. Esta ventaja se debe a factores como su menor costo, portabilidad y facilidad de uso, que no requieren conocimientos avanzados en informática.

Según un estudio publicado en el *Journal of Clinical Oncology* sobre pacientes africanos con cáncer de próstata, un alto porcentaje de ellos —especialmente aquellos con menor nivel educativo— encontró más sencillo aprender y utilizar dispositivos móviles que computadoras convencionales [Kilbridge *et al.*, 2023].

Estos hallazgos sustentan el desarrollo de aplicaciones en plataformas móviles, ya que su interfaz intuitiva y amplia adopción las convierten en una opción efectiva para llegar a diversos usuarios, incluyendo aquellos con limitaciones tecnológicas o educativas.

1.3.2. Retos en la Digitalización de Industrias.

Un paradigma emblemático de estos desafíos lo constituye la industria de refinación de combustibles, donde operadoras como ENAP, Abastible y Gasco [Tiwari y Choukse, 2015]¹ enfrentan una contradicción operativa: la naturaleza inflamable de sus productos impide el uso de dispositivos electrónicos —teléfonos móviles, cámaras u otros equipos— en sus instalaciones. Estas medidas de seguridad, aunque esenciales para prevenir incendios o explosiones, obstaculizan significativamente la adopción de procesos digitales [Moro, 2003].

¹El estudio citado demuestra que esta problemática tiene alcance global, particularmente en el sector de combustibles.

1.3.3. Caso de estudio: industria refinera

En las refinerías, las zonas habilitadas para tecnología representan apenas fracciones mínimas del área operativa [Tiwari y Choukse, 2015]. Dicha limitación genera dos problemas concatenados:

- La documentación de riesgos y protocolos de seguridad se mantiene en formatos analógicos.
- Existen demoras críticas en la transferencia de dicha información a sistemas digitales. [Björkdahl, 2020]

1.3.4. Impacto en la Eficiencia Operativa.

La restricción de dispositivos tecnológicos en áreas críticas de las refinerías fuerza a los trabajadores a emplear métodos tradicionales para registrar información operativa [Björkdahl, 2020]. Este proceso conlleva dos problemas fundamentales:

- Una digitalización manual posterior, que además de ser lenta, introduce riesgos de errores humanos.
- Un compromiso en la eficiencia general, donde la velocidad y exactitud en el manejo de información —factores clave para mantener estándares de seguridad— resultan afectados [Whithaus *et al.*, 2008].

Aunque el desarrollo de software para entornos peligrosos resulta crítico, su implementación frecuentemente excede los presupuestos asignados. Esta limitación financiera hace imperativo el diseño de soluciones tecnológicas ágiles, que permitan optimizar procesos clave sin comprometer la seguridad industrial [Ventulett y Villegas, 2019].

1.3.5. Participantes del problema (stakeholders)

Para aclarar qué tipos de usuarios se verían afectados por la problemática descrita en este informe, se incluirá una tabla que los represente.

Tabla 1: Tabla de representación de la problemática. Fuente: Elaboración Propia.

Interesado	Tipo	Interés
Usuario	Con dificultades para realizar digitación de manera efectiva debido a poca capacidad mecanográfica.	Alto: Acelera el proceso de digitalización de documentos.
Cliente	Tiene como requisito prioritario una funcionalidad específica.	Alto: La eficacia de la solución es crucial para satisfacer las necesidades del cliente y evitar pérdidas.
Empresa/Institución	<ul style="list-style-type: none"> ■ Basado completamente en procesos manuales. ■ Requiere un proceso de digitalización rápido y de bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alto: La automatización mejoraría significativamente la eficiencia operativa. ■ Alto: Permite reducir costos y acelerar procesos.
Empleado	Requiere formación adicional para adaptarse a nuevas herramientas digitales.	Medio: Necesidad de capacitación pero con potencial de mejorar la productividad a largo plazo.

1.4. Objetivo General

El objetivo general de este proyecto es desarrollar una aplicación móvil que implemente un sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para simplificar y acelerar la digitalización de documentos analógicos, facilitando su integración en entornos digitales.

1.5. Solución Propuesta

La solución propuesta se centra en el uso de dispositivos móviles, aprovechando sus cámaras para capturar imágenes de documentos físicos o manuscritos. Esta solución implementa tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), que mediante métodos de aprendizaje automático identifica y convierte el texto en las imágenes a formato digital editable.

Para agilizar el desarrollo, se utilizará ML Kit de Google, una herramienta que optimiza la implementación de funciones de aprendizaje automático en aplicaciones móviles. La solución incluye:

- **Creación de grupos de trabajo:** Un administrador organizará documentos por temáticas mediante grupos configurables.
- **Gestión de usuarios:** Asignación de permisos y acceso a los grupos de trabajo.
- **Captura de imágenes:** Los usuarios podrán tomar fotografías o subir imágenes existentes de documentos.
- **Procesamiento OCR:** ML Kit procesará las imágenes para generar archivos de texto (.txt) almacenados localmente.
- **Subida a la plataforma:** Los usuarios enviarán los documentos procesados a sus grupos asignados para su posterior uso.

Esta arquitectura garantiza un flujo de trabajo escalable, con las siguientes ventajas:

- Reducción del tiempo de procesamiento mediante OCR optimizado.
- Organización jerárquica de documentos.
- Accesibilidad desde dispositivos móviles.

1.6. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son de forma más detallada y técnica, que debemos hacer para lograr el objetivo general de este proyecto, a continuación se presenta una lista con detalles y metodologías de trabajo de como ha sido el proceso de cada una de ellas.

- **Investigar y seleccionar las herramientas para el desarrollo de la aplicación móvil.**
- **Análisis y diseño del producto mínimo viable.**
- **Implementación de tecnologías en el desarrollo de un producto mínimo viable.**
- **Realización de un producto mínimo viable.**

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

Este capítulo establece los fundamentos teóricos y tecnológicos para el desarrollo de sistemas de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) aplicados a la digitalización documental. Adicionalmente, se analizan conceptos clave sobre inteligencia artificial en contextos móviles, proporcionando un marco de referencia para la implementación propuesta.

2.1. Inteligencia Artificial.

2.1.1. Definición.

La Inteligencia Artificial (IA) se define como la capacidad de sistemas computacionales para emular funciones cognitivas humanas –como razonamiento lógico, aprendizaje autónomo y resolución de problemas– mediante algoritmos especializados [[Morandín-Ahuerma, 2022](#)]. Esta disciplina se caracteriza por:

- Operar mediante modelos de *aprendizaje automático* que mejoran con la experiencia.
- Exhibir distintos grados de autonomía, desde sistemas asistidos hasta completamente autónomos.
- Clasificarse según capacidades cognitivas (IA estrecha vs. general).

En el contexto de este proyecto, la IA proporciona el sustento teórico para las técnicas de procesamiento de imágenes y reconocimiento de patrones implementadas.

2.2. Machine Learning

2.2.1. Definición y relevancia para OCR

El *Machine Learning* (ML) permite a los sistemas mejorar autónomamente su desempeño mediante el análisis de datos [[Al-Jarrah et al., 2015](#)]. En el contexto de OCR, esta capacidad es crucial para:

- Adaptarse a variaciones en fuentes y formatos documentales.

- Mejorar la precisión mediante aprendizaje continuo.
- Reducir errores en documentos manuscritos.

2.3. API (Interfaz de Programación de Aplicaciones)

En el contexto de la informática, una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones, por sus siglas en inglés) es un conjunto de definiciones, protocolos y herramientas que permiten la comunicación entre diferentes programas de software. Su función principal es establecer cómo deben interactuar los distintos componentes, especificando los métodos, parámetros de entrada y estructuras de salida que los desarrolladores pueden utilizar para acceder a determinadas funcionalidades, sin necesidad de conocer la implementación interna del sistema. Las APIs actúan como una capa de abstracción que facilita la integración e interoperabilidad entre aplicaciones, servicios o plataformas, ya sea dentro de un mismo sistema o a través de una red, como en el caso de los servicios web. Por ejemplo, una API puede permitir que una aplicación móvil recupere información desde un servidor remoto o que diversos sistemas empresariales intercambien datos de forma segura y estandarizada. En resumen, una API representa un mecanismo esencial que actúa como puente entre distintas soluciones tecnológicas, permitiendo que trabajen de forma conjunta, eficiente y controlada.[Pawar *et al.*, 2023]

2.3.1. Flujo de trabajo en ML

El proceso implementado sigue cuatro etapas clave [Quemy, 2019]:

1. **Preprocesamiento:** Normalización de imágenes documentales.
2. **Entrenamiento:** Ajuste del modelo CNN con dataset de caracteres.
3. **Validación:** Pruebas con documentos reales no vistos.
4. **Inferencia:** Procesamiento en tiempo real con ML Kit .

2.3.2. Aplicaciones específicas al proyecto

- **Reconocimiento de texto:** Identificación de caracteres en imágenes con ML Kit. [Google, 2024]
- **Clasificación documental:** Organización automática por tipo (facturas, contratos, etc.).[Neubig *et al.*, 2016]

2.4. Perceptrón

El perceptrón, propuesto por Frank Rosenblatt en 1957, es un modelo simplificado de **una neurona artificial**. Consiste en una **única unidad computacional** que toma múltiples entradas, aplica pesos sinápticos, un sesgo (*bias*) y una función de activación para producir una salida binaria o lineal [[Rosenblatt, 1961](#)].

La siguiente fórmula describe su funcionamiento:

$$y = f \left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + b \right)$$

Donde:

- x_i : Representa la entrada i -ésima a la neurona. Estos son los valores de las características del dato de entrada.
- w_i : Es el peso asociado a la entrada x_i . Determina la importancia de cada entrada en el cálculo de la salida.
- b : Es el sesgo (*bias*) de la neurona. Permite ajustar la salida independientemente de las entradas.
- $f(\cdot)$: Función de activación que introduce no linealidad. Ejemplos comunes incluyen:
 - Función escalón (para clasificación binaria).
 - Sigmoide.
 - ReLU.
- y : Salida de la neurona después de aplicar la función de activación.

Proceso de funcionamiento

El perceptrón opera en los siguientes pasos:[[Rosenblatt, 1963](#)]:

1. **Entrada:** Las características del dato (x_1 a x_n) se alimentan a la neurona.
2. **Cálculo ponderado:** Cada entrada x_i se multiplica por su peso correspondiente w_i y se suma con el sesgo b :

$$z = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b$$

3. **Activación:** Se aplica la función de activación al resultado z :

$$y = f(z)$$

4. **Salida:** El valor y representa la decisión o predicción de la neurona.

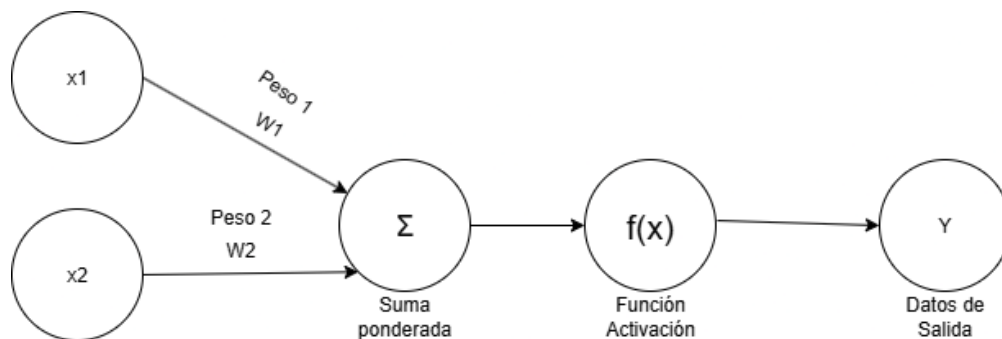


Figura 1: Diagrama de un perceptrón individual mostrando entradas (x_i), pesos (w_i), sesgo (b), función de activación (f) y salida (y). fuente: Elaboración propia.

2.5. Redes Neuronales

2.5.1. Definición.

Una red neuronal es un modelo computacional inspirado en el funcionamiento del cerebro humano, compuesto por unidades de procesamiento llamadas neuronas o nodos. Estas neuronas están organizadas en capas —de entrada, ocultas y salida— y se conectan entre sí, permitiendo el flujo unidireccional de información. Este sistema se emplea para resolver problemas complejos de clasificación, regresión y predicción, optimizando su rendimiento mediante algoritmos de entrenamiento [[Stern, 1996](#)].

Arquitectura de redes neuronales.

La estructura básica de una red neuronal consta de:

- Una capa de entrada que recibe los datos.
- Una o más capas ocultas para procesamiento intermedio.
- Una capa de salida que genera los resultados.

La interconexión entre estas capas determina la arquitectura de la red, la cual varía según el tipo de problema a resolver (Figura 2).

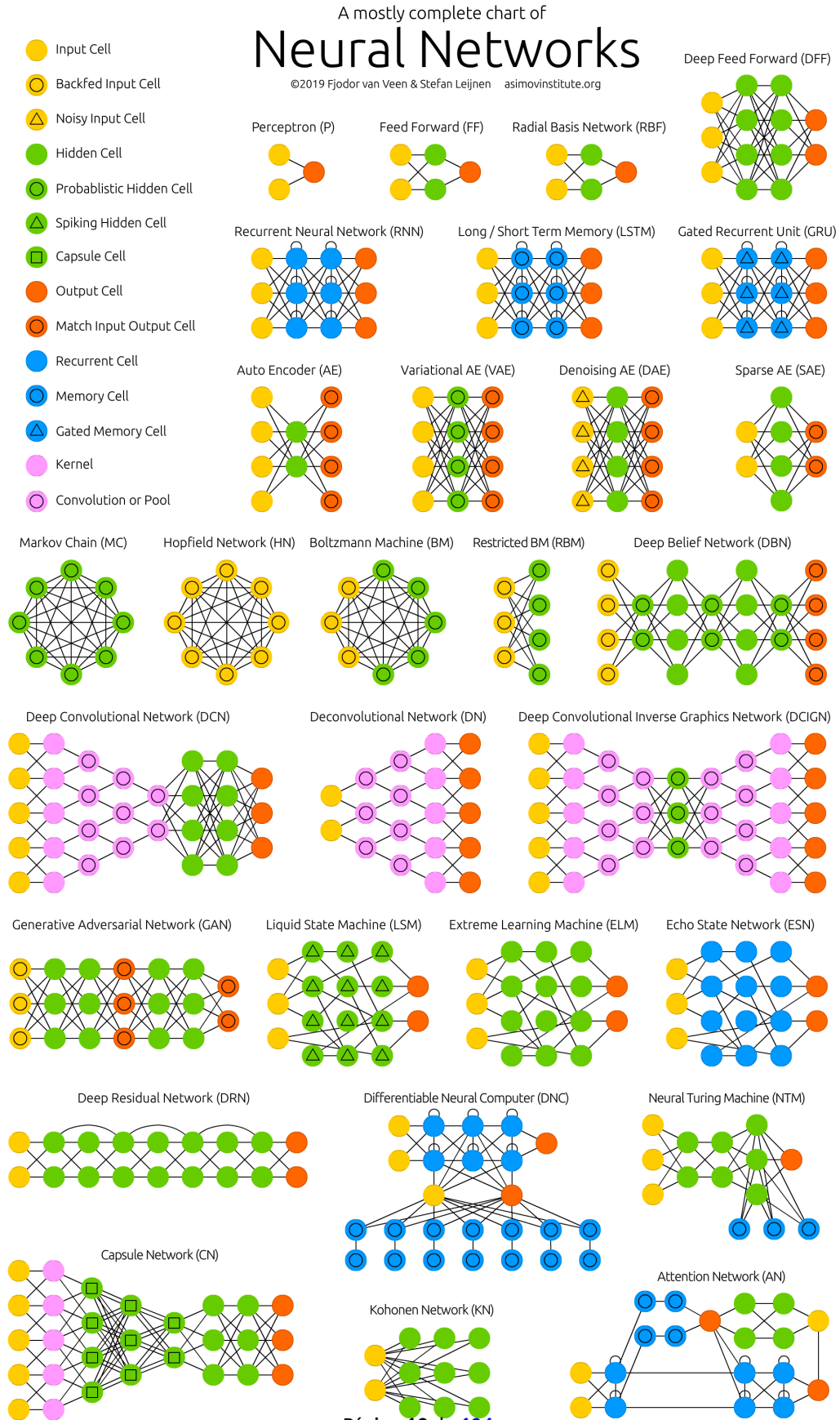


Figura 2: Diversas arquitecturas de redes neuronales. Fuente: [Leijnen y van Veen, 2020]

Proceso de aprendizaje

El entrenamiento de la red sigue un ciclo iterativo:

1. Inicialización con pesos aleatorios (resultados inicialmente imprecisos).
2. Presentación de ejemplos con resultados conocidos.
3. Comparación entre predicciones y valores reales.
4. Ajuste progresivo de pesos mediante retropropagación.
5. Repetición hasta alcanzar criterios de convergencia.

Este mecanismo permite a la red mejorar continuamente su precisión hasta lograr generalizar patrones para casos desconocidos [Kriegeskorte y Golan, 2019].

Aplicaciones prácticas

Las redes neuronales destacan en:

- **Reconocimiento facial:** Sistemas de identificación biométrica [Gupta *et al.*, 2018].
- **Filtrado de spam:** Detección de correos no deseados mediante análisis de patrones textuales [Barushka y Hájek, 2019].
- **Procesamiento de voz:** Integración en asistentes virtuales y sistemas de dictado [Lippmann, 1989].
- **Sistemas de recomendación:** Personalización de contenido en plataformas digitales [Wu *et al.*, 2020].

2.5.2. Red neuronal convolucional (CNN)

Una red neuronal convolucional (*Convolutional Neural Network*, CNN) es una arquitectura especializada en procesar datos con estructura grid-like, particularmente imágenes [Li *et al.*, 2020]. Su diseño único permite:

- Detección automática de características visuales (bordes, texturas, objetos).
- Procesamiento eficiente de datos multidimensionales.
- Aplicaciones en visión computacional y diagnóstico médico.

Funcionamiento Las CNN operan mediante tres componentes esenciales (Figura 3)²:

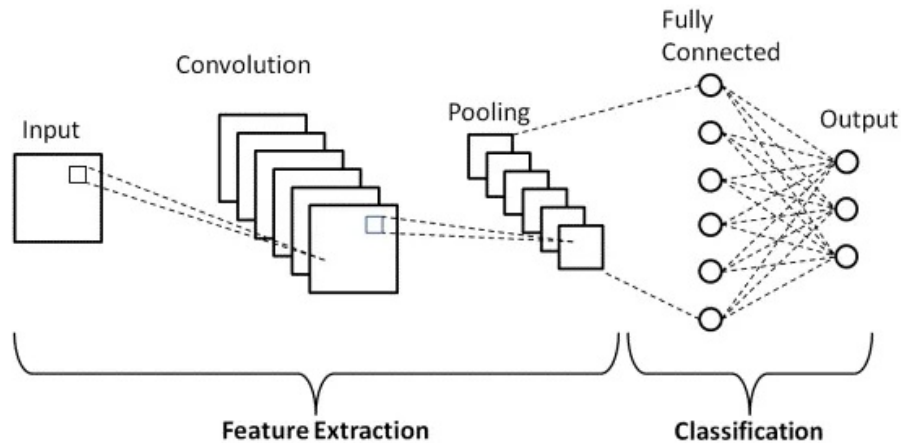


Figura 3: Arquitectura típica de CNN. Fuente: [djm9826, 2024]

1. Capa convolucional:

- Aplica filtros aprendibles a regiones locales de la imagen.
- Detecta características mediante productos escalares.
- Preserva relaciones espaciales mediante *weight sharing*.

2. Capa de pooling:

- Reduce dimensionalidad mediante submuestreo.
- Tipos comunes: *max-pooling* (valor máximo) y *average-pooling*.
- Aumenta la invariancia a traslaciones menores.

3. Capas fully connected:

- Conectan todas las neuronas entre capas.
- Realizan clasificación/regresión final.
- Suelen emplear funciones de activación softmax (clasificación) o lineal (regresión).

Este diseño jerárquico permite a las CNN extraer características desde niveles bajos (bordes) hasta altos (objetos complejos), como detalla [Krichen, 2023]. En el contexto de OCR, las capas iniciales identifican trazos de caracteres, mientras las profundas reconocen patrones tipográficos completos.

²La imagen se utiliza únicamente con fines ilustrativos para representar la estructura conceptual de una CNN. La fuente original (Medium) es divulgativa y no académica; su inclusión no implica validación técnica de los detalles arquitectónicos.

2.6. OCR (Optical Character Recognition)

2.6.1. Definición

El OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres) es una tecnología que permite la extracción y conversión de texto contenido en imágenes o documentos impresos en texto digital editable. Utiliza algoritmos y técnicas de procesamiento de imágenes para identificar y reconocer caracteres y palabras en una imagen [Memon *et al.*, 2020].

2.6.2. Funcionamiento

Cuando se aplica el OCR a una imagen, el software analiza los patrones visuales en la imagen para identificar letras, números y otros caracteres. Luego, reconoce y convierte estos caracteres en una cadena de texto legible. El texto resultante puede editarse o almacenarse digitalmente, lo que ahorra tiempo y esfuerzo en la transcripción manual [Memon *et al.*, 2020].

El proceso de OCR generalmente incluye los siguientes pasos:

- **Preprocesamiento de la Imagen:** Las imágenes se ajustan para mejorar la calidad, eliminando ruido y corrigiendo distorsiones.
- **Segmentación:** La imagen se divide en bloques más pequeños, como líneas y caracteres, para facilitar el reconocimiento.
- **Reconocimiento de Caracteres:** Los caracteres segmentados se comparan con un conjunto de patrones predefinidos o se procesan mediante redes neuronales para identificarlos.
- **Post-procesamiento:** Se corrigen errores y se organiza el texto reconocido en un formato estructurado.

2.6.3. Ejemplo de uso cotidiano

El OCR tiene numerosas aplicaciones en la vida cotidiana. Por ejemplo, en la digitalización de documentos, como facturas, recibos, formularios, libros, artículos de revistas, entre otros. Si se escanea o se toma una fotografía de un documento impreso utilizando un dispositivo móvil o un escáner, el OCR puede extraer automáticamente el texto contenido en ese documento. Esto es especialmente útil en entornos empresariales, donde se requiere la conversión de documentos impresos a formato digital para su almacenamiento o procesamiento.

Aplicaciones del OCR

- Digitalización de Documentos[Rismanto *et al.*, 2020]: OCR se utiliza para convertir documentos en papel en archivos digitales. Esto es útil en la gestión de documentos y el almacenamiento de archivos digitales.
- Reconocimiento de Escritura a Mano[Memon *et al.*, 2020]: Algunas soluciones de OCR avanzadas pueden reconocer la escritura a mano y convertirla en texto digital.
- Traducción Automática: El OCR se usa en aplicaciones de traducción automática, donde se escanea un documento en un idioma y se traduce automáticamente a otro idioma [Bamotra y Uppala, 2023].
- Accesibilidad[Jackson *et al.*, 2003]: Se utiliza en tecnologías de asistencia para personas con discapacidades visuales, permitiéndoles acceder a contenido impreso.
- Automatización de Datos[Memon *et al.*, 2020]: En entornos empresariales, el OCR se utiliza para extraer datos de documentos como facturas y formularios y cargarlos en sistemas digitales.
- Reconocimiento de Código de Barras y OMR: El OCR se combina con tecnologías como códigos de barras y OMR (Marcado de Respuesta Óptica) para procesos automatizados[Memon *et al.*, 2020].

2.7. Lenguaje de Programación de la Aplicación Móvil: Kotlin

En esta sección se presenta el lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de la aplicación móvil, junto con los entornos de desarrollo (IDE) empleados. Además, se incluyen definiciones claves para facilitar la comprensión del lector. Para una referencia más detallada sobre Kotlin, se recomienda consultar la documentación oficial disponible hasta la fecha 2024 [JetBrains, 2024b]³.

2.7.1. Aplicación Móvil

Las aplicaciones móviles son software especializado diseñado para funcionar en teléfonos inteligentes, tabletas u otros dispositivos móviles [Tairov y Donchev, 2022]. Es importante señalar que, en la fecha de realización de este proyecto, Kotlin se utiliza exclusivamente para desarrollar aplicaciones basadas en Android.

³<https://kotlinlang.org/docs/home.html>

2.7.2. Definición

Kotlin es un lenguaje de programación creado por JetBrains en 2010 para mejorar el rendimiento en la programación de aplicaciones móviles. Fue desarrollado para optimizar la experiencia de programación en la JVM⁴. Es un lenguaje de programación multiparadigma⁵.

2.7.3. Aplicaciones que Usan Kotlin.

Kotlin ha sido adoptado por múltiples empresas para el desarrollo de sus aplicaciones [JetBrains, 2024a], entre las cuales se encuentran:

- Gmail.
- Uber.
- Trello.

2.7.4. Prevención de Null Pointer Exception: Adiós a los Nulos.

Uno de los desafíos comunes al trabajar con Java es el manejo de excepciones de puntero nulo. Kotlin aborda esta preocupación permitiendo un control más efectivo de los valores nulos [Ardito *et al.*, 2020]. La introducción del operador Elvis proporciona una sintaxis concisa para manejar este escenario, aportando mayor robustez y seguridad al desarrollo de aplicaciones [JetBrains, 2024a].

2.7.5. Curva de Aprendizaje Asequible

La simplicidad de la sintaxis en Kotlin facilita una curva de aprendizaje accesible, convirtiéndolo en un lenguaje ideal para aquellos que están dando sus primeros pasos en la programación. Las mejoras en la manipulación de listas, como el acceso directo a la primera posición con la función `first()`, simplifican tareas comunes y contribuyen a una experiencia de desarrollo más intuitiva [Syarifudin *et al.*, 2021].

⁴JVM se refiere a Java Virtual Machine, un compilador de Java que utiliza ByteCode como referencia [Gupta, 2024]

⁵Multiparadigma se refiere a que el lenguaje soporta múltiples estilos o paradigmas de programación, como la programación orientada a objetos, la programación funcional, etc.

2.8. Patrón de Diseño.

2.8.1. Definición.

Los patrones de diseño son soluciones habituales a problemas comunes en el diseño de software. Funcionan como un plano que estandariza la forma en la que se desarrolla el software, proporcionando un enfoque conceptual para resolver problemas generales [Ku, 2008].

2.8.2. Modelo Vista Presentador.

El patrón de diseño Modelo Vista Presentador (*Model View Presenter*) es un patrón de diseño arquitectónico para implementar la interfaz de usuario (UI)⁶ de una aplicación. Se utiliza para minimizar la lógica compleja en las clases, funciones y módulos [Rey, 2023].

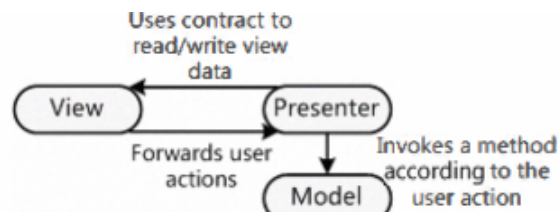


Figure 1. MVP pattern.

Figura 4: Diagrama del Patrón de Diseño MVP, fuente: [Zhang y Luo, 2010]

Modelo

Es el componente que almacena los datos, estados y lógica de negocios. Se encarga de proporcionar servicios de interfaz al presentador y oculta los detalles internos [Zhang y Luo, 2010].

Vista

Es la interfaz de usuario. Recibe las acciones del usuario y se comunica con el presentador para satisfacer sus necesidades, mostrando la respuesta necesaria en función de la información proporcionada [Zhang y Luo, 2010].

Presentador

El presentador es el encargado de comunicar los dos componentes anteriores. Recibe información de la vista y pasa los comandos necesarios al modelo; luego, recibe el resultado y

⁶User Interface

actualiza la vista a través del contrato⁷ de la vista [Zhang y Luo, 2010].

2.9. ML Kit.

Anteriormente se mencionó como funciona la tecnología OCR, es decir, la tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres, como también se dieron algunos conceptos de inteligencia artificial, los cuales sirven de apoyo en el contexto de la siguiente herramienta la cual es ML Kit.

2.9.1. Definición.

ML Kit (Machine Learning Kit) es un conjunto de herramientas creadas por Google especializadas en el uso de IA que facilita su implementación en aplicaciones móviles que usan Android [Kongara y Krishnama, 2025], entre ellas se encuentra la tecnología de reconocimiento óptico de caracteres, la definición correcta al uso de este tipo de herramientas es un sistema API (interfaz de programación de aplicaciones) que funciona como un conjunto de reglas y especificaciones en la que los programas de software puedan interactuar [Qiu et al., 2016].

2.9.2. Base de datos

Una base de datos es un sistema organizado para almacenar información de manera estructurada con el fin de facilitar el acceso, la organización y el uso de grandes volúmenes de datos para distintos propósitos, todo de acuerdo a las necesidades del sistema que se este construyendo [Jatana et al., 2012].

En desarrollo de software se usan dos maneras de estructurar las bases de datos **SQL (Relacional)**:

- Estructura tabular rígida con esquema definido.
- Garantiza propiedades ACID mediante algebra relacional.
- Óptimo para transacciones complejas y datos estructurados.

NoSQL:

- Modelos flexibles: documentos, grafos, clave-valor .

⁷El contrato es una interfaz encargada de comunicar las funciones creadas entre los distintos componentes.

- Escalabilidad horizontal con consistencia eventual (BASE).
- Adecuado para big data y esquemas dinámicos.

2.9.3. Firebase

Firebase es un sistema de bases de datos basado en NoSQL (es decir, no relacional) desarrollada por Google diseñado para almacenar y sincronizar datos en tiempo real entre múltiples usuarios y dispositivos[Moroney, 2017a]. Sus características principales son:

- Sincronización en tiempo real: Todos los clientes conectados reciben actualizaciones automáticas e instantáneas cuando los datos cambian, ideal para sistemas colaborativos.[Moroney, 2017a]
- Plataforma integral: Además de la base de datos, Firebase ofrece servicios adicionales como autenticación, almacenamiento de archivos, hosting⁸ funciones en la nube.[Moroney, 2017a]

2.9.4. Firebase Real Time Data Base

Firebase Real time Database es un sistema de base de datos NoSQL hospedado en la nube que permite almacenar y sincronizar datos en tiempo real entre múltiples clientes [Google LLC, 2024]. Su arquitectura se basa en:

- Modelo de datos JSON con estructura jerárquica.
- Sincronización multiplataforma inmediata (<200ms).
- Escalabilidad automática sin administración de servidores.

Características técnicas.

Ventajas para aplicaciones móviles:

1. **Sincronización offline:** Cacheo local automático con re-sincronización al recuperar conexión [Moroney, 2017b].
2. **Security Rules:** Control de acceso mediante lenguaje declarativo.
3. **Escalabilidad horizontal:** Ideal para crecimiento orgánico de usuarios.

⁸alojamiento de red

Implementación en el proyecto En nuestro sistema OCR, Firebase permite:

- Almacenamiento estructurado de documentos procesados.
- Sincronización inmediata entre dispositivos móviles.
- Control de acceso por roles (admin/usuario).

Tabla 2: Comparativa entre Firebase y Bases de Datos Tradicionales SQL

Característica.	Firestore Realtime Database	Bases de Datos SQL Tradicionales.
Modelo de datos	Estructura jerárquica de árbol JSON (NoSQL)	Modelo relacional basado en tablas con esquema fijo.
Escalabilidad	Escalado automático vertical, hasta 1,000 escrituras/segundo en la versión estándar.	Escalado manual horizontal/vertical, capacidad depende de la infraestructura.
Latencia	100-200ms (optimizado para distribución geográfica).	Variable (5-300ms), depende de la ubicación del servidor y configuración.
Lenguaje de consultas	Consultas básicas indexadas, sin soporte para operaciones complejas.	SQL completo con soporte para consultas complejas, joins y subconsultas.
Esquema	Sin esquema (schema-less), flexible.	Esquema rígido, requiere migraciones para cambios.
Transacciones	Soporte limitado a operaciones atómicas en nodos específicos.	Soporte completo para transacciones ACID.
Concurrencia	Optimizado para alta concurrencia de lecturas.	Mecanismos avanzados de bloqueo para escrituras concurrentes.
Integración	Integración nativa con servicios Firebase y móviles.	Compatible con múltiples sistemas mediante conectores estándar.
Costo	Modelo de pago por uso (pricing escalado).	Costos fijos de servidor/licencia, más predecible.

Nota: Los valores de latencia y rendimiento pueden variar según configuración y volumen de datos.

2.10. Presentación de metodologías de validación de solución.

??

Esta sección describe las metodologías y modelos teóricos utilizados para validar la solución propuesta, centrándose en métricas de usabilidad, adopción tecnológica y satisfacción del usuario. Se integran marcos como el *Technology Acceptance Model (TAM)* y escalas psicométricas validadas (Likert, SUS) para garantizar rigor en la evaluación

2.10.1. Escala Likert

La escala Likert propuesta por el psicólogo Rensis Likert [Likert, 1932], es un instrumento psicométrico ampliamente utilizado para medir actitudes, opiniones y percepciones de manera cuantificable. En ambientes informáticos Tom Tuillis y Bill Albert autores del libro *Measuring the User Experience*[Albert y Tullis, 2013] recomiendan el uso de la escala Likert para medir la satisfacción y experiencia de uso de los productos mínimos viables.

2.10.2. Modelo de aceptación tecnológica *Technology Acceptance Model(TAM)*

Definición: El TAM[Davis, 1987] proporciona la base teórica para evaluar la adopción de la solución tecnológica. Sus constructos como Utilidad Percibida⁹ y facilidad de Uso Percibida(PEOU)¹⁰. Estos predictores determinan la actitud hacia el uso y la intención de uso real.

Ejemplo de pregunta TAM: *¿Esta herramienta me ayuda a completar tareas más rápido o con mayor calidad.*

2.10.3. Sistema de Escalas de Usabilidad *System Usability Scale(SUS)*

Definición Desarrollado por Brooke[Brooke, 1995], es un cuestionario estandarizado que evalúa la usabilidad global de sistemas tecnológicos. SUS permite la evaluación de tres parámetros:

- Eficacia.
- Eficiencia.
- Satisfacción.

Pregunta de ejemplo usando Sistema SUS: *¿Que tan satisfecho estas con la experiencia general?*

⁹grado en la que un usuario considera que una tecnología mejorará su desempeño laboral o personal.

¹⁰Constructo que se refiere al grado en que un usuario percibe que utilizar una tecnología requerirá poco esfuerzo físico o mental

2.10.4. Difusión de innovación *Diffusion of Innovations (DOI)*

Definición: El modelo *Diffusion of Innovations (DOI)* [Rogers, 2003] explica cómo, por qué y a qué velocidad una nueva tecnología se adopta en un grupo social. Este identifica cinco atributos clave que determinan la adopción de una innovación: ventaja relativa, compatibilidad, complejidad y capacidad de prueba y observabilidad.

2.10.5. Teoría de la Confirmación de Expectativas *Expectation-Confirmation Theory (ECT)*

La *Expectation-Confirmation Theory* [Oliver, 1980] postula que la satisfacción del usuario y su intención de continuar usando una tecnología dependen de:

- **Expectativas previas:** Creencias iniciales sobre la utilidad y facilidad de uso (ej., "¿Qué tan efectiva esperabas que fuera esta herramienta?").
- **Confirmación:** Comparación entre el desempeño real y las expectativas (ej., "¿Cumplió la herramienta con lo que esperabas?").
- **Satisfacción:** Resultado de esta comparación, que determina la lealtad del usuario [Bhattacharjee, 2001].

En este estudio, la ECT complementa al TAM al evaluar no solo la adopción inicial, sino la retención de usuarios.

2.10.6. Relación entre las metodologías de validación.

La combinación de TAM, DOI y ECT permite un análisis integral: el TAM evalúa la adopción inicial (utilidad y facilidad de uso), el DOI contextualiza factores sociales (compatibilidad, observabilidad), y la ECT mide la satisfacción post-implementación. Esta triangulación teórica es clave para soluciones tecnológicas complejas [Venkatesh et al., 2003]

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La solución propuesta se fundamenta en los objetivos específicos definidos en el Capítulo 1, diseñados para garantizar una implementación efectiva que satisfaga los requisitos del sistema.

A lo largo de este documento, se detallan:

1. Los casos de uso clave.
2. Las herramientas tecnológicas seleccionadas (Android Studio, Kotlin, ML Kit y Firebase).
3. La arquitectura del proyecto basada en el patrón Modelo-Vista-Presentador (MVP).

Este enfoque arquitectónico asegura un desarrollo modular, escalable y de fácil mantenimiento, cumpliendo con los estándares de ingeniería de software contemporáneos.

3.1. Investigación y selección de herramientas para el desarrollo de la aplicación móvil.

En esta sección, se presentarán las herramientas elegidas, junto con las justificaciones que respaldan su selección. Asimismo, se expondrán algunas alternativas que fueron consideradas en la búsqueda de soluciones al problema planteado.

3.1.1. Entorno de Desarrollo Integrado: Android Studio.

El Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)¹¹ es un software especializado para el desarrollo de aplicaciones, que incluye diferentes tipos de herramientas, técnicas y conceptos que facilitan al desarrollador integrarlas en el software que se esté creando[Boekhoudt, 2003].

En este proyecto, se utiliza el IDE Android Studio, creado por Google con el propósito de ofrecer un entorno especializado para el desarrollo de aplicaciones móviles en Android, reemplazando el uso de Eclipse. Para una referencia más detallada, se recomienda al lector revisar la documentación oficial de Android Studio [Google, 2024].

¹¹Integrated Development Environment

3.1.2. Git

Git es una herramienta de control de versiones (VCS) diseñada por Linus Torvalds en 2005, que permite registrar los cambios en los archivos de un proyecto con el fin de facilitar la colaboración y el respaldo[Straub, 2009].

Algunos conceptos clave que fueron utilizados durante el desarrollo de la propuesta de solución son los siguientes:

- **Repositorio (Repository):** Es el lugar donde se almacena el proyecto y su historial de cambios. Puede ser usado tanto en una máquina local como en un servidor remoto.
- **Commit:** Un commit es una instantánea de los cambios realizados en el repositorio. Cada commit incluye un mensaje descriptivo que explica los cambios efectuados.
- **Push:** Este comando se utiliza para enviar los commits locales a un repositorio remoto, haciendo que tus cambios estén disponibles para otros.
- **Pull:** Permite actualizar el repositorio local con los cambios del repositorio remoto.

3.1.3. GitHub

GitHub es una plataforma de alojamiento de código fuente basada en la web que utiliza Git como sistema de control de versiones. Fundada en 2008[Preethi, 2019], GitHub es una de las plataformas más utilizadas y, por lo tanto, se empleó durante la realización de este proyecto.¹²

3.1.4. Aplicación desarrollada en Android

La elección de desarrollar en Android se debe a que esta plataforma es más accesible para el usuario promedio, mientras que iOS está restringido a sistemas operativos de Apple y requiere programar en Swift[Serafimovski, 2013].

En el caso de Chile, la gran mayoría de los usuarios son usuarios de Android[Fielbaum y Tirachini, 2020].

¹²<https://github.com/clauidionunezdi/DocuFast2024> véase Anexos

3.1.5. Lenguaje de Programación: Kotlin

Kotlin es un lenguaje de programación que busca simplificar el desarrollo de aplicaciones móviles. Está basado en la Java Virtual Machine (JVM), lo que significa que utiliza el sistema de cifrado de Java (bytecode de Java)[[Gupta, 2024](#)].

La razón de su uso durante la realización de este proyecto radica en su compatibilidad con herramientas como ML Kit y Firebase, además de ser completamente compatible con el entorno de desarrollo integrado Android Studio.

A diferencia de su competidora directa para el desarrollo en Android, que es Java, Kotlin es más simple y rápido de aprender, lo que mejora la legibilidad del código[[Ardito et al., 2020](#)].

3.1.6. Firebase

Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones web y móviles desarrollada por Google, que ofrece servicios BackEnd como almacenamiento de datos y autenticación de usuarios, una de las ventajas es que tiene una capa gratuita que funciona a medida que va en aumento el número de solicitudes en un lapsus de tiempo.

Se recomienda revisar la documentación oficial de Firebase[[Moroney, 2017a](#)].

La elección de Firebase como plataforma de desarrollo para la solución propuesta se fundamenta en ventajas significativas [[Moroney, 2017a](#)]:

- Modelo de datos : Firebase almacena datos en un formato JSON, lo que permite una estructura más flexible y dinámica en comparación con el modelo relacional filas y columnas de SQL, esto ayudara a que los meta datos subidos no tenga que tener una estructura definida.
- Sincronización en tiempo real: Firebase permite la sincronización de datos en tiempo real, el cual, en el contexto de nuestro proyecto de título servirá para sincronizar los archivos .txt subidos a la plataforma.
- Facilidad de integración: Facilita la integración con otras herramientas de Google, como es el caso de ML kit.
- Seguridad: Se puede integrar un sistema de protección de archivos con el fin de mitigar la integridad de los datos.

3.1.7. Reconocimiento Óptico de Caracteres con ML Kit

En capítulos anteriores de este documento, se ha mencionado teóricamente el uso de ML Kit. En esta sección, se explicará en detalle cómo funciona la tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) incluida en este kit.

La decisión de elegir una API para el reconocimiento óptico de caracteres se basa en la rapidez con la que se puede integrar el sistema en el entorno de desarrollo. Además, al utilizar Firebase como sistema de almacenamiento de datos, se recomienda aprovechar otras funciones ofrecidas por Google.

Aunque es posible desarrollar un modelo propio a partir de un conjunto de datos, este proceso puede ser complejo y consumir mucho tiempo, especialmente al implementarlo en un entorno Android. La creación de un sistema que conecte una pipeline entre el software integrado en una máquina con suficiente potencia es fundamental para mejorar la tasa de éxito y la velocidad de procesamiento del texto.

Por lo tanto, el uso de ML Kit se presenta como una solución viable, ya que aborda todos los problemas mencionados anteriormente de manera efectiva.

A continuación se presenta documentación oficial de como funciona la estructura del texto reconocido por la API.[\[Google, 2024\]](#)

El Reconocedor de texto segmenta el texto en bloques, líneas, elementos y símbolos. A grandes rasgos:

- **Block:** Un conjunto contiguo de líneas de texto, como un párrafo o una columna.
- **Línea:** Un conjunto contiguo de palabras en el mismo eje.
- **Elemento:** Un conjunto contiguo de caracteres alfanuméricos (‘‘palabra’’) en el mismo eje en la mayoría de los idiomas latinos, o una palabra en otros.
- **Símbolo:** Un carácter alfanumérico único en el mismo eje en la mayoría de los idiomas latinos, o un carácter en otros.

La imagen a continuación, destaca ejemplos de cada uno de ellos en orden descendiente; El primer bloque destacado, de color cian, es un bloque de texto, el segundo conjunto de bloques destacados, de color azul, son las líneas de texto, y por último, el tercer conjunto de bloques resaltados, azul oscuro, pertenecen a las palabras.

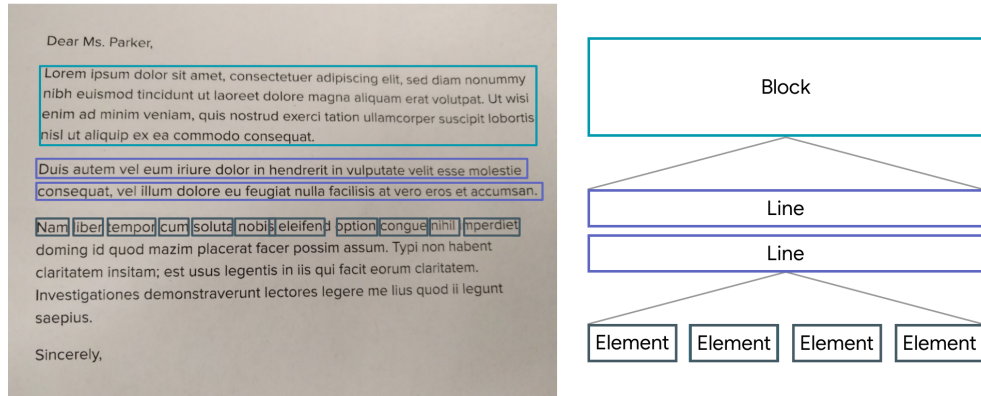


Figura 5: Ejemplo de segmentación del texto en bloques, fuente :[[Google, 2024](#)]

Para todos los bloques, líneas, elementos y símbolos detectados, la API muestra los cuadros de límite, los puntos de esquina, la información de rotación, la puntuación de confianza, los idiomas reconocidos y el texto reconocido.

3.2. Análisis y diseño del producto mínimo viable

En esta sección se lleva a cabo el análisis y diseño de software, los cuales incluyen los casos de usos de la totalidad de un proyecto, y a su vez, se identificará también que casos de usos corresponden al producto mínimo viable a realizar.

3.2.1. Caso de Uso 1: Sacar Foto Documento

Elemento	Descripción
Identificador	CU-01.
Nombre	Captura de documento fotográfico.
Descripción	Permite digitalizar documentos físicos mediante captura fotográfica y procesamiento OCR. Incluye activación de cámara, captura de imagen y extracción de texto.
Actor Principal	Usuario final
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispositivo con cámara funcional. ▪ Permisos de cámara concedidos. ▪ Conexión a Internet estable.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagen almacenada localmente. ▪ Texto extraído disponible para revisión. ▪ Metadatos registrados exitosamente.
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción “Capturar documento” 2. El sistema verifica los permisos de cámara. 3. Se activa la interfaz de captura. 4. El usuario toma la fotografía del documento. 5. El sistema optimiza la imagen. 6. Se aplica OCR (ML Kit) para extraer texto. 7. Se presentan los resultados al usuario.
Frecuencia de uso	Alta (15 a 20 capturas por día por usuario).

Tabla 3: Especificación del caso de uso: Captura documental. Fuente: Elaboración propia.

Acciones del Actor.	Respuestas del Sistema.
Selecciona "Sacar Foto a Documento"	Activa la cámara del dispositivo.
Encuadra el documento físico.	—
Captura la imagen.	—
Importa imágenes seleccionadas	Procesa imágenes con OCR.
—	Muestra los resultados procesados (imagen y texto).

Tabla 4: Flujo de interacción entre el actor y el sistema durante la captura documental. Fuente: Elaboración propia

Excepción	Descripción	Acciones Correctivas
Cámara no disponible.	Fallo al activar la cámara del dispositivo.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar mensaje de error al usuario. ■ Sugerir reiniciar la aplicación o cámara. ■ Verificar y solicitar permisos de cámara.
Calidad de imagen insuficiente.	Imagen borrosa o ilegible para OCR.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Notificar baja calidad de captura. ■ Recomendar repetir la fotografía. ■ Sugerir el uso del flash si está disponible.
Fallo de procesamiento.	Error al aplicar el reconocimiento OCR.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Informar fallo de lectura. ■ Permitir reintentar la extracción. ■ Enlace al soporte técnico si persiste el problema.

Tabla 5: Tabla de manejo de excepciones durante la captura y procesamiento de documentos. Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Caso de Uso 2: Crear grupo de trabajo.

Elemento	Descripción
Caso de Uso	Crear grupo de trabajo
Descripción	Permite al administrador asignar usuarios de la organización a grupos de trabajo. Cada grupo proporciona un entorno organizado para la carga de archivos previamente procesados mediante OCR, facilitando así su categorización.
Actores	Administrador, Usuario.
Precondiciones	El administrador debe haber iniciado sesión correctamente en el sistema.
Postcondiciones	Se crea un grupo de trabajo con usuarios asignados. Estos podrán subir archivos que serán categorizados automáticamente por el sistema.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador inicia sesión en el sistema. 2. El sistema valida las credenciales de acceso. 3. El administrador selecciona la opción “<i>Crear grupo de trabajo</i>”. 4. El sistema presenta un formulario de creación de grupo. 5. El administrador introduce el nombre del grupo y selecciona los usuarios que lo integrarán. 6. El sistema registra el grupo y asigna a los usuarios seleccionados. 7. El administrador confirma la creación. 8. El sistema confirma el éxito de la operación y notifica a los usuarios asignados. 9. Los usuarios asignados comienzan a subir archivos procesados. 10. El sistema categoriza automáticamente los archivos subidos.

Tabla 6: Especificación del caso de uso: Crear grupo de trabajo. Fuente: Elaboración propia

Acciones del Actor	Respuestas del Sistema
El administrador selecciona la opción “ <i>Crear grupo de trabajo</i> ”	El sistema presenta un formulario para ingresar los datos del nuevo grupo.
Ingresa el nombre del grupo y selecciona a los usuarios	El sistema registra el grupo y asigna los usuarios correspondientes.
Confirma la creación del grupo	El sistema confirma la creación y notifica a los usuarios asignados.

Tabla 7: Interacción entre actor y sistema: Crear grupo de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Paso	Excepción	Manejo de la Excepción
Ingreso de nombre del grupo y selección de usuarios.	El nombre del grupo ya existe.	Notificar al administrador que el nombre ingresado ya está en uso y solicitar uno diferente.
Confirmación de creación del grupo.	Fallo en la asignación de usuarios al grupo.	Mostrar mensaje de error, sugerir verificación de selección y permitir reintento.

Tabla 8: Manejo de excepciones: Crear grupo de trabajo. Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Caso De Uso 3: Iniciar Sesión

Elemento	Descripción
Caso de Uso	Iniciar Sesión.
Descripción	El usuario abre la aplicación y se le presenta un formulario para ingresar sus credenciales. Si las credenciales proporcionadas son correctas, el usuario iniciará sesión en el sistema. Dependiendo de sus permisos, se le mostrará información relevante sobre su entorno de trabajo.
Actores	Usuario, Administrador.
Precondiciones	El usuario debe tener una cuenta existente en el sistema y debe estar conectado a Internet.
Post-condiciones	El usuario ha iniciado sesión correctamente y puede acceder a la información de acuerdo con sus permisos.
Flujo Principal	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario abre la aplicación. ■ El sistema muestra el formulario de inicio de sesión. ■ El usuario ingresa sus credenciales (nombre de usuario y contraseña). ■ El sistema verifica las credenciales ingresadas. ■ Si las credenciales son correctas, el sistema inicia la sesión del usuario. ■ El sistema muestra información relevante según los permisos del usuario.

Tabla 9: Tabla del Caso de Uso: Iniciar Sesión, fuente: Elaboración Propia

Actor	Sistema
1. El usuario abre la aplicación.	2. El sistema muestra el formulario de inicio de sesión.
3. El usuario ingresa sus credenciales (nombre de usuario y contraseña).	4. El sistema verifica las credenciales ingresadas.
	5. Si las credenciales son correctas, el sistema inicia la sesión del usuario.
	6. El sistema muestra información relevante según los permisos del usuario.

Tabla 10: Caso de Uso: Iniciar Sesión, Fuente: Elaboración propia.

Paso	Excepción	Manejo de la Excepción
Verificar credenciales.	Fallo en la conexión a Firebase.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error indicando un problema con la conexión a la nube. ■ Proporciona la opción de reintentar. ■ Sugiere verificar la conexión a Internet.
Verificar credenciales.	Tiempo de espera excedido.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema notifica al usuario que el tiempo de espera ha sido excedido. ■ Sugiere intentar nuevamente más tarde o verificar la conexión.
Iniciar sesión del usuario.	Error en la autenticación.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error indicando que no se pudo autenticar al usuario. ■ Solicita revisar credenciales e intentar nuevamente.
Mostrar información de entorno.	Fallo en la sincronización de datos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema informa que no se pudo obtener la información del entorno. ■ Ofrece intentar cargar los datos nuevamente o trabajar en modo sin conexión.

Tabla 11: Tabla de Excepciones para el Caso de Uso: Iniciar Sesión, Fuente: Elaboración propia.

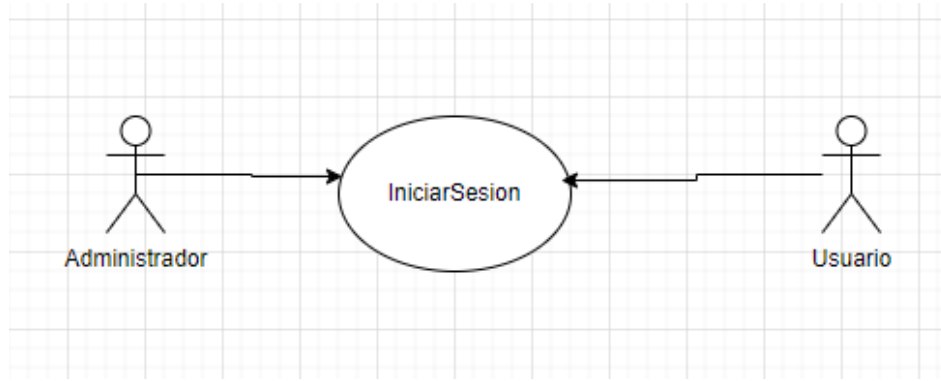


Figura 6: Diagrama de caso de uso 3: Iniciar sesión, fuente: Elaboración Propia.

3.2.4. Caso de Uso 4: Registrar Administrador.

Elemento	Descripción
Caso de Uso	Registrar Administrador
Descripción	Al ingresar a la aplicación, un nuevo Usuario crea una cuenta mediante el uso de un formulario de creación de cuenta en el cual se le pedirá el nombre completo, el correo y la contraseña.
Actores	Administrador
Pre-condiciones	El usuario debe tener acceso a la aplicación y a un dispositivo compatible.
Post-condiciones	Se crea una nueva cuenta de administrador y se almacena en la base de datos. El usuario puede iniciar sesión con sus credenciales.
Flujo Principal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario accede a la opción de crear una cuenta. ▪ Se muestra el formulario de creación de cuenta. ▪ El usuario ingresa su nombre completo, correo y contraseña. ▪ El sistema valida los datos ingresados. ▪ Si los datos son válidos, se crea la cuenta y se muestra un mensaje de éxito.
Flujos Alternativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si el correo ya está registrado, se muestra un mensaje de error y se solicita un nuevo correo. ▪ Si la contraseña no cumple con los requisitos de seguridad, se muestra un mensaje de error y se solicita una nueva contraseña.

Tabla 12: Tabla del Caso de Uso: Registrar Administrador

Actor	Sistema
1. El administrador accede a la opción de crear una cuenta.	2. El sistema muestra el formulario de creación de cuenta.
3. El administrador ingresa su nombre completo, correo y contraseña.	4. El sistema valida los datos ingresados.
	5. Si los datos son válidos, se crea la cuenta.
	6. El sistema muestra un mensaje de éxito confirmando la creación de la cuenta.

Tabla 13: Caso de Uso: Registrar Administrador, Fuente: Elaboración propia

Paso	Excepción	Manejo de la Excepción
2. Mostrar formulario de creación de cuenta	Error al cargar el formulario.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error indicando que no se pudo cargar el formulario. ■ Proporciona la opción de volver a intentar o contactar soporte técnico.
4. Validar los datos ingresados.	Correo ya registrado.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error indicando que el correo electrónico ya está en uso. ■ Solicita al usuario que ingrese un nuevo correo.
4. Validar los datos ingresados.	Contraseña no cumple con los requisitos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema notifica al usuario que la contraseña no cumple con los requisitos de seguridad. ■ Solicita una nueva contraseña que cumpla con los requisitos.
5. Crear cuenta.	Error al crear la cuenta.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error indicando que no se pudo crear la cuenta. ■ Sugiere intentar nuevamente o contactar soporte técnico.

Tabla 14: Tabla de Excepciones para el Caso de Uso: Registrar Administrador, Fuente: Elaboración propia.

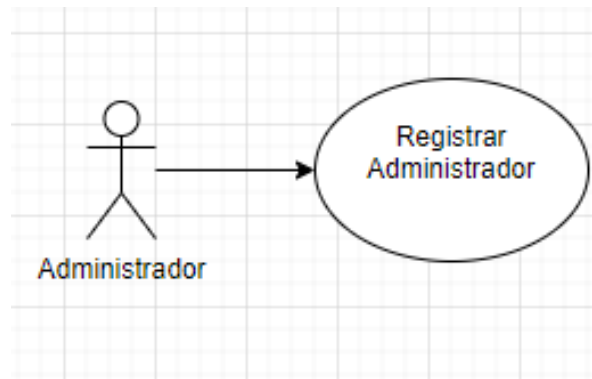


Figura 7: Diagrama de Caso de uso 4: Registrar Usuario, Fuente: Elaboración Propia

3.2.5. Caso de Uso 5: Registrar Usuario.

Elemento	Descripción
Caso de Uso	Registrar Usuario.
Descripción	Un administrador desea registrar a un nuevo usuario, ingresa a la opción de crear nuevo usuario, lo cual despliega un formulario donde debe ingresar las credenciales y se crea el usuario.
Actor	Administrador
Pre-condiciones	El administrador debe tener acceso a la aplicación y permisos para crear nuevos usuarios.
Post-condiciones	Se crea una nueva cuenta de usuario y se almacena en la base de datos. El administrador recibe una confirmación de que el usuario ha sido registrado.
Flujo Principal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El administrador accede a la opción “Crear nuevo usuario.” ▪ El sistema despliega el formulario para registrar un nuevo usuario. ▪ El administrador ingresa las credenciales del nuevo usuario. ▪ El sistema valida los datos ingresados. ▪ Si los datos son válidos, se crea el nuevo usuario. ▪ El sistema muestra un mensaje de éxito confirmando la creación del usuario.
Flujos Alternativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si el correo ya está registrado, el sistema muestra un mensaje de error y solicita un nuevo correo. ▪ Si la contraseña no cumple con los requisitos de seguridad, el sistema muestra un mensaje de error y solicita una nueva contraseña. ▪ Si los campos requeridos están vacíos, el sistema notifica al administrador que debe completar todos los campos.

Tabla 15: Tabla del Caso de Uso: Registrar Usuario, Fuente: Elaboración propia

Actor	Sistema
1. El administrador accede a la opción de crear un nuevo usuario.	2. El sistema despliega el formulario de registro de usuario.
3. El administrador ingresa las credenciales del nuevo usuario (nombre, correo electrónico, contraseña).	4. El sistema valida los datos ingresados.
	5. Si los datos son válidos, el sistema crea el nuevo usuario en la base de datos.
	6. El sistema muestra un mensaje de éxito confirmando la creación del usuario.

Tabla 16: Paso a Paso del Caso de Uso: Registrar Usuario, Fuente: Elaboración propia.

Paso	Excepción	Manejo de la Excepción
4. Validar datos ingresados	Correo electrónico ya registrado	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar mensaje de error: <i>“El correo electrónico ingresado ya está en uso.”</i> ■ Solicitar al administrador que ingrese un correo alternativo.
4. Validar datos ingresados	Contraseña no cumple requisitos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Notificar los requisitos incumplidos (ej.: 8 caracteres, mayúsculas, números). ■ Pedir una nueva contraseña válida.
5. Crear usuario en la BD	Error de conexión/inserción en la BD.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mostrar: <i>“Error al crear el usuario. Intente nuevamente.”</i> ■ Registrar el error en los logs del sistema.

Tabla 17: Manejo de excepciones para el Caso de Uso *Registrar Usuario*. Fuente: Elaboración propia.

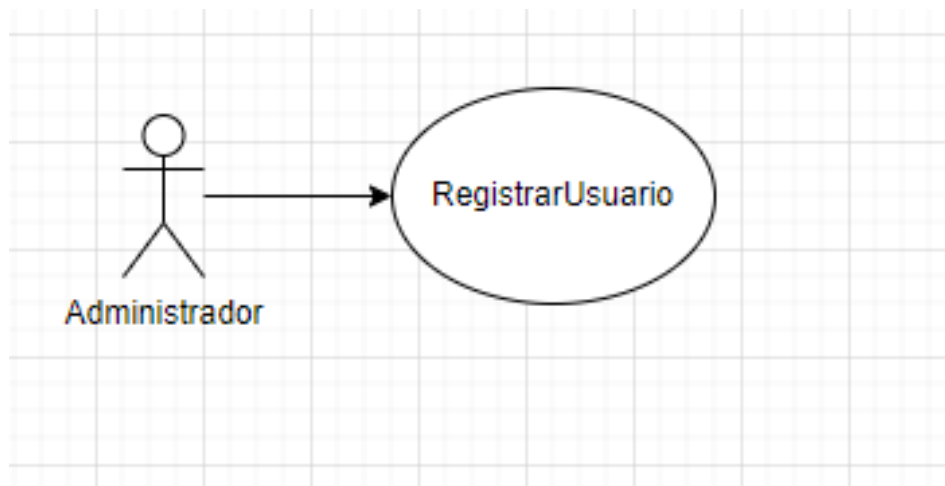


Figura 8: Diagrama Caso de Uso 5: Registrar Usuario: Elaboración Propia

3.2.6. Caso de Uso 6: Subir Documento Procesado

Elemento	Descripción
Caso de Uso	Subir documento procesado
Descripción	Permite al usuario subir un archivo procesado en formato .txt a la base de datos del sistema.
Actores	Usuario registrado
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El documento ha sido procesado correctamente por el sistema. ▪ El usuario tiene sesión iniciada y permisos para subir documentos. ▪ El documento a subir existe en el sistema de archivos local.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El documento se almacena en la base de datos en formato de texto plano. ▪ El sistema registra la operación en el historial de actividades. ▪ El usuario recibe confirmación visual de la operación exitosa.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción "Subir documento procesado". 2. El sistema muestra el explorador de archivos del sistema operativo. 3. El usuario selecciona el archivo .txt que desea subir. 4. El sistema valida que el archivo cumple con los requisitos. 5. El sistema carga el archivo en la base de datos. 6. El sistema muestra el mensaje: "Documento subido correctamente".
Flujos Alternativos	<p>FA1: Archivo inválido</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En el paso 4, si el archivo no es válido (no es .txt o está corrupto): <ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra: "El archivo seleccionado no es válido". • Vuelve al paso 2. <p>FA2: Error en la carga</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En el paso 5, si falla la conexión con la base de datos: <ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra: "Error al subir el documento. Intente nuevamente". • Registra el error en los logs del sistema. • Ofrece opción para reintentar o cancelar.

Tabla 18: Especificación del caso de uso 6: Subir documento procesado. Fuente: Elaboración propia.

Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción para subir un documento procesado.	2. El sistema abre el explorador de archivos para seleccionar el archivo texto.
3. El usuario selecciona el archivo texto que desea subir.	4. El sistema valida el archivo seleccionado.
	5. Si la validación es exitosa, el sistema sube el archivo a la base de datos.
	6. El sistema muestra una confirmación de que el archivo fue subido correctamente.

Tabla 19: Diagrama paso a paso: Subir Documento Procesado, Fuente: Elaboración Propia.

Paso	Excepción	Manejo de la Excepción
4. Validar archivo seleccionado.	El archivo no es un texto válido.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error indicando que el archivo seleccionado no es un texto válido. ■ Solicita al usuario que seleccione un archivo en formato texto.
5. Subir archivo a la base de datos.	Error en la conexión a la base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error indicando un problema en la conexión. ■ Ofrece la opción de reintentar la subida.

Tabla 20: Tabla de Excepciones para el Caso de Uso 6: Subir Documento Procesado. Fuente: Elaboración Propia.

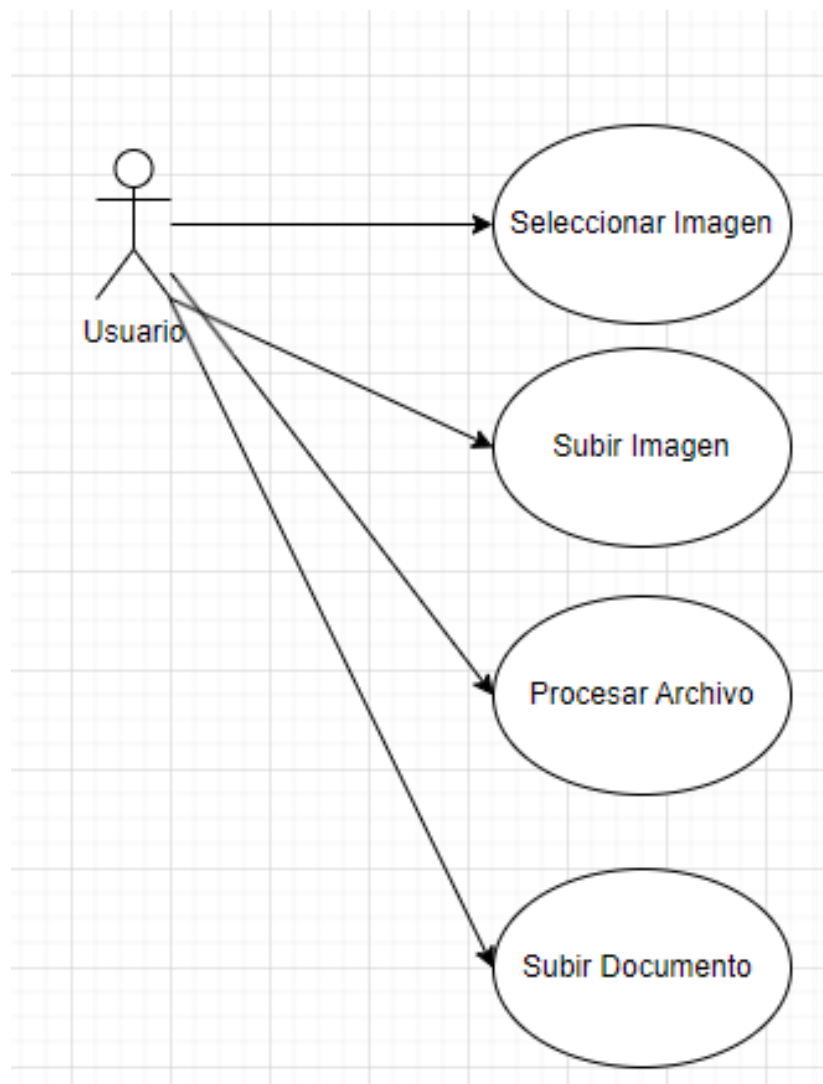


Figura 9: Diagrama de Caso de Uso 6: Subir Documento Procesado, Fuente:Elaboración Propia.

3.2.7. Caso De Uso 7: Navegar Entre grupos de trabajo

Elemento	Descripción
Caso de Uso	Navegar entre Grupos de Trabajo.
Descripción	El usuario puede ver documentos listados asociados a diferentes grupos de trabajo. Al seleccionar "Ver Grupos", puede navegar entre ellos para ver los documentos correspondientes.
Actores	Usuario, Administrador
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario está autenticado en la aplicación. ■ Existen documentos y grupos de trabajo en la base de datos.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario visualiza documentos de diferentes grupos. ■ Se registra la actividad de navegación.
Flujo Principal	<ul style="list-style-type: none"> ■ El usuario selecciona "Ver Grupos". ■ El sistema muestra grupos de trabajo disponibles. ■ El usuario selecciona un grupo. ■ El sistema muestra documentos asociados.
Flujos Alternativos	<ul style="list-style-type: none"> ■ Si no hay grupos: muestra mensaje de ausencia. ■ Si no hay documentos en un grupo: informa que está vacío.

Tabla 21: Caso De Uso 7: Navegar entre Grupos de Trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Paso	Acción del Actor.	Respuesta del Sistema.
1	El usuario selecciona. "Ver Grupos".	Muestra lista de grupos.
3	Selecciona grupo específico.	Muestra documentos asociados.
5	Revisa documentos listados.	Muestra contenido al seleccionar.

Tabla 22: Interacción usuario-sistema Caso De Uso 7:, fuente: Elaboración propia

Paso	Excepción	Manejo de la Excepción
1	No se pueden cargar los grupos de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error. ■ Se sugiere reintentar la operación.
4	El grupo seleccionado no existe o fue eliminado.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema notifica la indisponibilidad del grupo. ■ Se actualiza y vuelve a mostrar la lista de grupos.
5	No hay documentos asociados al grupo.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje informativo. ■ Se indica que el grupo está vacío.
9	Error al cargar la lista de grupos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El sistema muestra un mensaje de error. ■ Se ofrece la opción de reintentar la operación.

Tabla 23: Manejo de excepciones para la navegación entre grupos de trabajo. Fuente: Elaboración propia

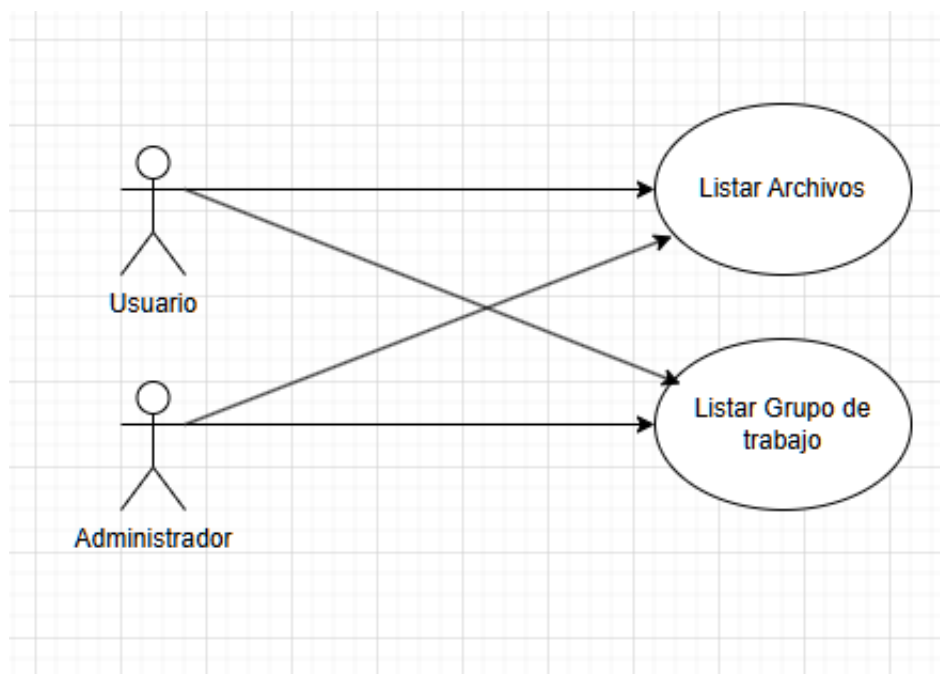


Figura 10: Diagrama de Caso de Uso 7: Navegar entre grupos de trabajo, Fuente: Elaboración Propia

3.2.8. Caso de Uso 8: Editar un Documento

En esta sección se muestra el caso de uso en el cual el usuario podrá editar el documento procesado, esto con el fin de realizar de acuerdo a su criterio una mejora en los datos procesados anteriormente por el sistema de reconocimiento.

Elemento	Descripción
Caso de Uso	Editar un Documento
Descripción	Permite a los usuarios con permisos editar documentos previamente digitalizados y almacenados en grupos de trabajo. Al seleccionar la opción "Editar", el sistema muestra el contenido en formato editable para su modificación.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario regular.
Pre-condiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Documento existente en un grupo de trabajo accesible. ▪ Permisos de edición asignados al usuario. ▪ Conexión activa al sistema.
Post-condiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versión editada del documento guardada en la base de datos. ▪ Confirmación visual de la actualización. ▪ Historial de cambios actualizado.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usuario accede al grupo de trabajo. 2. Selecciona documento a editar. 3. Sistema muestra contenido en modo edición. 4. Usuario realiza modificaciones. 5. Confirma guardado de cambios. 6. Sistema actualiza documento y notifica éxito.
Flujos Alternativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fallo en carga: Mensaje de error con opción a reintentar. ▪ Permisos insuficientes: Notificación de acceso denegado.

Tabla 24: Especificación del caso de uso: Editar documento, fuente: Elaboración propia.

Actor	Sistema
1. El usuario abre la aplicación móvil.	2. El sistema carga la interfaz principal.
3. El usuario navega al grupo de trabajo deseado.	4. El sistema muestra la lista de grupos disponibles.
5. El usuario selecciona un grupo de trabajo.	6. El sistema despliega los documentos asociados al grupo.
7. El usuario toca el documento a editar.	8. El sistema muestra la vista detallada del documento.
9. El usuario presiona el botón "Editar".	10. El sistema habilita el modo de edición del documento.
11. El usuario realiza modificaciones en el texto	12. El sistema permite la edición interactiva del contenido.
13. El usuario confirma con "Guardar"	14. El sistema valida y actualiza el documento en la base de datos.
	15. El sistema muestra notificación de éxito y actualiza la vista.
16. El usuario sale del modo de edición	17. El sistema regresa a la vista de lista de documentos.

Tabla 25: Diagrama paso a paso caso de uso 8: Edición de Documentos, Fuente: Elaboración Propia.

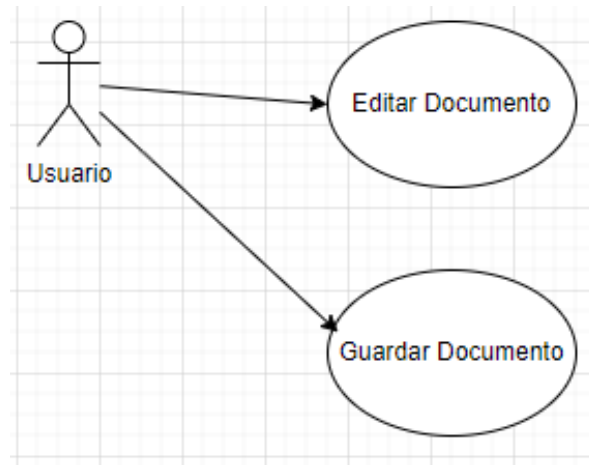


Figura 11: Diagrama Caso de Uso 8: Editar un Documento, Fuente: Elaboración Propia.

3.2.9. Caso de Uso 9: Eliminar Documento.

Elemento.	Descripción.
Caso de Uso	Eliminar Documento.
Descripción	Permite al Administrador eliminar documentos existentes mediante confirmación, removiéndolos permanentemente de la base de datos.
Actores	Administrador del sistema.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sesión activa de administrador. ■ Documento existente y visible en el grupo.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ■ Documento eliminado permanentemente. ■ Lista de documentos actualizada.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accede a lista de documentos. 2. Selecciona opción "Eliminar". 3. Confirma acción con "Sí". 4. Sistema borra documento. 5. Actualiza lista automáticamente.
Flujos Alternativos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cancelación: Acción interrumpida sin cambios. ■ Error: Mensaje "No se pudo eliminar, intente luego".

Tabla 26: Especificación del caso de uso para eliminación de documentos. Fuente: Elaboración propia.

Actor	Sistema
1. El administrador inicia sesión en la aplicación.	2. El sistema verifica credenciales y muestra la interfaz principal.
3. El administrador navega a documentos de un grupo de trabajo.	4. El sistema muestra lista de documentos del grupo seleccionado.
5. El administrador selecciona "Eliminar" en un documento.	6. El sistema solicita confirmación mediante diálogo.
7. El administrador confirma eliminación con "Sí".	8. El sistema elimina el documento de la base de datos.
	9. El sistema actualiza la lista de documentos.
	10. El sistema registra la acción en bitácora.
11. El administrador revisa la lista actualizada.	12. El sistema muestra vista actualizada sin el documento eliminado.

Tabla 27: Caso de Uso 9: Eliminar Documento, Fuente: Elaboración propia.

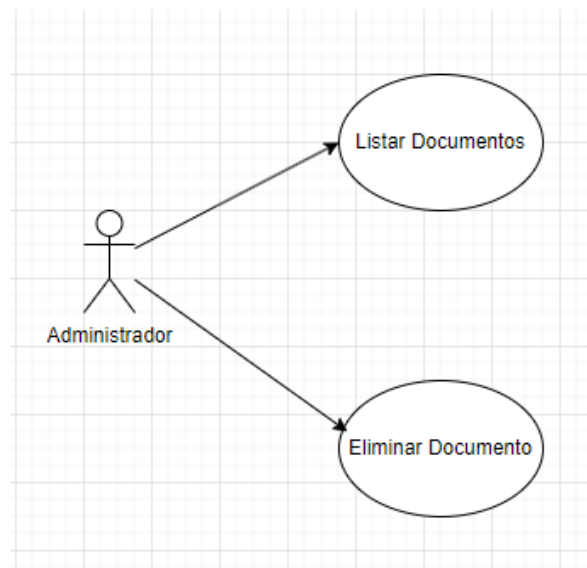


Figura 12: Diagrama de Caso de Uso 9: Eliminar Documento, Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Realización del producto mínimo viable.

Durante la realización de esta sección, se llevará a cabo la aplicación implementada en Android Studio. También se abordarán los casos de uso y cómo fueron implementados durante todo el proyecto. A su vez, invitamos también a revisar su hub en el siguiente enlace. [Github](#)¹³

3.3.1. Menú Principal

La composición del menú principal cuenta con dos botones principales que sirven para que el usuario pueda iniciar sesión o registrar a un nuevo administrador, este, al ser un proyecto académico. Solo busca presentar la aplicación en su estado más simple, sin necesidad de realizar un trabajo de diseño elaborado. A su vez, se verá el menú desde el sistema de creación de aplicaciones móviles Android Studio.

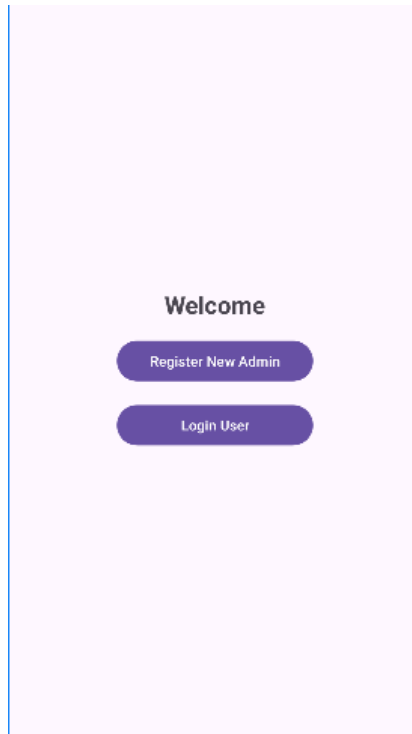


Figura 13: Menú principal fuente: Elaboración Propia.

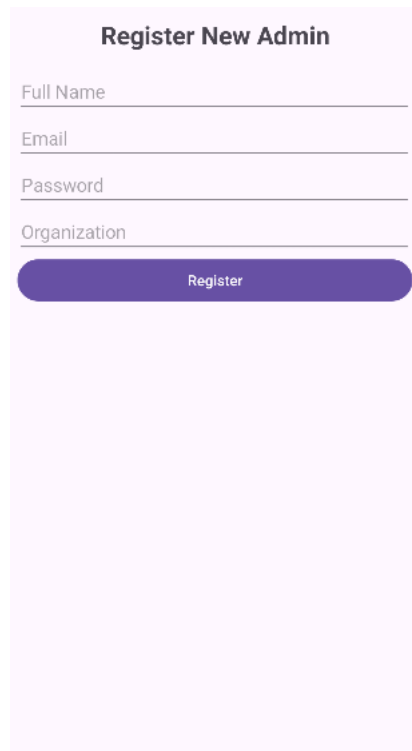
¹³<https://github.com/claudsonezdi/DocuFast2024.git>

3.3.2. Registrar nuevo administrador

En este menú, se presenta un formulario para registrar al nuevo administrador de la organización. Cabe aclarar, que solo puede existir un administrador para cada organización, esto, con fines de seguridad entre colaboradores.

El formulario se presenta de la siguiente manera:

- **Nombre Completo** : Este campo representa el nombre completo del administrador es decir Nombre(s) y Apellido(s).
- **Correo**: Es el campo del correo institucional o personal en el cual el administrador iniciara sesión, en caso de que el correo ya esté en la base de datos el sistema, arrojará un error.
- **Contraseña**: Es el campo en donde el administrador ingresará la contraseña personal de la cuenta.
- **Organización**: Es el campo en donde el nuevo administrador deberá poner la organización a la cual pertenece. Esto se hace con el fin de evitar que varias organizaciones tengan el mismo nombre. En caso de error, no se podrá crear la cuenta del nuevo administrador.
- **Botón de registrar**: Este botón lo que hará es simplemente crear al nuevo administrador de acuerdo al formulario aplicado, si hay un usuario que crea una nueva cuenta con el mismo correo, el sistema arrojará error.



The image shows a mobile application screen for registering a new administrator. The screen has a light purple background. At the top, the title "Register New Admin" is centered in a bold, dark font. Below the title are four input fields, each with a label and a horizontal line for text entry: "Full Name", "Email", "Password", and "Organization". Below these fields is a prominent, rounded rectangular button with a dark purple background and the word "Register" in white text, centered on the button.

Figura 14: Actividad de registrar a un nuevo Administrador, Fuente: Elaboración propia.

Como nota es importante señalar que estos datos son guardados desde Firebase Real Time Database, estos luego son almacenados en formato JSON.¹⁴

3.3.3. Formulario de inicio de sesión

Este formulario funciona para que tanto administradores como usuarios de una organización puedan iniciar sesión.

El formulario se presenta de la siguiente manera:

- **Correo:** En este campo se ingresara el correo que el usuario tenga. registrado previamente para ingresar a su cuenta.
- **Contraseña:** En este campo el usuario ingresara la contraseña asociada a su cuenta.
- **Botón de iniciar sesión:** Envía las credenciales ingresadas al servidor para su validación y, si son correctas, permite el acceso al sistema.

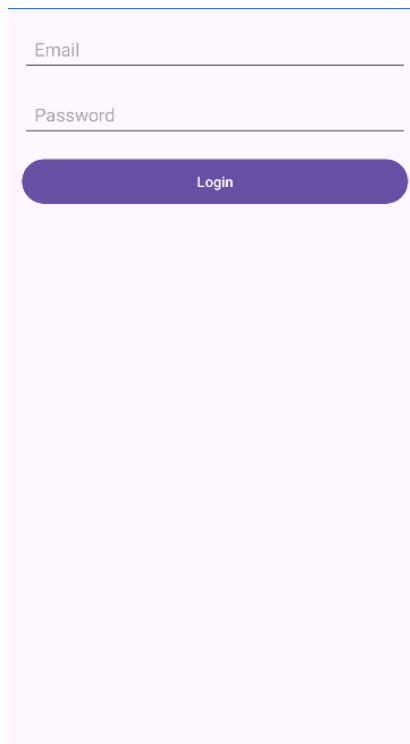
The image shows a login form with a light purple background. It features two input fields: the top one is labeled 'Email' and the bottom one is labeled 'Password'. Below these fields is a dark purple rounded rectangular button with the text 'Login' in white. The entire form is centered on the page.

Figura 15: Inicio de Sesión, fuente: Elaboración Propia

¹⁴JavaScript Object Notation: Es un formato ligero de intercambio de datos basado en texto, fácil de leer y escribir tanto para humanos como para máquinas. Su estructura organiza la información en pares de clave-valor (objetos) y listas ordenadas (arrays), usando sintaxis de JavaScript.

Cabe señalar que, al iniciar sesión, se verificará que el correo y la clave sean correctas dentro de Firebase Studio, entre ellas, se encuentra la función Authentication Firebase, que es especialmente para la creación y verificación segura de cuentas creadas. Además, verificará el rol del usuario al iniciar sesión.

3.3.4. Menú Principal Administrador

En esta sección, al administrador que hizo ingreso se le mostrará un menú principal con distintas funcionalidades que las de un usuario. Estas se dividen en tres partes.

- **Administrar Grupos:** Permite al administrador acceder a los grupos de trabajo existentes y, de ser necesario, crear nuevos grupos.
- **Administrar Usuarios:** Facilita al administrador la visualización del listado de usuarios registrados y, en caso requerido, la eliminación de estos.
- **Crear Nuevo Usuario:** Opción diseñada específicamente para el registro de nuevos usuarios en el sistema¹⁵.

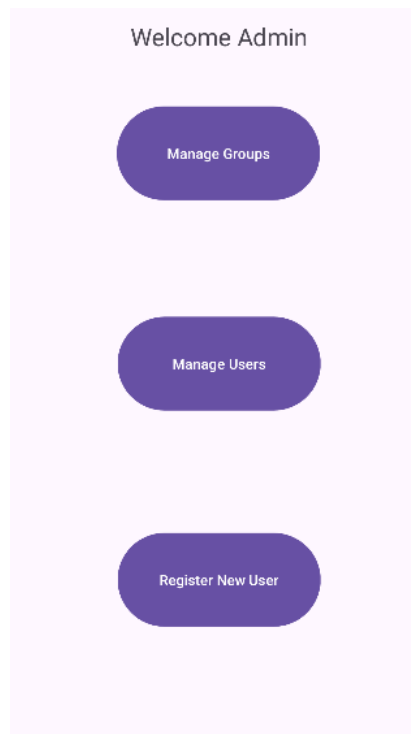


Figura 16: Menú de administrador, Fuente: Elaboración Propia

¹⁵La ubicación independiente de esta función respecto a la opción de administrar usuarios responde a criterios de ergonomía y eficiencia operacional para los administradores.

3.3.5. Menú de administración de grupos

En esta actividad, el administrador puede visualizar los grupos de trabajo en los cuales los usuarios suben los archivos e imágenes. El administrador podrá ver cuántos usuarios integran cada grupo. Además, puede eliminar el grupo con el botón de "Eliminar Grupo", que está representado por el icono de una papelera, que inicia la función de eliminar el grupo de la base de datos, además se presenta un icono con forma de ojo el cual sirve para que el administrador acceda a los detalles de ese grupo.



Figura 17: Menú de Administración de Grupos Fuente: Elaboración Propia

3.3.6. Formulario de creación de grupos

En esta actividad, el administrador puede crear un nuevo grupo. Para ello, debe ingresar un nombre de grupo, descripción del grupo y asociar a los miembros al grupo. La estructura del formulario consta de las siguientes partes:

- **Nombre del grupo:** En este campo, el administrador ingresará el nombre del grupo.
- **Descripción del grupo:** En este campo, el administrador ingresará la descripción del grupo, para luego contar con un registro del contexto por el cual fue creado.
- **Lista de Usuarios:** En este campo, aquí el administrador tendrá una lista de todos los usuarios que desea agregar al grupo.
- **Botón Creación de Grupo:** Es el botón que activa la función de crear el grupo.

Nombre del grupo	
Descripción	
<input type="checkbox"/>	Carlos Soto Grupo 1
<input type="checkbox"/>	María López Grupo 2
<input type="checkbox"/>	Ana Reyes Grupo 1, Grupo 3
<input type="checkbox"/>	Felipe Vargas Grupo 4
<input type="checkbox"/>	Valentina Ríos Grupo 2, Grupo 5

Crear Grupo

Figura 18: Creación De Grupo, Ejemplo simplificado, fuente:Elaboración Propia

3.3.7. Actividad de detalles del grupo.

En esta actividad, el administrador puede ver los detalles del grupo de trabajo, mira los archivos que fueron subidos, como también los miembros en el grupo que están asociados. También tiene la posibilidad de borrar el grupo junto con sus archivos.

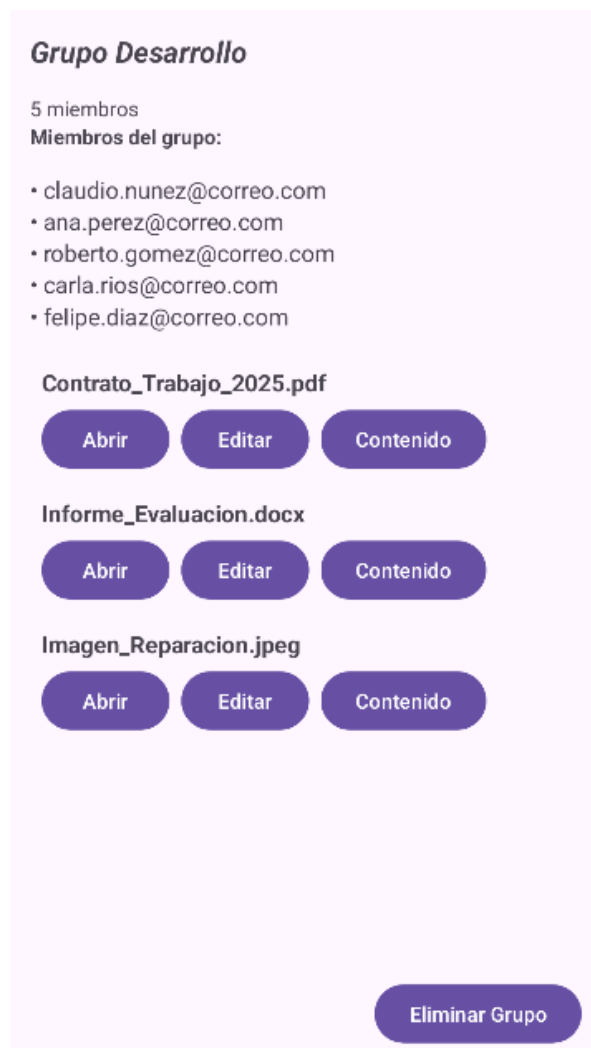


Figura 19: Actividad de detalles del grupo. Versión Ejemplificada, Fuente:Elaboración Propia.

3.3.8. Formulario de creación de Usuario.

En esta actividad, se presenta un formulario para crear al usuario, en ella, el administrador crea a los usuarios que trabajen en la organización. El formulario se divide en los siguientes campos:

- Nombre: El nombre del usuario es presentado aquí. Cualquier actividad hecha por el usuario es luego firmado con este nombre para identificación del administrador y la base de datos.
- Correo: Campo necesario para el inicio de sesión.
- Contraseña: Dato para que el usuario pueda iniciar sesión.
- Asignar Grupo: Lista de grupos, los cuales serán asignados a un usuario por parte del administrador. En caso de no tener grupos, quedará asignado como "sin grupos".
- Botón de registrar: el botón que inicia la función de crear el usuario.

Además, se agrega la opción de que esto debe ser verificado por la contraseña del administrador. Esto con fines de seguridad.¹⁶

¹⁶La generación y asignación de contraseñas es una función reservada exclusivamente al administrador del sistema, como medida de seguridad y control de accesos.

The image shows a mobile application interface for registering a new user. The main form is titled "Register New User" and contains the following elements:

- A text input field containing the name "claudio".
- A text input field containing the email address "test@test.cl".
- A password input field represented by a series of dots.
- A section titled "Assign to Workgroup" with a checkbox labeled "Prueba" which is checked. Below it, it says "1 users".
- A modal dialog box titled "Verificación Admin" is overlaid on the form. It contains a password input field (dots) and two buttons: "Cancelar" and "OK".
- A large blue button at the bottom of the form is labeled "Register".

The interface is displayed on a mobile device, as indicated by the Android navigation bar at the bottom.

Figura 20: Formulario para la creación del Usuario.

3.3.9. Actividad de contenido del archivo

Esta actividad presenta la imagen sacada por el usuario que esta dividida en dos formas:

- Vista de imagen: Muestra la imagen tal como el usuario sacó la foto.
- Contenido del texto: Muestra el texto extraído de esta imagen. Además, cuenta con la función de editar, por lo que el usuario puede modificar el archivo.

Además se agregan dos funciones:

- Guardar: Guarda el archivo si está todo correcto y editado por el usuario.
- Volver: Vuelve a la actividad de detalle de grupo.

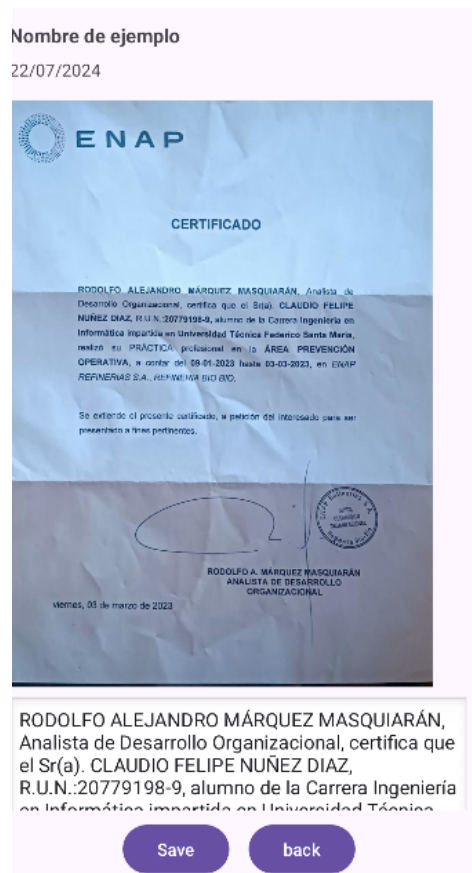


Figura 21: Actividad de contenido del archivo. Fuente:Elaboracion Propia.

3.3.10. Actividad Detalles de Usuario

Esta interfaz permite al administrador modificar la asignación de usuarios a grupos de trabajo. La pantalla muestra:

- **Información básica del usuario:**
 - Nombre completo.
 - Correo electrónico asociado.
 - Fecha de último acceso.
- **Asignación a grupos:**
 - Listado completo de grupos disponibles.
 - Indicación visual de grupos activos (checkboxes).
 - Capacidad de multi-selección.
- **Controles:**
 - Botón “*Guardar Cambios*” para confirmar modificaciones.
 - Opción “*Cancelar*” para descartar ediciones.

3.3.11. Actividad de Usar la cámara

Interfaz para digitalización de documentos mediante cámara móvil con integración OCR. Funcionalidades claves:

1. **Modos de operación:**
 - Captura directa (activación de cámara nativa).
 - Selección desde galería.
2. **Procesamiento:**
 - Previsualización en tiempo real.
 - Botón “*Reintentar*” para nueva captura.
 - Corrección automática de perspectiva.
3. **Resultados:**
 - Vista previa del texto extraído (resaltando áreas reconocidas).

- Opción de edición manual del texto.
- Botón “*Guardar Documento*” para almacenar:
 - Imagen original (formato JPG/PNG).
 - Texto procesado (formato TXT).
 - Metadatos (fecha).

CAPÍTULO 4

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

4.1. Introducción.

Este capítulo presenta los resultados de la validación a la solución propuesta mediante un cuestionario a los usuarios finales, midiendo, adopción, eficiencia satisfacción. Los datos se analizaron con métodos cuantitativos (escalas Likert) y cualitativos (preguntas abiertas), siguiendo modelos como TAM [Davis, 1987] y SUS [Brooke, 1995], también invitamos a revisar en los conceptos en el marco conceptual 1.6

Este capítulo presenta los resultados de la validación de la solución tecnológica propuesta, mediante un instrumento de evaluación aplicado a usuarios finales que midió tres dimensiones críticas:

1. Adopción tecnológica (*Basada en Technology Acceptance Model- TAM* [Davis, 1987]).
2. Eficiencia operativa (evaluada con métricas de tiempo y compatibilidad)
3. Satisfacción del usuario (utilizando escalas validadas como el *System Usability Scale (SUS)* [Brooke, 1995]).

La metodología combinó análisis cuantitativo tales como Escalas Likert (1-10) para medir percepciones, con fundamento en estándares psicométricos [Albert y Tullis, 2013] y Análisis cualitativo con preguntas abiertas que exploraron experiencias y sugerencias de mejora.

Los hallazgos se interpretaron bajo un marco integrado que articula:

- La utilidad percibida (TAM) para explicar la adopción inicial.
- la difusión de innovaciones (DOI) [Rogers, 2003] para contextualizar barreras organizacionales.
- La teoría de confirmación de expectativas (ECT) [Oliver, 1980] para evaluar satisfacción post-implementación.

4.2. Presentación usuarios de prueba producto mínimo viable.

A continuación para validar que el proyecto presentado constituye una solución viable, se consiguió hacer contacto con una empresa que opera en la industria de la construcción

- **Trabajadores Internos de la empresa (Constructora Alerce S.A.)¹⁷**: Actualmente gestiona su documentación utilizando métodos análogos. Entre las principales tareas que realiza se encuentran:
 - Documentación de facturas.
 - Registro de procesos de trabajo (por ejemplo, cartas Gantt o planes paso a paso).
 - Resguardo de documentación requerida por el Servicio de Impuestos Internos.
- **Trabajadores independientes externo a la empresa**: Se tomó una muestra de 10 personas que realizan una o más de las actividades mencionadas anteriormente, pero que no trabajan de forma permanente en la empresa de construcción, desempeñándose en otras actividades extralaborales.

4.2.1. Proceso de Validación

1. Fase de implementación:

- Los usuarios interactuaron con el prototipo durante dos semanas
- Escenario real: carga de facturas, cronogramas de procesos de trabajo y documentación de documentos.

2. Recolección de datos

- Se aplicó un cuestionario estructurado con:
 - Escalas Likert (1-10): para métricas cuantitativas.
 - Preguntas abiertas: Para capturar *insights* cualitativos.
- Instrumentos basado en:
 - TAM (para adopción tecnológica).
 - SUS (para usabilidad).

Cuestionario de Evaluación de la Solución Tecnológica

En esta sección mostraremos el cuestionario realizado basándonos en los conceptos anteriormente mencionados.

Instrucciones: Responda con sinceridad. Las preguntas con escala son del 1 al 10, donde 1 es “Muy bajo” o “Nada satisfecho” y 10 es “Muy alto” o “Totalmente satisfecho”.

¹⁷Agradecemos a la empresa constructora Alerce S.A por su disposición a trabajar con este prototipo.

1. Adopción y Uso

1. En una escala del 1 al 10, ¿qué nivel de dificultad experimentaste al integrar esta nueva tecnología en tu flujo de trabajo diario? (**1 = Muy fácil, 10 = Muy difícil**).
2. ¿Cuántas veces a la semana utilizaste esta tecnología en tus labores diarias?
3. En una escala del 1 al 10, ¿cuánto tiempo consideras que ahorras al usar esta aplicación en comparación con el método tradicional? (**1 = No ahorro tiempo, 10 = Ahorro significativo**).
4. En una escala del 1 al 10, ¿qué tan compatible fue la aplicación con el hardware o software que utilizas? (**1 = Nada compatible, 10 = Totalmente compatible**).

2. Eficacia y Funcionamiento

- En una escala del 1 al 10, ¿cuán efectiva fue la aplicación al integrarse con tus proyectos? (**1 = Nada efectiva, 10 = Muy efectiva**).
- En una escala del 1 al 10, ¿qué tan efectiva consideras que sería la herramienta si se integrara con entornos digitales como bases de datos o Excel? (**1 = Nada efectiva, 10 = Muy efectiva**).
- En una escala del 1 al 10, ¿qué tan satisfecho estás con la experiencia general de uso? (**1 = Nada satisfecho, 10 = Muy satisfecho**).
- En una escala del 1 al 10, ¿qué tan probable es que recomiendes esta herramienta a otros colegas u organizaciones? (**1 = Nada probable, 10 = Muy probable**).

3. Administración (solo para empresas o administradores)

- En una escala del 1 al 10, ¿cómo calificarías el sistema de administración de la aplicación? (**1 = Muy deficiente, 10 = Excelente**).
- En una escala del 1 al 10, ¿con qué frecuencia se presentaron errores al gestionar usuarios? (**1 = Nunca, 10 = Muy frecuente**).
- En una escala del 1 al 10, ¿con qué frecuencia se presentaron errores al gestionar grupos de trabajo? (**1 = Nunca, 10 = Muy frecuente**).

4. Preguntas Abiertas

- ¿Consideras que este tipo de solución agiliza el proceso de digitación documental? Justifica tu respuesta.
- ¿Crees que esta solución podría convertirse en un estándar en tu industria a largo plazo?.
- ¿Consideras que integrar esta herramienta con formatos como Excel, Word o bases de datos haría más seguro y trazable el proceso?.
- ¿Qué funcionalidades adicionales te gustaría ver implementadas en futuras versiones?.
- ¿Qué aspectos de la interfaz o flujo de trabajo te parecieron más útiles, y cuáles mejorarías?.
- ¿Tu equipo mostró resistencia o aceptación ante el uso de esta tecnología? Explica.
- ¿Crees que el rol de administrador debería tener acceso también a la captura de imágenes y digitalización? Fundamenta tu opinión.¹⁸
- ¿Confías en que los datos procesados por la aplicación están protegidos adecuadamente? ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la privacidad?.

4.3. Resultados y Análisis de la Evaluación del Prototipo

Durante la fase de evaluación, se recopilieron las respuestas de los usuarios que interactuaron con el prototipo, permitiendo un análisis tanto cuantitativo como cualitativo de su experiencia. Los hallazgos principales se resumen a continuación. Además, invitamos a los lectores a revisar la encuesta realizadas de manera anónima en anexos:

¹⁸En esta pregunta enseñamos a los usuarios que este sistema separa los roles de manera que el administrador solo puede ver el contenido y eliminarlo, no agregar fotos o documentos.

4.4. Adopción y Uso.

4.4.1. Evaluación del Nivel de Dificultad en la Integración Tecnológica.

Pregunta Aplicada

En una escala del 1 al 10, ¿qué nivel de dificultad experimentaste al integrar esta nueva tecnología en tu flujo de trabajo diario? (1 = Muy fácil, 10 = Muy difícil.)

En general, la adopción del uso de la aplicación representó un proceso complejo para los trabajadores, debido al contexto particular en que se implementó. Cabe destacar que en el rubro de la construcción el uso de medios de producción digitales no está ampliamente extendido. Para abordar esta situación, se implementó un programa de acercamiento y capacitación dirigido específicamente a los trabajadores que utilizaron la aplicación. Este esfuerzo tuvo como objetivo mejorar el proceso de adaptación, cuyos resultados positivos quedaron reflejados en las encuestas realizadas.

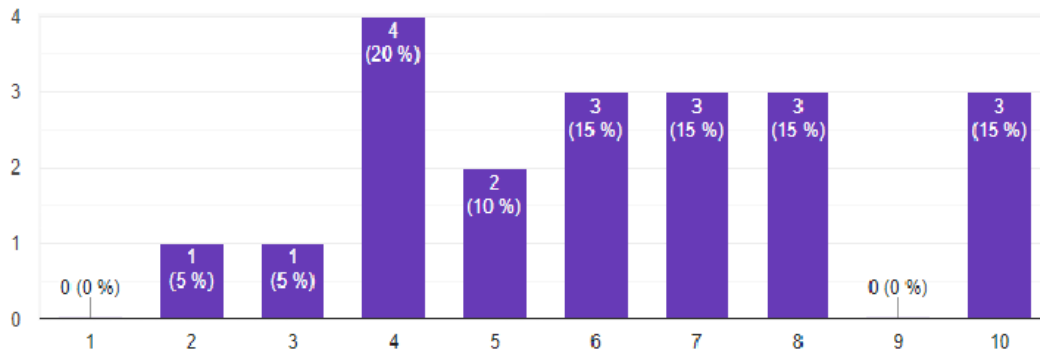


Figura 22: Resultados de la encuesta aplicada a trabajadores. Eje X: Niveles de dificultad (1=Muy fácil, 10=Muy difícil). Eje Y: Número de respuestas (N=20) . Fuente: Elaboración propia.

Como lección aprendida, una estrategia que podría haber mitigado estas dificultades habría sido la implementación de un módulo de capacitación integrado directamente en la aplicación. Esta mejora debería considerarse como parte de un trabajo más exhaustivo en unas futuras iteraciones del proyecto.

4.4.2. Frecuencia Semanal de Uso

Pregunta Aplicada. ¿Cuántas veces a la semana utilizaste esta tecnología en tus labores diarias?

Los resultados obtenidos en respuesta a la pregunta muestran una tendencia positiva en la adopción de la herramienta. Este resultado favorable se vio potenciado por un programa de seguimiento activo que tuvo dos objetivos principales:

- Fomentar el uso constante del prototipo entre los trabajadores.
- Recopilar retroalimentación valiosa para futuras mejoras.

El análisis de los datos recogidos permitió identificar oportunidades de mejora que serán consideradas en próximas iteraciones del desarrollo.

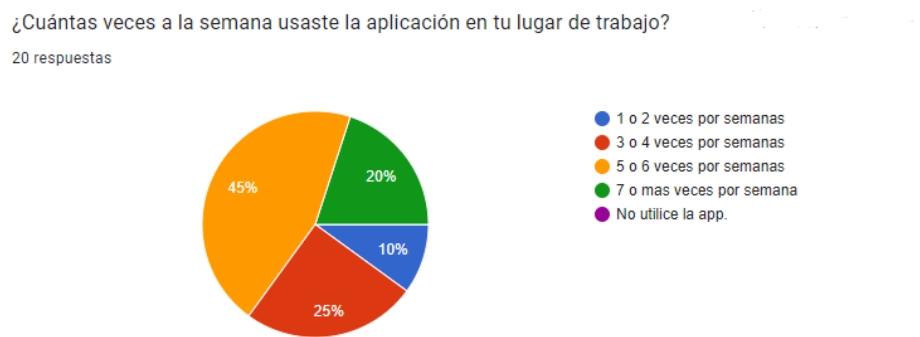


Figura 23: Frecuencia semanal de uso reportada por los trabajadores. Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Evaluación del Ahorro de Tiempo Percibido

Pregunta Aplicada. En una escala del 1 al 10, ¿cuánto tiempo consideras que ahorras al usar esta aplicación en comparación con el método tradicional? (1 = No ahorro tiempo, 10 = Ahorro significativo)

Los trabajadores valoraron positivamente el ahorro de tiempo que brinda la aplicación. Los resultados de la encuesta muestran que:

- La mayoría percibió un ahorro considerable (con puntuaciones altas en la escala del 1 al 10).
- Ningún usuario consideró que la aplicación no generara ahorro de tiempo¹⁹.

¹⁹A pesar de esta valoración positiva, en las preguntas abiertas se recibieron sugerencias para futuras mejoras.

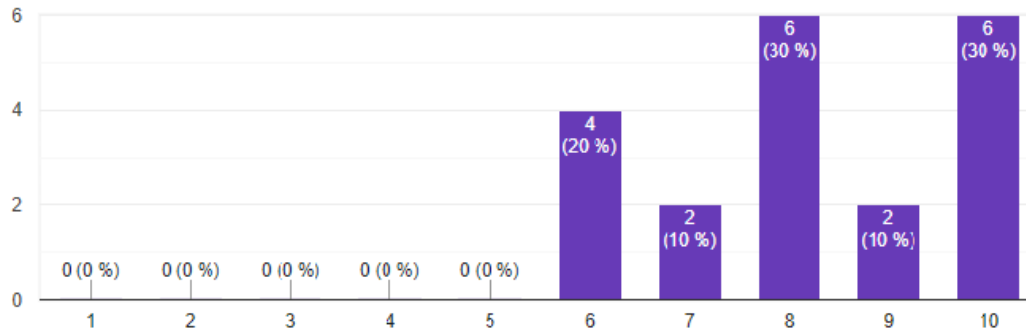


Figura 24: Valoración del ahorro de tiempo. Eje X: Escala Likert (1 = Ningún ahorro, 10 = Ahorro significativo). Eje Y: Número de usuarios (n = 20). Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados confirman que la tecnología OCR implementada optimiza efectivamente los procesos de gestión documental en el ámbito de la construcción.

4.4.4. Evaluación de la Compatibilidad Tecnológica

Pregunta Aplicada.

En una escala del 1 al 10, ¿Qué tan compatible fue la aplicación con el hardware o software que utilizas?

Los resultados sobre la compatibilidad de la aplicación presentaron variaciones significativas. Esta dispersión en las valoraciones responde a diversos factores técnicos:

- Limitaciones en dispositivos móviles con cámaras de baja resolución.
- Dificultad para integrar el texto extraído en los sistemas existentes.
- Necesidad de preprocesamiento para usar los archivos generados en diferentes entornos²⁰.

²⁰No obstante, en ciertos contextos específicos, el formato de texto plano resultó adecuado para las necesidades operativas

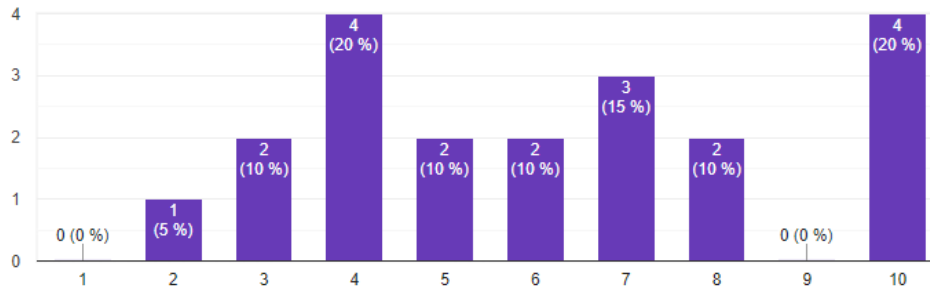


Figura 25: Distribución de compatibilidad percibida. Eje X: Escala Likert (1-10). Eje Y: Porcentaje de usuarios (n = 20). Fuente: Elaboración propia.

El análisis revela que la compatibilidad estuvo condicionada principalmente por:

- La heterogeneidad del parque tecnológico disponible.
- Los requerimientos específicos de cada flujo de trabajo.
- La capacidad de adaptación de los formatos de salida.

4.5. Eficacia y Funcionamiento.

En esta sección se verificará como fue la experiencia del usuario en base a la Eficacia y Funcionamiento.

4.5.1. Evaluación de la Efectividad en Integración con Proyectos

En una escala del 1 al 10, ¿cuán efectiva fue la aplicación al integrarse con tus proyectos? (1 = Nada efectiva, 10 = Muy efectiva).

Los encuestados evaluaron positivamente la capacidad de integración de la aplicación en sus entornos laborales. Los resultados principales muestran que:

- La mayoría de usuarios calificó la efectividad con puntajes altos (7-10).
- Se requirieron ajustes externos al sistema para adaptarlo a contextos específicos.
- La solución demostró potencial para agilizar procesos en ambientes industriales.

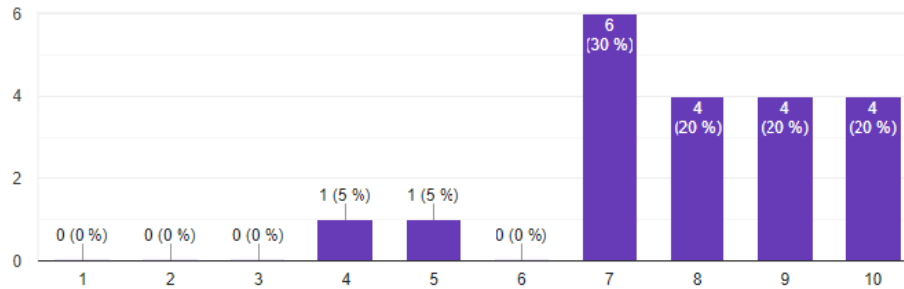


Figura 26: Distribución de efectividad percibida en integración. Eje X: Linkert referente Nivel de efectividad (1-10). Eje Y: Porcentaje de usuarios (N = 20). Fuente: Elaboración propia.

Los datos sugieren que:

- El sistema de reconocimiento optimiza flujos de trabajo físico.
- La adaptabilidad requiere configuraciones adicionales.
- Existe margen para mejorar la integración nativa.

4.5.2. Evaluación de la Potencial Integración con Entornos Digitales

Pregunta Aplicada

En una escala del 1 al 10, ¿qué tan efectiva consideras que sería la herramienta si se integrara con entornos digitales como bases de datos o Excel? (1 = Nada efectiva, 10 = Muy efectiva).

Los resultados demuestran una clara aceptación (55 % de valoraciones ≥ 8) de la solución tecnológica propuesta. Este dato revela:

- Una demanda real de herramientas digitales complementarias para sistemas de gestión.
- La importancia de soluciones que faciliten:
 - Migraciones seguras de datos.
 - Organización de equipos de trabajo.
 - Procesos de digitalización controlados.
- Un 25 % de evaluaciones máximas (10/10) que indican casos de éxito destacados.

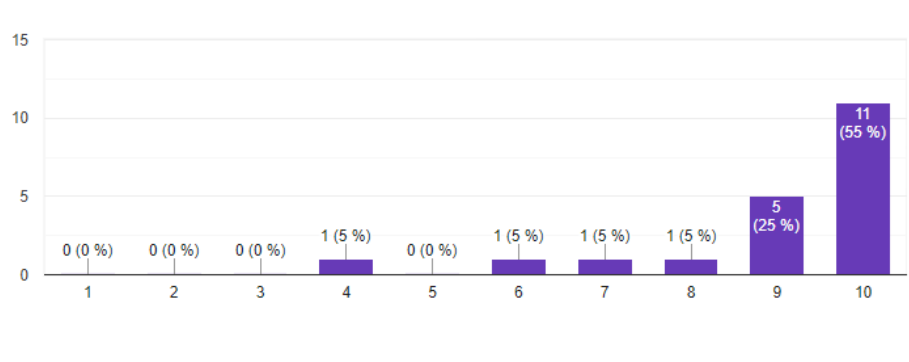


Figura 27: Percepción de efectividad en integración con entornos digitales. Eje X: Escala Likert (1-10). Eje Y: Porcentaje de usuarios (n = 20). Fuente: Elaboración propia.

Los datos sugieren patrones importantes:

- **Polarización positiva:** 80 % de valoraciones ≥ 5 .
- **Casos críticos:** 5 % de evaluaciones mínimas (1/10).
- **Oportunidad:** Mejorar la adopción en usuarios reticentes (20 % con valoraciones ≤ 4).

Esta validación justifica el desarrollo de:

- Herramientas puente para integración progresiva.
- Módulos de capacitación contextualizada.
- Sistemas de retroalimentación continua.

4.5.3. Evaluación de Satisfacción General con el Prototipo

Pregunta aplicada. En una escala del 1 al 10, ¿qué tan satisfecho estás con la experiencia general de uso? (1 = Nada satisfecho, 10 = Muy satisfecho).

Los resultados obtenidos demuestran que el prototipo fue bien recibido por los usuarios, aunque se identificaron áreas clave para optimización. El análisis revela:

- **Aspectos positivos:**
 - La mayoría de usuarios encontró valor funcional en la solución.
 - Los procesos centrales demostraron efectividad operativa.

- La interacción básica resultó intuitiva para los trabajadores.
- **Áreas de mejora:**
 - Diseño de interfaz requiere refinamiento visual.
 - Flujos de trabajo necesitan mayor fluidez.
 - Curva de aprendizaje inicial podría reducirse.

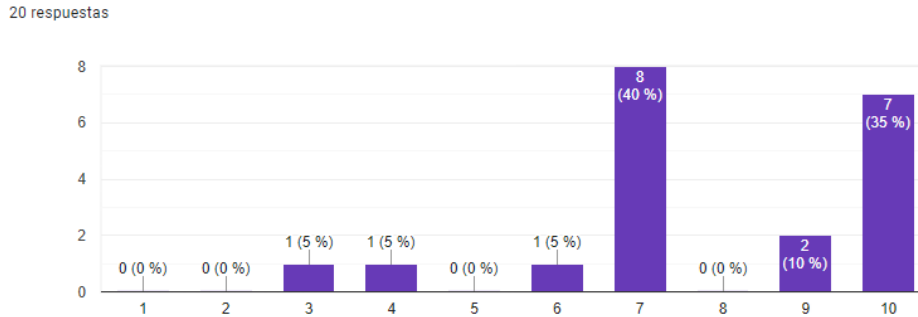


Figura 28: Distribución de satisfacción general (n=20). Eje X: Niveles de satisfacción (1-10). Eje Y: Número de usuarios. Fuente: Elaboración propia.

Los principales hallazgos sugieren que:

- El concepto base resuelve necesidades reales del contexto laboral.
- La implementación actual sirve como buen punto de partida.
- Las mejoras en experiencia de usuario potenciarían la adopción.

Este ejercicio validó tanto la utilidad práctica de la solución como la importancia del diseño centrado en el usuario para versiones futuras.

4.5.4. Intención de Recomendación.

Pregunta aplicada: “En una escala del 1 al 10, ¿qué tan probable es que recomiendes esta herramienta a otros colegas u organizaciones?” (1 = Nada probable, 10 = Muy probable).

La evaluación sobre la probabilidad de recomendación arrojó resultados alentadores para el proyecto. Los usuarios mostraron una clara tendencia a valorar positivamente la herramienta, con la mayoría de calificaciones ubicadas en el rango medio-alto de la escala. Es

particularmente significativo que no se registraran valoraciones en los niveles más bajos, lo que indica una ausencia de rechazo hacia la solución propuesta.

Los datos revelan un núcleo de usuarios especialmente satisfechos que calificaron con puntuaciones máximas la intención de recomendar la herramienta. Esta tendencia positiva resulta coherente con los demás indicadores de satisfacción recogidos durante el estudio, confirmando la validez del enfoque adoptado.

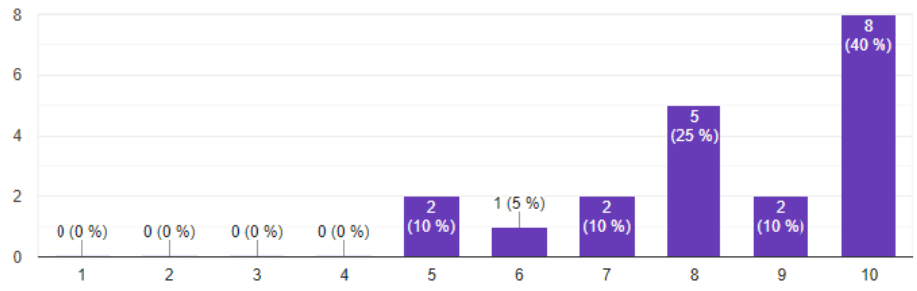


Figura 29: Distribución de valoraciones sobre disposición a recomendar la herramienta (escala 1-10). Fuente: Elaboración propia.

Estos hallazgos sugieren que la solución no solo cumple con las expectativas básicas de los usuarios, sino que tiene potencial para posicionarse como referencia en su categoría. La consistencia entre esta métrica y las demás evaluaciones de experiencia de usuario refuerza la validez del concepto desarrollado. Se evidencia así la importancia de mantener el enfoque centrado en el usuario para futuras iteraciones del producto.

4.6. Administración.

En esta sección, revisamos cómo fue la experiencia de uso de los administradores. Para ello respondieron a las preguntas exclusivas y dieron una opinión general respecto al proyecto, si bien resultan ser pocos, es un número accesible y controlable, sobre todo para recibir retroalimentación.

4.6.1. Evaluación del sistema de administración

Pregunta Aplicada

En una escala del 1 al 10, ¿cómo calificarías el sistema de administración de la aplicación? (1 = Muy deficiente, 10 = Excelente).

Los administradores evaluaron positivamente la herramienta, aunque el proceso de implementación presentó desafíos considerables que requirieron ajustes específicos. La solución desarrollada demostró ser funcional tras superar las dificultades iniciales mediante un enfoque práctico de mejora continua.

El aspecto más destacado fue la creación de cuentas separadas para funciones administrativas y de procesamiento documental. Esta diferenciación de roles permitió a los administradores comprender mejor el flujo completo del sistema, desde la gestión hasta las operaciones cotidianas. Las sesiones de capacitación personalizadas resultaron igualmente cruciales, particularmente para explicar las funcionalidades que no eran visibles desde el perfil estrictamente administrativo.

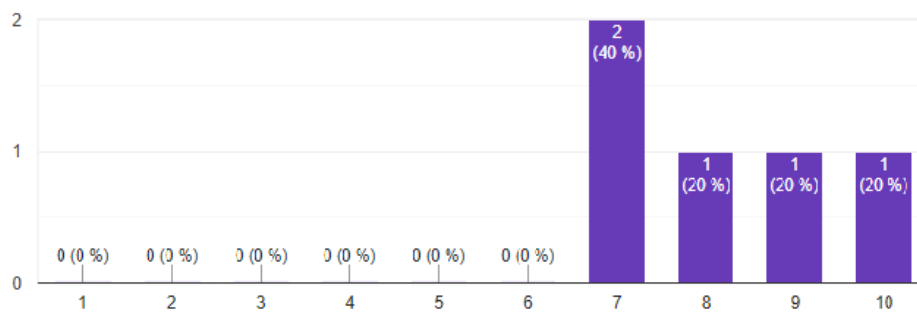


Figura 30: Evaluación del sistema administrativo (n=20). Eje X: Escala Likert (1-10). Eje Y: Número de administradores. Fuente: Elaboración propia.

El seguimiento constante emergió como otro factor clave para el éxito. Este acompañamiento permitió identificar y corregir errores operativos en tiempo real, además de recoger valiosa retroalimentación para optimizar los procesos. Si bien la curva de aprendizaje inicial representó un reto, las adaptaciones realizadas demostraron que la solución tecnológica puede integrarse efectivamente en entornos administrativos complejos cuando se complementa con las estrategias adecuadas de implementación y soporte.

4.6.2. Frecuencia de Errores en Gestión de Usuarios

Pregunta Aplicada.

En una escala del 1 al 10, ¿con qué frecuencia se presentaron errores al gestionar usuarios? (1 = Nunca, 10 = Muy frecuente).

La evaluación de la frecuencia de errores durante la gestión de usuarios mostró que las experiencias reportadas por los administradores tuvieron una distribución significativamente

variable, lo que indica que diversos factores influyeron en la aparición de estos problemas. Los más significativos fueron:

- **Hardware obsoleto:** Es decir, dispositivos móviles los cuales tienen cierto nivel de antigüedad, dificultando el uso de tecnologías mas nuevas de las cuales el programa dio uso.
- **Falta de capacitación :** Darle seguimiento a estos errores dio como resultado el entendimiento de que los administradores no tienen muchos conocimiento de uso de tecnologías digitales, para ello, una solución fue realizar capacitación con el fin de mejorar la experiencia de uso.

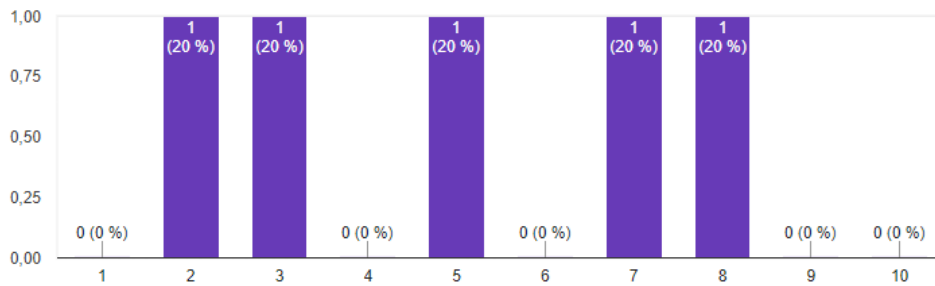


Figura 31: Distribución de frecuencias de errores reportados en gestión de usuarios. Eje X: la escala del 1 (nunca) al 10 (muy frecuente) Y Eje y = Número de administraciones N=5. Fuente: Elaboración propia.

La realización de una capacitación a los usuarios mejoró la efectividad del uso del sistema, ya que mostraron una reincidencia relativamente baja respecto a errores anteriores, igualmente errores ocurrieron pero estos fueron debido a operaciones más avanzadas que se solucionaron nuevamente mediante una nueva capacitación, igualmente el enfoque de mantener una comunicación constante con los usuarios ayuda a disminuir este tipo de falencias.

4.6.3.

Pregunta Aplicada

En una escala del 1 al 10, ¿con qué frecuencia se presentaron errores al gestionar grupos de trabajo? (1 = Nunca, 10 = Muy frecuente).

Los resultados sobre la frecuencia de errores en la gestión de grupos de trabajo presentaron una distribución similar a los problemas identificados previamente, en otras funcionalidades del sistema mostró un patrón mixto en las respuestas:

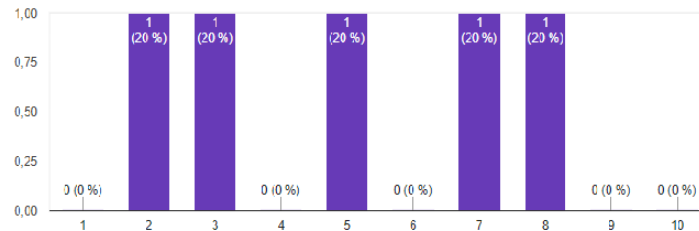


Figura 32: Distribución de frecuencias de errores en gestión de grupos de trabajo, eje X = Escala likter referentes a frecuencia del hecho, eje Y = número de administradores ,n=5. Fuente: Elaboración propia.

El análisis revela que tres participantes reportaron una baja frecuencia de errores (puntuaciones menores a 5), mientras que dos usuarios indicaron un mayor acontecimientos de problemas (puntuaciones superiores a 5). Esto refuerza aun mas la tesis de que la mayoría de problemas reinciden en problemas relacionados con la compatibilidad de dispositivos y la curva de aprendizaje como factores determinantes en diferentes actividades de la aplicación. Esto también refuerza la necesidad de mejorar el sistema de manera que sea mas intuitivo e inclusivo con usuarios que debido a varios factores, tengan problemas para realizar las tareas.

4.7. Preguntas abiertas.

En esta sección se analizan las preguntas abiertas, con la intención de generar un consenso general, el cual será retomado en las conclusiones 4.8.

A continuación, se presentarán las preguntas una a una y luego se mostrarán textos relevantes

4.7.1. Percepción de los usuarios referentes al proyecto

¿Consideras que este tipo de solución agiliza el proceso de digitación documental? Justifica tu respuesta.

Agilización del Proceso de Digitalización Documental.

Las respuestas obtenidas revelan percepciones mayoritariamente positivas respecto a la capacidad de la solución para agilizar procesos documentales, aunque con matices importantes:

Tabla 28: Distribución de menciones clave

Tema	Frecuencia
Necesidad de capacitación.	5
Ventaja en movilidad.	4
Requerimiento de integración.	3
Problemas técnicos.	3

- **Eficiencia reconocida:** El 85 % de los usuarios (17 de 20) afirmó que la solución agiliza significativamente los procesos, destacando:
 - Reducción del tiempo en traspaso y edición de datos.
 - Ventaja para trabajadores con menor habilidad mecanográfica.
 - Utilidad para recuperar formatos documentales perdidos.
 - Facilidad de documentación rápida en contextos multitarea.
- **Áreas de mejora identificadas:** El 15 % restante (3 de 20) señaló limitaciones:
 - Necesidad de correcciones frecuentes en los textos reconocidos.
 - Calidad variable en el procesamiento de imágenes.
 - Requerimiento de ajustes manuales finales.

Los testimonios destacan patrones significativos:

“Ayuda bastante y más con lo de editar documentos [...] es más rápido para ellos manejarse en el celular que con el computador”

“Igual hay que meter mano a los documentos para corregirlos”

Este análisis cualitativo sugiere que:

- La solución cumple efectivamente su función central de agilización.
- Los beneficios son particularmente valiosos para usuarios con limitaciones técnicas.
- La precisión en el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) requiere mejoras.
- La interfaz móvil demuestra superior usabilidad frente a alternativas tradicionales.

La evidencia respalda la hipótesis inicial sobre la optimización de procesos, aunque señala la necesidad de perfeccionar:

- Algoritmos de procesamiento de imágenes.
- Herramientas de corrección integradas.
- Mecanismos de aprendizaje automático contextual.

4.7.2. Percepción sobre Adopción a Largo Plazo en la Industria

¿Crees que esta solución podría convertirse en un estándar en tu industria a largo plazo?

El análisis de las respuestas revela tres dimensiones críticas para la adopción efectiva de la solución:

Tabla 29: Distribución de menciones clave

Tema	Frecuencia
Necesidad de capacitación	5
Ventaja en movilidad	4
Requerimiento de integración	3
Problemas técnicos	3

1. Factores Facilitadores

- *Portabilidad*: Valorada especialmente en contextos de obra:
 ...estar en faena revisando la ejecución...
- *Integración*: Necesidad de compatibilidad con flujos existentes:
 “...exportarlo como planilla o archivo...”
- *Eficiencia*: Rapidez en gestión documental:
 ...agiliza mucho la organización de los documentos...

2. Barreras Identificadas

- *Brecha Digital*: Dificultades de usuarios:
...los que no sabemos bien como usar un celular...
- *Requisitos Técnicos*: Limitaciones de hardware:
...si se adecua a los celulares de todas las personas...
- *Calidad de Entrada*: Problemas con condiciones de captura:
...iluminación no era perfecta...

3. Recomendaciones Emergentes

- Programas de capacitación escalonados.
- Mecanismos de asistencia técnica in situ.
- Optimización de algoritmos para condiciones reales.

Los testimonios destacan paradojas relevantes:

“Ojala la verdad, así nos ayudarían [...] poder aportar a ayudar a los compañeros de trabajo” vs. “los colegas se deben acostumbrar al uso de esta tecnología”

Este contraste sugiere que:

- Existe disposición al cambio pero con necesidades de apoyo.
- La solución responde a necesidades reales de movilidad.
- La adopción requiere estrategias diferenciadas por perfil de usuario.

4.7.3. Evaluación de Integración con Herramientas Externas

Pregunta aplicada

¿Consideras que integrar esta herramienta con formatos como Excel, Word o bases de datos haría más seguro y trazable el proceso?

Las 20 respuestas recibidas sobre la integración con Excel, Word o bases de datos revelan los siguientes patrones:

Tabla 30: Distribución de respuestas (n=20)

Tipo de respuesta	Cantidad
Respuestas afirmativas.	17
Respuestas negativas.	0
Sin opinión formada.	3

Principales Beneficios Identificados Los usuarios destacaron tres ventajas principales:

1. Mejora en la trazabilidad (8 menciones):

“Ayudaría a tener un mejor registro sobre quién editó qué cosa”

2. Mayor eficiencia en procesos (6 menciones):

“Es lo que siempre termina usando y si podemos ayudar a hacerlo más rápido siempre es bienvenido”.

3. Mejor visualización de datos (4 menciones):

“Con Excel tendría un mejor registro y visualización de los documentos”

Preferencias de Integración

- **Excel:** 12 usuarios lo mencionaron específicamente.
- **Word:** 3 referencias directas.
- **Bases de datos:** 2 menciones.
- **Sistemas de cifrado:** 4 usuarios destacaron esta necesidad.

Preocupaciones y Observaciones

- 3 usuarios mencionaron problemas potenciales con formatos.
- 2 respuestas señalaron la necesidad de capacitación adicional.
- 1 usuario destacó posibles fallas en la visualización:

“A veces el formato se mostraba de una forma rara, como si se hubiese corrido la tinta”²¹

Recomendaciones Basado en esta retroalimentación, se sugiere:

1. Priorizar la integración con Excel dada su alta demanda.
2. Implementar sistemas de control de cambios para mayor trazabilidad.
3. Desarrollar plantillas preconfiguradas para evitar problemas de formato.
4. Considerar módulos de cifrado para documentos sensibles.

Este análisis confirma que la integración con herramientas estándar sería un valor agregado significativo para el 85 % de los usuarios, especialmente para funciones de registro y generación de informes.

4.7.4. Requerimientos de Funcionalidades para Versiones Futuras

Pregunta aplicada:

¿Qué funcionalidades adicionales te gustaría ver implementadas en futuras versiones?

Tabla 31: Distribución de solicitudes de funcionalidades

Categoría	Frecuencia
Integración con otras herramientas	7
Sistemas de comunicación interna	5
Mejoras en usabilidad/educación	4
Funcionalidades de compartición	3
Satisfacción con versión actual	1

1.Integración Avanzada

- **Excel/Formularios personalizados** (5 menciones):

“Me gustaría que sea más parecido a un Excel o con un formulario con las cosas que necesito”

- **Exportación múltiple** (2 menciones):

“Poder enviarlas a imprimir el documento y también migrarlo a nuestros programas”

²¹A lo que se refiere el usuario es que los píxeles del texto aparecían asolapados.

2. Comunicación Interna

- **Chat grupal** (3 menciones específicas):

“Estaría bueno implementar un chat para hablar con mis colegas”.

- **Notificaciones** (2 menciones implícitas)

3. Capacitación

- **Guias usando la interfaz** (4 Menciones):

“Que desde la aplicación te enseñen el funcionamiento de cada cosa”

4. Flujos de trabajo

- **Procesamiento por grandes cantidades de fotos:**

“Ojalá se puedan agregar más imágenes al mismo tiempo”

Hallazgos Clave

1. El 35 % de solicitudes se enfocan en integración con Excel/Goliath.
2. 25 % priorizan sistemas de comunicación colaborativa.
3. Existe una brecha formativa que afecta la adopción plena.
4. La satisfacción actual no elimina la demanda de mejoras.

Recomendaciones de Desarrollo

- Implementar módulo de formularios configurables.
- Desarrollar API para integración con Goliath.
- Crear sistema de chat con:
 - Historial de conversaciones.
 - Adjuntar documentos.
 - Mención de usuarios.
- Diseñar tutoriales interactivos contextuales.

4.7.5. Evaluación de Interfaz y Flujo de Trabajo

Pregunta aplicada:

¿Qué aspectos de la interfaz o flujo de trabajo te parecieron más útiles, y cuáles mejorarías?

Los usuarios destacaron los siguientes aspectos clave sobre la interfaz y flujo de trabajo:

Aspecto	Menciones
Edición de texto OCR	15
Simplicidad de la interfaz	7
Gestión de grupos	4
Personalización visual	3

Funcionalidades más valoradas:

1. Corrección de documentos (75 % de usuarios):

“El sistema de editar el texto, por último puedo corregir las fotos”

2. Minimalismo:

“Era simple y va al punto, no tanto dibujos o cosas con el estilo”

3. Organización:

“Poder ver los grupos [...] me sirvió como agenda de documentos”

Sugerencias de mejora:

■ **Inducción a la Aplicación:** (4 usuarios):

“Mejoraría el aprender a usar la aplicación desde el propio programa”

■ **Personalización** (3 usuarios):

“La interfaz podría ser mejor con más opciones de color”

■ **Edición OCR** (2 usuarios):

“La edición del texto extraído a veces es engorroso”

Hallazgos principales:

- El núcleo OCR cumple con su función principal
- La simplicidad es un valor diferencial
- Se requieren mejoras en:
 - Guías integradas.
 - Opciones de personalización.
 - Flujo de corrección.

4.7.6. Análisis de Adopción y Resistencia Tecnológica

Pregunta aplicada:

¿Tu equipo mostró resistencia o aceptación ante el uso de esta tecnología? Los resultados muestran una evolución clara en la aceptación del sistema OCR:

Patrón de adopción	Respuestas
Resistencia inicial	9
Aceptación inmediata	5
Mixto (resistencia/aceptación)	6

Factores clave de resistencia:

- **Barrera tecnológica** (7 menciones):

“Por el poco uso de tecnología”

- **Costo de aprendizaje** (5 menciones):

“Nos costó adecuarnos [...] es más simple mandar una foto”

Factores de éxito en adopción:

- **Soporte técnico** (6 menciones):

“El creador del programa nos ayudó los primeros días”

- **Utilidad demostrada** (5 menciones):

“Ayudó a agilizar el proceso de documentar boletas”

- **Simplicidad** (4 menciones):

“Es fácil de entender la aplicación”

Evolución temporal:

- 11 usuarios reportaron transición de resistencia a aceptación.
- 3 mantuvieron resistencia constante.
- 6 mostraron aceptación desde el inicio.

Recomendaciones:

1. Implementar tutoriales interactivos iniciales
2. Diseñar programas de mentoría entre pares.
3. Mantener soporte técnico durante fase crítica.
4. Documentar casos de éxito internos

4.7.7. Evaluación de Privilegios para el Rol Administrativo

Pregunta aplicada:

¿Crees que el rol de administrador debería tener acceso también a la captura de imágenes y digitalización? Fundamenta tu opinión.

Esta pregunta respondida por 16²² de los 20 usuarios nos muestra una reacción mixta la cual se dividen en dos dimensiones:

- A favor = 9
- En contra = 7

Entre los usuarios que estuvieron a favor uno, de los argumentos más presentes fue la necesidad de apoyar operativamente la aplicación, esto con el fin de que el administrador pueda corregir los errores dados por el sistema de reconocimiento óptico de caracteres.:

“...Para que nos ayude a corregir...”

También, dependiendo del contexto, se pidió que el sistema tenga en consideración que, a veces, en grupos donde hay pocos miembros que forman parte de una necesidad de organización, el administrador pueda aportar dando su apoyo mediante el uso de las herramientas de usuario desde su cuenta de administrador²³.

Argumentos en contra

Entre los argumentos en contra se encuentra el fundamento de que hay que dejar claro los roles dentro de un sistema organizacional. Con ello la responsabilidad debe ser cedida por el administrador hacia sus usuarios.

- **Separación de roles.** (4 menciones)

²²Los 4 restantes debido a problemas externos no pudieron responder a esta pregunta.

²³Una solución posible ha sido crear una cuenta con otro correo; por lo general, en grupos pequeños no suelen tener un correo institucional (Comunicación Personal)

“Es nuestra área de trabajo, no es necesario”

A su vez, también, uno de los fundamentos que se recibió fue el riesgo de sufrir errores. Este tipo de argumentos puede ser vital si nos referimos a una organización mediana o grande, esto debido a la cantidad de datos que se procesarán, si bien en este caso que fue un grupo relativamente pequeño

- **Riesgo de errores** (3 menciones):

“Puede empeorar la situación respecto a nuestros documentos” (Usuario 12)

Conclusiones. Responder a estas sugerencias fue un proceso de gran valor, debido a que esto depende de factores externos en los cual la aplicación debería tener en consideración en futuras iteraciones:

- Administrador con doble rol: es decir puede cambiar entre distintos roles, uno donde solo se encarga de la administración de personal/grupal y otro en donde pueda ingresar como un usuario y tener acceso a todos los grupos.

4.7.8. Evaluación de Seguridad y Privacidad de Datos

Pregunta aplicada:

¿Confías en que los datos procesados por la aplicación están protegidos adecuadamente?
 ¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la privacidad?

Dentro de este punto. se llegaron a conclusiones variadas, aunque la mayoría si presenta una confianza, pero que varia entre si es una confianza plena y una limitada

Tabla 32: tabla referente a la Percepción de seguridad, Fuente:Elaboración propia

Percepción de seguridad	Respuestas
Confianza limitada	12
Confianza plena	4
Delegado al administrador	4

Dentro de las principales preocupaciones se encuentra la entrada a terceros a documentos sensibles, una forma de mitigación posible es la creación de claves de acceso por cada grupo, aunque esto puede dificultar la usabilidad de un producto final, sin embargo, se podría agregar un sistema de seguridad en base a niveles, es decir, que la aplicación tenga diferentes niveles de seguridad para las necesidades de una organización.

- **Acceso no autorizado** (5 Menciones):

“...Siempre habrá algo que puedan sacar de aquí...”

Paralelamente, también se recibieron sugerencias relacionadas con la gestión de credenciales. Específicamente, se propuso permitir que los usuarios elijan su propia contraseña al momento de ser ingresados en el sistema. Si bien esto puede resultar beneficioso por motivos de comodidad, no es lo más recomendable si se busca mantener un nivel óptimo de seguridad. Es preferible que el administrador tenga el control sobre las contraseñas asignadas, ya que, en caso de una vulneración de seguridad, esto permitiría una gestión más centralizada y controlada del acceso.

Otro punto importante sugerido fue la implementación de un sistema de autenticación avanzada para distintos tipos de documentos. Varios trabajadores propusieron la incorporación de contraseñas dinámicas o sistemas similares a BePass, utilizados por aplicaciones como BancoEstado. Esta idea apunta a establecer niveles de seguridad adaptativos, según la sensibilidad o complejidad del archivo que se desea proteger.

- **Autenticación avanzada** (6 Menciones):

“...Clave dinámica como Banco Estado...”

Un punto que podría considerarse menos favorable es la creación de múltiples cuentas de administrador. Si bien esto puede ser necesario en contextos donde exista una gran cantidad de usuarios que gestionar, también podría representar un riesgo en términos de seguridad, ya que aumenta la posibilidad de acceso no controlado a documentos sensibles. No obstante, se está evaluando la posibilidad de incorporar la figura de un subadministrador, encargado de supervisar y apoyar en la gestión sin comprometer la integridad de la información.

Hallazgos claves.

En general, el personal presentaba algunas dudas sobre la protección actual de la aplicación. Sin embargo, se recuerda que al ser un prototipo, esto obviamente es razonable para ese tipo de dudas, igual depender de sistemas en la nube para realizar la base de datos ayudó a alivianar la carga de tener medidas de seguridad más estrictas. de todas formas luego de terminado este proyecto se eliminaron los datos referentes al sistema con información sensible. Como también, durante el transcurso de prueba, se sugirió a los trabajadores no tener documentos tan sensibles.

- 60 % expresa dudas sobre la protección actual
- 30 % delega completamente la seguridad al administrador
- Soluciones más solicitadas:

- Autenticación en dos factores. (50 %)
- Sistemas de recuperación autónomos. (25 %)
- Encriptación documental. (25 %)

“Como es un prototipo, pero igual hay varias formas de mantener esa información segura.”.

Recomendaciones Técnicas:

1. Implementar MFA (Autenticación Multifactor)
2. Diseñar sistema de recuperación de credenciales.
3. Establecer jerarquías de acceso documental.
4. Registrar bitácora de accesos sensibles.

4.8. Conclusiones generales

Una vez realizada la encuesta, se identificaron diversos factores a mejorar en un sistema organizacional, principalmente, enfocados en la seguridad y en la accesibilidad para aprender a utilizar la herramienta. En general, esto sugiere que la aplicación es perfectamente viable, siempre que cuente con un equipo de trabajo que respalde su implementación. A su vez, los usuarios consideraron que este tipo de proyectos representa una buena iniciativa, ya que agiliza considerablemente el proceso de documentación o redocumentación²⁴.

Esto convierte al prototipo en una propuesta exitosa y promueve su desarrollo profesional en un entorno más seguro.

²⁴Tarea que ocurre cuando, con el fin de liberar espacio en un contexto distinto, se termina perdiendo la planilla original

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES DE PROYECTO DE TITULO

El desarrollo de esta aplicación móvil de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) ha cumplido satisfactoriamente con el objetivo general planteado 1.4: implementar un sistema que simplifique y acelere la digitalización de documentos analógicos para su integración en entornos digitales. A continuación, se detalla cómo se alcanzaron los objetivos específicos del proyecto:

5.1. Cumplimiento de objetivos.

5.1.1. Investigación y selección de herramientas.

Se realizó un análisis exhaustivo de tecnologías disponibles para dispositivos móviles, seleccionando ML Kit para el reconocimiento de texto, Firebase para el almacenamiento en la nube, y Kotlin como lenguaje de programación principal, todo en el entorno de desarrollo en Android Studio. Esta combinación además de desarrollar una solución móvil eficiente y escalable, también permite que esta desarrollo sea accesible para cualquier desarrollador que desee implementar estas herramientas en una fase preliminar.

5.1.2. Análisis y diseño del producto mínimo viable.

Se aplicó el patrón de diseño Modelo-Vista-Presentador (MVP) para garantizar una arquitectura modular y mantenible. El diseño se incluyó en todos los casos de uso necesarios para la funcionalidad básica del sistema, desde la captura de documentos hasta la gestión de usuarios y grupos de trabajos.

5.1.3. Implementación de tecnologías.

Se integraron exitosamente las tecnologías seleccionadas, logrando la realización del sistema, todas ellas cumpliendo con:

- Un sistema OCR funcional mediante ML Kit.
- Almacenamiento seguro en Firebase Realtime Database.

- Una interfaz intuitiva desarrollada en Kotlin para Android ²⁵.

5.1.4. Realización de un producto mínimo viable.

El prototipo validó la hipótesis inicial, demostrando que es posible digitalizar documentos físicos con dispositivos móviles de bajo costo, demostrando una posible reducción de tiempo en el procesamiento de documentos en comparación con métodos manuales.

También invitamos a los lectores revisar el proyecto hecho en GitHub [5.4](#)

5.2. Observaciones post desarrollo

5.2.1. Tecnología Accesible

El empleo de herramientas como ML Kit, Firebase y Kotlin permite, en primera instancia, implementar soluciones de digitalización documental con un bajo costo de desarrollo. Si bien existen alternativas comerciales más robustas, como los servicios de Google Cloud Platform o Amazon Web Services —que ofrecerían un mayor abanico de funcionalidades para proyectos de mayor envergadura—, estas requieren una inversión económica significativa. Cabe destacar que la solución propuesta demuestra que es posible desarrollar sistemas eficaces sin incurrir en altos costos operativos, lo que la hace accesible para grupos de trabajo con recursos limitados o organizaciones que priorizan soluciones escalables y económicamente viables.

Este enfoque no solo valida la factibilidad técnica de utilizar tecnologías de bajo costo, sino que también evidencia su aplicabilidad en contextos reales, donde la restricción presupuestaria no debe ser un impedimento para la modernización de procesos documentales.

5.2.2. Eficiencia Documental

Los resultados del estudio de validación con usuarios -realizado mediante una muestra controlada que permitió un seguimiento detallado- sugieren que la implementación del sistema podría estar asociada a una reducción considerable en los tiempos de procesamiento documental cuando se compara con métodos manuales tradicionales. Los datos recopilados indican que esta optimización de tiempos parece impactar positivamente tanto en los flujos administrativos como en aspectos operativos industriales.

²⁵En la validación de solución se presentan que en un principio hubieron errores, sin embargo con una mejora en el sistema UI estos fueron solucionados temporalmente.

En contextos de proyectos con plazos ajustados -común en el sector construcción y áreas relacionadas-, el tiempo aparentemente ahorrado mediante esta solución muestra potencial para ser reorientado hacia actividades productivas clave, lo que permitiría:

- Una posible mitigación de retrasos en cronogramas
- Una optimización tentativa en la asignación de recursos humanos
- Mejoras preliminares en el cumplimiento de hitos contractuales

Cabe destacar que estos hallazgos, aunque alentadores, corresponden a condiciones controladas de validación y podrían variar en implementaciones a mayor escala. La tendencia observada en los datos sugiere que la herramienta podría ofrecer ventajas temporales, particularmente en contextos donde la gestión documental representa un cuello de botella operativo.

5.2.3. Adaptabilidad.

Los resultados del estudio sugieren que la solución presenta una efectividad relevante en entornos industriales con bajos niveles de digitalización, evidenciando potencial para optimizar procesos documentales complejos. Los datos obtenidos indican que la implementación de tecnologías digitales podría transformar significativamente procedimientos burocráticos tradicionales, caracterizados por su lentitud y propensión a errores. Esta intervención parece haber contribuido, además, a sensibilizar a los profesionales sobre el valor estratégico de la automatización en gestión documental. El sistema mostró indicios de optimización en tiempos de procesamiento, junto con mejoras en trazabilidad y precisión de registros, aspectos críticos en entornos industriales con requerimientos estrictos. Su adaptabilidad a diversos grados de complejidad operativa apunta a un posible rol como herramienta puente para modernizar procesos en sectores con poco manejo tecnológico, facilitando así una transición progresiva hacia estándares de Industria 4.0 en gestión documental.

5.3. Recomendaciones para trabajo Futuro

El presente proyecto establece las bases para que otros desarrolladores puedan implementar mejoras y ampliaciones al sistema actual. A continuación, se detallan las principales áreas de oportunidad identificadas para optimizar tanto aspectos técnicos como la experiencia de usuario.

5.3.1. Mejoras técnicas.

La implementación de autenticación multifactor representa un avance necesario en materia de seguridad, requiriendo especial atención en su diseño para mantener la accesibilidad para usuarios con distintos niveles de competencia digital. El desarrollo de APIs de conexión con sistemas de gestión documental existentes debe abordar cuatro aspectos críticos: definición precisa de flujos de datos, estandarización de formatos, implementación de protocolos de seguridad robustos y establecimiento de mecanismos de monitoreo continuo.

En el ámbito del procesamiento de imágenes, se recomienda la optimización de los algoritmos actuales mediante técnicas avanzadas de preprocesamiento. Paralelamente, resulta fundamental desarrollar modelos de inteligencia artificial capaces de analizar y mejorar continuamente tanto las fases de preprocesamiento como de postprocesamiento, estableciendo así un ciclo virtuoso de mejora constante.

5.3.2. Experiencia de Usuario.

El diseño e implementación de sistemas de capacitación integrados emerge como requisito fundamental para garantizar la adopción efectiva de la solución. Esto debe complementarse con:

- Un rediseño de la interfaz gráfica que eleve los estándares de calidad visual.
- Mecanismos de asistencia en tiempo real para soporte inmediato.
- planilla preconfiguradas adaptadas a necesidades industriales específicas.

Estas mejoras buscan reducir la curva de aprendizaje mientras se mantienen los altos estándares de funcionalidad que caracterizan al sistema actual. La implementación gradual de estas recomendaciones permitirá transformar la solución en una herramienta aún más robusta y accesible para diversos contextos organizacionales.

5.3.3. Modelo de negocio

El desarrollo de un modelo de negocio viable resulta fundamental para garantizar la sostenibilidad y escalabilidad del proyecto. Se proponen tres estrategias clave para su implementación comercial:

- La creación de una plataforma multi-tenant permitiría ofrecer el servicio a múltiples pequeñas y medianas empresas de manera simultánea, facilitando la estandarización

documental mediante un sistema interoperable entre dispositivos móviles y plataformas computacionales. Este enfoque reduciría significativamente los costos de implementación para organizaciones con recursos limitados.

- Los resultados de validación indican que la segmentación por niveles de seguridad - basada en la sensibilidad documental- representa una oportunidad para estructurar un modelo freemium. Las organizaciones podrían acceder a funcionalidades básicas gratuitamente, mientras que las capacidades avanzadas de protección de datos (como cifrado de extremo a extremo o autenticación biométrica) estarían disponibles en planes premium.
- La adaptación del sistema para cumplir con normativas específicas (particularmente en el sector salud) abordaría dos necesidades críticas: la gestión segura de información sensible y la interoperabilidad con sistemas existentes. Esta especialización permitiría posicionar la solución en mercados con altos requerimientos de cumplimiento, generando valor agregado.

5.4. Reflexión Final

El prototipo desarrollado valida que soluciones tecnológicas accesibles pueden democratizar la digitalización documental, especialmente en industrias tradicionales. Los resultados destacan la importancia de diseñar herramientas que equilibren potencia técnica con simplicidad operativa, asegurando adopción efectiva. Este trabajo abre líneas de investigación en optimización de OCR para entornos móviles restrictivos y modelos de gestión documental colaborativa.

ANEXOS

[Github Proyecto](#)

[Encuesta respondida](#)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Al-Jarrah *et al.*, 2015] Al-Jarrah, O. Y., Yoo, P., Muhaidat, S., Karagiannidis, G., y Taha, K. (2015). Efficient machine learning for big data: A review. *Big Data Res.*, 2:87–93.
- [Albert y Tullis, 2013] Albert, B. y Tullis, T. (2013). *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*. Interactive Technologies. Morgan Kaufmann.
- [Ao *et al.*, 2025] Ao, S., Hurwitz, M., y Palade, V. (2025). Cognitive computing and business intelligence applications in accounting, finance and management. *Big Data and Cognitive Computing*.
- [Ardito *et al.*, 2020] Ardito, L., Coppola, R., Malnati, G., y Torchiano, M. (2020). Effectiveness of kotlin vs. java in android app development tasks. *Inf. Softw. Technol.*, 127:106374.
- [Bamotra y Uppala, 2023] Bamotra, A. y Uppala, P. (2023). Transdocs: Optical character recognition with word to word translation. *ArXiv*, abs/2304.07637.
- [Barushka y Hájek, 2019] Barushka, A. y Hájek, P. (2019). Spam detection on social networks using cost-sensitive feature selection and ensemble-based regularized deep neural networks. *Neural Computing and Applications*, 32:4239 – 4257.
- [Bhattacharjee, 2001] Bhattacharjee, A. (2001). Understanding information systems continuance: An expectation-confirmation model. *MIS Quarterly*, 25(3):351–370.
- [Björkdahl, 2020] Björkdahl, J. (2020). Strategies for digitalization in manufacturing firms. *California Management Review*, 62:17 – 36.
- [Boekhoudt, 2003] Boekhoudt, C. (2003). The big bang theory of ides. *Queue*, 1:74 – 82.
- [Brooke, 1995] Brooke, J. (1995). Sus: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*, 189.
- [Calero *et al.*, 2000] Calero, C., Piattini, M., Polo, M., y Ruiz, F. (2000). Métricas para la evaluación de la complejidad de bases de datos relacionales. *Computación y Sistemas*.
- [Casson, 2017] Casson, L. (2017). *Libraries in the Ancient World*. Yale University Press.
- [Davis, 1987] Davis, F. (1987). User acceptance of information systems : the technology acceptance model (tam).
- [Del Do *et al.*, 2023] Del Do, A. M., Villagra, A., y Pandolfi, D. R. (2023). Desafíos de la transformación digital en las pymes. *Informes Científicos - Técnicos UNPA*, 15(1):200–229.
- [djm9826, 2024] djm9826 (2024). Redes neuronales convolucionales (convolutional neural networks). Medium. Consultado el 17-07-2025.

- [El-Abbadi *et al.*, 2008] El-Abbadi, M., Fathallah, O. M., y Serageldin, I. (2008). What happened to the ancient library of alexandria. *Brill*.
- [Entel, 2023] Entel (2023). Estudio de digitalización de las empresas en chile. *Enten Digital*.
- [Fielbaum y Tirachini, 2020] Fielbaum, A. y Tirachini, A. (2020). The sharing economy and the job market: the case of ride-hailing drivers in chile. *Transportation*, pp. 1-27.
- [Google, 2024] Google (2024). Introducción a android studio.
- [Google, 2024] Google (2024). *ML Kit for Firebase: Text Recognition*. Documentación oficial.
- [Google LLC, 2024] Google LLC (2024). *Firebase Realtime Database Documentation*.
- [Grzybowski *et al.*, 2024] Grzybowski, A., Pawlikowska-Łagód, K., y Lambert, W. (2024). A history of artificial intelligence. *Clinics in dermatology*.
- [Gupta, 2024] Gupta, N. K. (2024). Revolution of kotlin in mobile development. *International Journal of Research Publication and Reviews*.
- [Gupta *et al.*, 2018] Gupta, P., Saxena, N., Sharma, M., y Tripathi, J. (2018). Deep neural network for human face recognition. *International Journal of Engineering and Manufacturing*, 8:63-71.
- [Jackson *et al.*, 2003] Jackson, S. R., Hafner, G., O'Brien, D. J., y Benjamin, G. (2003). Approaches to implementing the olmstead ADA (Americans with Disabilities Act) ruling. *The Journal of Law, Medicine & Ethics*, 31:47-48.
- [Jatana *et al.*, 2012] Jatana, N., Puri, S., Ahuja, M., Kathuria, I., y Gosain, D. (2012). A survey and comparison of relational and non-relational database. *International journal of engineering research and technology*, 1.
- [JetBrains, 2024a] JetBrains (2024a). Enfoque de prioridad de kotlin en android. Accessed: 2024-08-23.
- [JetBrains, 2024b] JetBrains (2024b). Kotlin programming language. Accessed: 2024-08-23.
- [Kilbridge *et al.*, 2023] Kilbridge, K., Martin-Doyle, W., Filson, C., Williams, S., Trinh, Q., y Master, V. (2023). Characterizing the digital divide in a diverse cohort of african american (aa) patients (pts) with prostate cancer (pca). *Journal of Clinical Oncology*.
- [Kongara y Krishnama, 2025] Kongara, D. D. y Krishnama, S. (2025). A framework for character recognition app using ml kit. *Journal of Information Systems Engineering and Management*.
- [Krichen, 2023] Krichen, M. (2023). Convolutional neural networks: A survey. *Comput.*, 12:151.
- [Kriegeskorte y Golan, 2019] Kriegeskorte, N. y Golan, T. (2019). Neural network models and deep learning. *Current Biology*, 29:R231-R236.

- [Ku, 2008] Ku, C. S. (2008). Design patterns. *Modern Programming Made Easy*.
- [Leijnen y van Veen, 2020] Leijnen, S. y van Veen, F. (2020). The neural network zoo. *Proceedings*.
- [Li et al., 2020] Li, Z., Liu, F., Yang, W., Peng, S., y Zhou, J. (2020). A survey of convolutional neural networks: Analysis, applications, and prospects. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 33:6999–7019.
- [Likert, 1932] Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140):5–55.
- [Lippmann, 1989] Lippmann, R. (1989). Review of neural networks for speech recognition. *Neural Computation*, 1:1–38.
- [Memon et al., 2020] Memon, J., Sami, M., y Khan, R. A. (2020). Handwritten optical character recognition (ocr): A comprehensive systematic literature review (slr). *IEEE Access*, 8:142642–142668.
- [Morandín-Ahuerma, 2022] Morandín-Ahuerma, F. (2022). What is artificial intelligence? *International Journal of Research Publication and Reviews*.
- [Moro, 2003] Moro, L. (2003). Process technology in the petroleum refining industry - current situation and future trends. *Comput. Chem. Eng.*, 27:1303–1305.
- [Moroney, 2017a] Moroney, L. (2017a). The firebase realtime database. *Apress, Berkeley, CA*, pp. 51–71.
- [Moroney, 2017b] Moroney, L. (2017b). *The Firebase Realtime Database*. Apress.
- [Nature, 1896] Nature (1896). The beginnings of writing. *Nature*, 53:338–339.
- [Neubig et al., 2016] Neubig, G., Cho, K., Gu, J., y Li, V. O. (2016). Learning to translate in real-time with neural machine translation. *arXiv preprint*.
- [Oliver, 1980] Oliver, R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, 17(4):460–469.
- [Pawar et al., 2023] Pawar, S., K, S., y Laxmi, G. (2023). Application programming interface with a case study of soa. *2023 International Conference on Integrated Intelligence and Communication Systems (ICIICS)*, pp. 1–5.
- [Pizzeghello y Sarka, 2024] Pizzeghello, M. y Sarka, F. (2024). The evolution of printing. *Design of Machines and Structures*.
- [Prayoga, 2023] Prayoga, B. Y. (2023). Usability analysis of camscanner applications using the system usability scale (sus) method. *JURNAL PERANGKAT LUNAK*.
- [Preethi, 2019] Preethi, B. (2019). An overview on github. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*.

- [Qiu *et al.*, 2016] Qiu, D., Li, B., y Leung, H. (2016). Understanding the api usage in java. *Inf. Softw. Technol.*, 73:81–100.
- [Quemy, 2019] Quemy, A. (2019). Two-stage optimization for machine learning workflow. *Inf. Syst.*, 92:101483.
- [Raina, 2023] Raina, S. (2023). The impact of digital literacy on education. *Language and Education Journal*, 1(9).
- [Rey, 2023] Rey, E. J. (2023). Consultado: 2024-08-24.
- [Rieger y Rieger, 2004] Rieger, M. y Rieger, M. (2004). Automatic keypress activation in skilled typing. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 30 3:555–65.
- [Rismanto *et al.*, 2020] Rismanto, R., Prasetyo, A., e Irawati, D. A. (2020). Optimalisasi image thresholding pada optical character recognition pada sistem digitalisasi dan pencarian dokumen. *Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, 13:1–11.
- [Rogers, 2003] Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. Free Press, New York, NY [u.a.], 5th edición.
- [Rosenblatt, 1961] Rosenblatt, F. (1961). Principles of neurodynamics. perceptrons and the theory of brain mechanisms. Technical report, Cornell Aeronautical Lab Inc Buffalo NY.
- [Rosenblatt, 1963] Rosenblatt, F. (1963). Principles of neurodynamics. perceptrons and the theory of brain mechanisms. *American Journal of Psychology*, 76:705.
- [Serafimovski, 2013] Serafimovski, D. (2013). Tips for creating ios mobile applications on windows. En *TIPS FOR CREATING IOS MOBILE APPLICATIONS ON WINDOWS*.
- [Stern, 1996] Stern, H. (1996). Neural networks in applied statistics. *Technometrics*, 38:205–214.
- [Straub, 2009] Straub, S. C. . B. (2009). *Pro Git book*. Creative Commons Attribution Non Commercial Share Alike 3.0 license.
- [Sulaiman *et al.*, 2019] Sulaiman, A., Omar, K., y Nasrudin, M. F. (2019). Degraded historical document binarization: A review on issues, challenges, techniques, and future directions. *Journal of Imaging*, 5.
- [Syaifudin *et al.*, 2021] Syaifudin, Y., Funabiki, N., y Liem, I. (2021). Comparisons of student's self-learning performances using java and kotlin languages in android programming learning assistance system. *2021 1st Conference on Online Teaching for Mobile Education (OT4ME)*, pp. 93–97.
- [Tairov y Donchev, 2022] Tairov, I. y Donchev, I. (2022). Mobile applications use for business growth. *2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, pp. 223–226.

- [Tiwari y Choukse, 2015] Tiwari, A. y Choukse, R. (2015). Fire & explosion prevention strategy in refineries. *International journal of engineering research and technology*, 4.
- [Turing, 2004] Turing, A. (2004). 362lecture on the automatic computing engine (1947). En *The Essential Turing*. Oxford University Press.
- [Venkatesh et al., 2003] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., y Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3):425-478.
- [Ventulett y Villegas, 2019] Ventulett, T. P. y Villegas, L. M. (2019). Protecting assets, protecting people: Exploring iot solutions to drive improved asset integrity and hse performance in oil & gas. *Day 2 Tue, November 12, 2019*.
- [Whithaus et al., 2008] Whithaus, C., Harrison, S. B., y Midyette, J. (2008). Keyboarding compared with handwriting on a high-stakes writing assessment: Student choice of composing medium, raters' perceptions, and text quality. *Assessing Writing*, 13:4-25.
- [Wolverton, 1974] Wolverton, R. (1974). The cost of developing large-scale software. *IEEE Transactions on Computers*, C-23:615-636.
- [Wu et al., 2020] Wu, S., Zhang, W., Sun, F., y Cui, B. (2020). Graph neural networks in recommender systems: A survey. *ACM Computing Surveys*, 55:1 - 37.
- [Yépez et al., 2022] Yépez, G. G. M., Roca, L. R. E., y Quimis, J. D. C. (2022). Transformación digital e innovación. *RECIAMUC*, 6(3):736-744.
- [Zhang y Luo, 2010] Zhang, Y. y Luo, Y. (2010). An architecture and implement model for model-view-presenter pattern. *2010 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology*, 8:532-536.
- [Ștefan Andrei Neșțian et al., 2020] Ștefan Andrei Neșțian, Tiță, S., y Turnea, E.-S. (2020). Using mobile phones at work in personal and professional information processes. *Sustainability*.