

Agente ia distribuidor comercial farmacéutico



Elaborado por:

ANDRES FELIPE PONNEFZ GALLO

JORGE ANDRES MELLIZO CELIS

Docente

JOHN JAIRO PORRAS

Universidad Ean

Bogotá D.C, 2025

Contenido

Resumen Ejecutivo	10
Abstract.....	12
Introducción	13
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivo Específicos.....	15
Definición Del Problema	16
Justificación	19
Marco Teórico	22
Agentes inteligentes y sistemas multicanal	22
Automatización con herramientas:	24

2

2

Inclusión digital y accesibilidad en soluciones tecnológicas de salud	26
Restricciones.....	27
Tecnicas:.....	27
Análisis De Requerimientos	30
Propósito del Análisis de Requerimientos.....	30
Intención del Producto.....	31
Clasificación de los Requerimientos	31
Intención del Producto.....	32
Requerimientos No Funcionales:.....	33
Requerimientos Tecnicos:	35
Historias de Usuario del Sistema:.....	36

Validación de Requerimientos:.....	45
Tecnologías empleadas:.....	45
Metodología De Selección de Solución.....	46
Enfoque de benchmarking:.....	47
Etapas.....	47
Análisis frente a las alternativas:	49
Análisis del Benchmarking:.....	50
Conclusiones del Benchmarking:	53
Sistema De Costos Para Creación De Aplicación Web.....	54
Enfoque Análisis de Costos:.....	54
Costos de inversión inicial:.....	54

Costos Operativos:.....	56
Poryeccion costos anuales	56
Analisis Total del proyecto el primero año:	57
Análisis de Viabilidad Económica.....	57
Aplicación Del Método De Desarrollo	58
Modelo Metodológico de Desarrollo.....	59
Fases de Desarrollo del Proyecto.....	59
Fase I. Exploración y Diagnóstico.....	60
Fase II. Diseño Conceptual y Arquitectónico del Sistema	60
Fase III. Implementación del Sistema	61
Fase IV. Integración Técnica del Sistema	63

Uso de la Metodología Ágil Scrum	64
Técnicas de Recolección y Análisis de Información	65
Resultado Metodológico	65
Análisis De Arquitectura Y Diseño	66
Arquitectura Del Software	69
Diagrama De Contexto:	69
Diagrama De Contenedores	70
Diagrama De Componentes	73
Prototipo No Funcional	75
Jerarquía Visual Clara.....	75
Paleta De Colores Coherente Y Emocional.....	76

Animaciones Suaves Y Útiles	76
Interacciones Guiadas Y Progresivas	76
Animaciones Suaves y Funcionales	77
Responsive Design.....	77
Accesibilidad y Buenas practicas	77
Estilo Visual y Etica	78
Mockups - Wireframes	78
Mockups	79
Implementación	82
Visión General	83
Enfoque General de la Implementación	83

Implementación del Frontend (Plataforma de Comercio Electrónico).....	84
Implementación del Backend y Automatización del Sistema	85
Implementación del Módulo de Inteligencia Artificial	86
Implementación del Módulo de Mensajería (WhatsApp)	87
Implementación de la Persistencia de Datos	87
Integración de los Componentes del Sistema	88
Resultado de la Implementación.....	89
Pruebas Y Calidad Del Software	89
Enfoque de Aseguramiento de la Calidad	90
Pruebas Funcionales del Sistema.....	90
Pruebas de Integración.....	92

Pruebas de Rendimiento y Estabilidad	93
Pruebas de Usabilidad.....	93
Pruebas de Seguridad.....	94
Análisis de Resultados de las Pruebas	94
Conclusión	108
Recomendaciones	110
Referencias	112

Resumen Ejecutivo

La distribuidora farmacéutica Distrimax enfrenta dificultades en la gestión de pedidos debido a la dispersión de canales de comunicación (WhatsApp, correo electrónico y tienda virtual). Esta fragmentación provoca duplicidad de registros, errores en la facturación y demoras en la atención al cliente, reduciendo la eficiencia operativa y afectando la competitividad de la empresa en un sector que avanza hacia la transformación digital. En respuesta, este proyecto propone diseñar e implementar un agente de inteligencia artificial multicanal que automatice la recepción, procesamiento y registro de pedidos en Distrimax. La solución integra herramientas de comercio electrónico, procesamiento de lenguaje natural y orquestación de flujos de trabajo, de modo que los pedidos de los clientes en distintos canales se centralicen en un sistema.

El agente desarrollado combina la plataforma WooCommerce para la gestión unificada de órdenes, integración con WhatsApp mediante Evolution API, procesamiento de notas de voz con la inteligencia artificial de transcripción Whisper, validación de la información con un modelo de lenguaje natural, y automatización de procesos con flujos n8n. La implementación se desplegó como un prototipo funcional (MVP) en un servidor privado virtual, utilizando Dokploy para gestionar contenedores y Redis para encolar tareas intensivas. Se evaluó el desempeño del sistema midiendo tiempos de respuesta, exactitud en la transcripción y reducción de errores en el registro de datos. Los resultados iniciales indican mejoras significativas en la eficiencia administrativa de Distrimax e incrementos en la satisfacción de sus clientes. Este proyecto demuestra el impacto positivo de adoptar soluciones de IA y automatización en empresas medianas

del sector farmacéutico, y sienta las bases para futuras ampliaciones con integración ERP en tiempo real y analítica avanzada.

***Palabras Claves:** Distrimax; inteligencia artificial; automatización; pedidos farmacéuticos; comercio electrónico; salud digital; omnicanalidad.*

Abstract

The pharmaceutical distributor Distrimax faces difficulties in order management due to the dispersion of communication channels (WhatsApp, email, and online store). This fragmentation leads to duplicate records, billing errors, and delays in customer service, reducing operational efficiency and impacting the company's competitiveness in a sector undergoing digital transformation. In response, this project proposes the design and implementation of a multichannel artificial intelligence agent to automate the receipt, processing, and registration of orders at Distrimax. The solution integrates e-commerce tools, natural language processing, and workflow orchestration, centralizing customer orders across different channels in a single system.

The developed agent combines the WooCommerce platform for unified order management, WhatsApp integration via the Evolution API, voice note processing with the Whisper AI transcription tool, information validation using a natural language model, and process automation with n8n flows. The implementation was deployed as a working prototype (MVP) on a virtual private server, using Dokploy to manage containers and Redis to run intensive tasks. System performance was evaluated by measuring response times, transcription accuracy, and a reduction in data entry errors. Initial results indicate significant improvements in Distrimax's administrative efficiency and increased customer satisfaction. This project demonstrates the positive impact of

adopting AI and automation solutions in mid-sized pharmaceutical companies and lays the groundwork for future expansions with real-time ERP integration and advanced analytics.

Keywords: *Distrimax; artificial intelligence; automation; pharmaceutical ordering; e-commerce; digital health; omnichanne*

Introducción

Distrimax es una empresa dedicada a la comercialización y distribución de medicamentos a droguerías, farmacias y otros negocios del sector farmacéutico. Con varios años de experiencia en el mercado, se ha consolidado como un actor clave en la cadena de suministro de productos de salud en Bogotá y la región. Sin embargo, a pesar de su trayectoria, actualmente enfrenta un reto crítico relacionado con la gestión de pedidos: la ausencia de un sistema centralizado de control y organización que integre los diferentes canales de comunicación. Esta situación ha generado múltiples dificultades, entre ellas duplicidad de registros, errores frecuentes en la facturación, demoras en los tiempos de respuesta y una cobertura limitada en la atención de clientes, lo que repercute directamente en la calidad del servicio prestado.

Bajo este contexto, la problemática de Distrimax no solo refleja un desorden operativo interno, sino también una pérdida de competitividad frente a las nuevas exigencias del mercado

farmacéutico, caracterizado por la digitalización de procesos, la omnicanalidad y la demanda creciente de eficiencia en tiempos de entrega. La falta de integración tecnológica en la organización se traduce en experiencias negativas para los clientes, quienes enfrentan retrasos en sus pedidos y un servicio poco consistente.

Con el fin de atender estas limitaciones, este trabajo propone la implementación de una solución tecnológica innovadora basada en el diseño de un agente de inteligencia artificial multicanal. Esta plataforma integrará los pedidos provenientes de la tienda en línea, WhatsApp y el correo electrónico, automatizando procesos de registro, procesamiento y facturación. El uso de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la automatización de flujos, permitirá no solo optimizar la eficiencia operativa, sino también garantizar una mejor experiencia al cliente, incrementando la rapidez en la atención y reduciendo los errores en la gestión de pedidos.

El documento se estructura en varias secciones que abordan de manera progresiva la problemática y su solución. Primero, se desarrolla un marco teórico que fundamenta el uso de inteligencia artificial y comercio electrónico en el sector farmacéutico. Posteriormente, se presenta la metodología de investigación y el diseño técnico de la propuesta. A continuación, se exponen los resultados obtenidos en las pruebas de validación del sistema, seguidos por la discusión de los hallazgos más relevantes. Finalmente, se formulan las conclusiones y se plantean posibles líneas de trabajo futuro orientadas a ampliar el alcance y sostenibilidad de la solución.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un prototipo funcional de sistema multicanal con inteligencia artificial para la recepción y gestión automatizada de pedidos en DISTRIMAX, que permita centralizar en una plataforma única los pedidos provenientes de diferentes canales y mejorar la eficiencia del proceso desde la solicitud del cliente hasta el registro del pedido.

Objetivo Específicos

Integrar los canales de comunicación de DISTRIMAX –tienda en línea, WhatsApp y correo electrónico– en un sistema centralizado de pedidos mediante flujos de automatización, asegurando la interoperabilidad entre todos

Implementar un agente de inteligencia artificial capaz de procesar pedidos en lenguaje natural, incluyendo la transcripción de notas de voz de WhatsApp a texto, y de entender la intención del cliente para extraer datos clave del pedido (productos, cantidades, datos del cliente).

Validar el desempeño del sistema mediante pruebas en un entorno operativo real o controlado de DISTRIMAX, evaluando métricas como el tiempo de respuesta desde que se recibe la solicitud hasta que se confirma el pedido, la exactitud en el registro de la información del pedido (comparada con la entrada del cliente) y la reducción de errores respecto al proceso manual tradicional.

Definición Del Problema

La distribuidora de medicamentos DISTRIMAX enfrenta actualmente una serie de dificultades críticas en la gestión de pedidos, derivadas de la dispersión y falta de integración de sus canales de comunicación (WhatsApp, correo electrónico, llamadas telefónicas y tienda en línea). Estas limitaciones generan duplicidad de registros, tiempos de respuesta prolongados, errores en la facturación manual y una experiencia fragmentada para el cliente. La situación repercute directamente en la eficiencia operativa de la empresa, afectando su competitividad en un sector en constante transformación digital.

Esta problemática no es exclusiva de DISTRIMAX. Diversos estudios académicos evidencian que la falta de integración tecnológica en empresas distribuidoras y del sector farmacéutico constituye un desafío recurrente. Según García y Martínez (2022), la ausencia de plataformas multicanal en la gestión de pedidos en pequeñas y medianas distribuidoras farmacéuticas en Latinoamérica genera sobrecostos logísticos y afecta la satisfacción de los clientes. De igual manera, un estudio de López et al. (2021) destaca que la digitalización parcial en procesos

comerciales del sector salud ocasiona errores en el registro de información y pérdida de trazabilidad en los pedidos, reduciendo la confianza de los clientes.

En el ámbito empresarial, se han documentado casos en los que distribuidoras de medicamentos han debido rediseñar sus procesos de atención para enfrentar estas limitaciones. Empresas como Droguerías Colsubsidio y Cruz Verde han implementado plataformas digitales y automatización de pedidos con el fin de reducir tiempos de entrega y mejorar la experiencia del cliente (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI, 2023). Sin embargo, estas soluciones suelen estar disponibles solo para grandes cadenas, dejando a empresas medianas como Distrimax con el reto de diseñar alternativas escalables y viables en términos de costo.

La falta de integración tecnológica, además de afectar la operación interna, tiene un impacto social: muchos clientes prefieren o requieren comunicarse mediante notas de voz, pero este canal no se encuentra contemplado en los sistemas tradicionales, lo que excluye a usuarios con baja alfabetización digital. Esta brecha digital ha sido identificada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2022) como un factor crítico que limita el acceso equitativo a servicios de salud y medicamentos.

En consecuencia, el problema de investigación se centra en la necesidad de implementar un sistema que permita centralizar, organizar y optimizar la gestión de pedidos en DISTRIMAX, aprovechando herramientas digitales y tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la automatización de procesos.

De esta problemática surge una interrogante que orienta la investigación:

¿Cómo pueden las herramientas digitales contribuir a la mejora de la gestión de los pedidos en empresas del sector farmacéutico, como DISTRIMAX?

El estudio se delimita al año 2025 en la ciudad de Bogotá, tomando como unidades de análisis los pedidos generados en los diferentes canales de comunicación de DISTRIMAX y los tiempos de procesamiento y facturación asociados. Este problema es relevante porque responde a la necesidad de automatizar y centralizar procesos en la cadena de distribución farmacéutica, donde la eficiencia administrativa impacta directamente en la atención al cliente y en la sostenibilidad del negocio.

Este problema de investigación es relevante porque responde a la necesidad de automatizar y centralizar procesos en el sector salud y farmacéutico, un campo en el que la eficiencia administrativa impacta directamente en la atención al paciente y la sostenibilidad operativa de las organizaciones. Su solución aportará conocimiento aplicable en el área de inteligencia artificial, comercio electrónico y transformación digital en salud, mediante un enfoque medible y ético que permitirá evaluar la eficacia del sistema propuesto.

Justificación

El presente proyecto de investigación se justifica en la necesidad de responder a los retos actuales de la distribución farmacéutica en Colombia, un sector en plena transformación digital y con un entorno altamente competitivo. Empresas como Distrimax deben adaptarse a las tendencias del mercado, donde el comercio electrónico, la omnicanalidad y la automatización se han consolidado como ejes estratégicos para mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del cliente.

En términos de conveniencia y competencia, el proyecto propone el diseño e implementación de un agente de inteligencia artificial que integre y automatice la recepción y registro de pedidos provenientes de múltiples canales (tienda virtual, WhatsApp y correo

electrónico). A diferencia de soluciones más complejas como la facturación automática, la propuesta se centra en la generación de órdenes de pedido y su integración simulada a un sistema ERP, bajo el enfoque de producto mínimo viable (MVP). Este alcance permite a Distrimax validar la solución en condiciones reales y escalarla en fases posteriores de acuerdo con su capacidad financiera y tecnológica.

El impacto empresarial esperado se refleja en la reducción de tiempos de respuesta, la minimización de errores en el registro de pedidos y la optimización del proceso de atención al cliente. Con ello se generan ahorros en costos operativos, se fortalece la trazabilidad de los pedidos y se incrementa la satisfacción de los clientes. Este impacto, además de mejorar la productividad, aporta sostenibilidad al modelo de negocio de Distrimax, incrementando su competitividad frente a grandes cadenas del sector.

Desde la perspectiva de la evolución organizacional, el proyecto impulsa la digitalización de procesos internos y la incorporación de herramientas tecnológicas de última generación, fortaleciendo la capacidad de adaptación de Distrimax frente a los cambios del mercado y alineándola con las políticas nacionales e internacionales de salud digital.

El valor teórico y académico de la investigación radica en la generación de conocimiento aplicado sobre el uso de agentes inteligentes, procesamiento de lenguaje natural y automatización de pedidos en el sector farmacéutico. Esta evidencia empírica contribuirá al cuerpo de estudios en inteligencia artificial y transformación digital, sirviendo como referente para futuros proyectos de integración tecnológica en empresas medianas del sector salud.

En el ámbito social, el sistema propuesto aporta una solución inclusiva al permitir que los clientes interactúen mediante notas de voz, facilitando el acceso a servicios farmacéuticos a personas con limitaciones tecnológicas o baja alfabetización digital. De esta manera, la investigación contribuye a la equidad en el acceso a los medicamentos y a la mejora de la calidad de vida de los pacientes.

Respecto a la viabilidad y alcance, el proyecto se desarrollará en el periodo 2025, con recursos técnicos disponibles como la infraestructura de comercio electrónico de Distrimax, herramientas de automatización, acceso a datos y personal capacitado. La disponibilidad de tiempo, materiales y recursos humanos permite garantizar la ejecución de la propuesta en condiciones reales de operación.

Finalmente, el proyecto se enmarca en los procesos de investigación de la Universidad EAN, específicamente en el campo de Gestión y Tecnología, dentro del grupo Innovación y Transformación Digital, en la línea de Inteligencia Artificial y Automatización de Procesos. De este modo, la investigación no solo atiende una problemática concreta de DISTRIMAX, sino que también contribuye a la misión institucional de fomentar la innovación y la generación de conocimiento aplicado al desarrollo empresarial y social.

Marco Teórico

Agentes inteligentes y sistemas multicanal

Un agente inteligente de IA es un programa de software autónomo que percibe su entorno y ejecuta acciones para alcanzar objetivos predeterminados. A diferencia de aplicaciones monolíticas, los sistemas multi-agente (MAS) distribuyen la toma de decisiones entre varios agentes colaborativos, mejorando la adaptabilidad y escalabilidad del sistema. En el contexto comercial multicanal, los agentes inteligentes pueden coordinar múltiples flujos conversacionales y ejecutar tareas (por ejemplo, gestionar pedidos) a través de diversos canales (WhatsApp, email, web, voz). De este modo, un sistema multicanal integra varios medios de comunicación sinérgicamente: por ejemplo, una solución multicanal permite que las empresas atiendan clientes en sitios web, redes sociales, mensajería instantánea o correo electrónico, dando respuestas

coherentes y adaptadas al canal de elección del usuario. Estos agentes multicanal 24/7 no solo contestan preguntas, sino que orquestan funciones (conectores, APIs) e interactúan con sistemas internos para resolver tareas completas de forma autónoma.

Inteligencia Artificial y agentes inteligentes: La IA se define como “el estudio de agentes que perciben su entorno a través de sensores y actúan sobre él mediante actuadores”. Un agente inteligente puede adaptarse y tomar decisiones para alcanzar objetivos (Wooldridge 2020). En nuestro caso, el agente conversacional combina procesamiento de lenguaje natural (PLN) y automatización de flujos para atender pedidos. Trabajos clásicos (Russell & Norvig, 2021) definen el razonamiento basado en conocimiento y datos como pilar de la IA. Adicionalmente, se considera el aprendizaje profundo para reconocimiento de voz (en particular, Whisper) y modelos de lenguaje para intentos, que hoy día exhiben alta robustez en entornos ruidosos.

Comercio electrónico y omnicanalidad: El e-commerce multicanal integra todos los puntos de contacto con el cliente (tienda web, redes sociales, mensajería) en una experiencia unificada. Un estudio de Salesforce indica que los consumidores exigen que cada interacción esté en sintonía con la experiencia global; por tanto, estrategias aisladas frustran a los usuarios. Un sistema de gestión de pedidos moderno permite consolidar los pedidos de todos los canales en un solo panel, reduciendo duplicidad y acelerando la atención. Esto es crítico en sectores con alto

volumen de pedidos de urgencia (como farmacias), donde el tiempo de respuesta influye directamente en la satisfacción del cliente.

Plataforma WordPress + WooCommerce: WooCommerce es el plugin líder para e-commerce en WordPress. Su instalación inicia con un asistente de configuración guiado, que crea las páginas esenciales (tienda, carrito, checkout) y ajusta parámetros básicos (moneda, impuestos, envíos). Se dispone de temas y extensiones especializadas (por ejemplo, gestión de suscripciones, booking, SEO). Esta tecnología es adecuada para PYMEs dado su bajo costo y flexibilidad: es extensible y cuenta con comunidad activa. Por ejemplo, WooCommerce permite integrar plugins de mensajería; existe un plugin “Pedir por WhatsApp” que automáticamente crea pedidos en la tienda tras recibir un mensaje del cliente, demostrando la viabilidad de la integración de canales mediante API y webhooks.

Automatización con herramientas:

Automatización con n8n: n8n es una plataforma open source de automatización de flujos de trabajo. Permite encadenar “nodos” que representan acciones (consultas API, transformaciones, decisiones) y desencadenarse por eventos externos (webhooks, cron, triggers). Si bien existen soluciones comerciales (Zapier, Make), n8n destaca por su modelo self-hosted (licencia MIT en su núcleo) y su extensibilidad, lo que facilita conectarse con servicios personalizados. En este proyecto, n8n coordinó la comunicación entre el canal de mensajería (mediante Evolution API), el modelo OpenAI y el e-commerce. De esta forma, se diseñan flujos como: Webhook de WhatsApp

→ Transcripción → Llamada a LLM (comprensión de pedido) → Validación de datos → Creación de pedido en WooCommerce → Respuesta.

Integración con Evolution API: Evolution API es una plataforma de integración de mensajería basada en tecnologías como Baileys y apoyada por la comunidad. Inicialmente enfocada en WhatsApp, ahora soporta múltiples mensajerías y funcionalidades de IA. Nuestra solución la usa para manejar la WhatsApp Cloud API oficial; permite enviar/recibir mensajes, gestionar plantillas y conectar con servicios externos (OpenAI, bases de datos). Evolution API puede emitir eventos por medio de colas (RabbitMQ, Kafka), lo cual facilita la arquitectura basada en microservicios.

Bases de datos (PostgreSQL y Redis): La arquitectura usa PostgreSQL como base de datos relacional principal. PostgreSQL es una base de datos de código abierto muy popular en aplicaciones e-commerce por su consistencia ACID, soporte de transacciones y escalabilidad. Grandes empresas (Etsy, Spotify, Twitter) lo emplean para manejar millones de registros y garantizar integridad de los datos. Se utiliza principalmente para almacenar órdenes, clientes e inventarios. Redis, por su parte, es una base de datos en memoria NoSQL usada como caché de lectura rápida. Aplicando el patrón CQRS (Command Query Responsibility Segregation), las operaciones de escritura se realizan en PostgreSQL, mientras las consultas de historial de pedidos

o de catálogos se responden desde Redis, mejorando el rendimiento. Esto sigue buenas prácticas de arquitectura de microservicios, donde Redis actúa como capa de aceleración y memoria de estado temporal.

Inclusión digital y accesibilidad en soluciones tecnológicas de salud

La inclusión digital es un principio clave en salud moderna: no se trata solo de extender la conectividad, sino de garantizar que las soluciones tecnológicas sean accesibles para poblaciones vulnerables. La OPS/OMS señala que la inclusión digital requiere “acceso apropiado, habilidades digitales y usabilidad” en el diseño de sistemas de salud. En el ámbito de la atención farmacéutica, esto implica atender a clientes con baja alfabetización digital o con discapacidad. La propuesta de agente multicanal incorpora este enfoque social: por ejemplo, permite que usuarios sin habilidad de lectura usen notas de voz en WhatsApp para efectuar pedidos. Esto amplía significativamente la cobertura del servicio, alineándose con la idea de “no dejar a nadie atrás” en la transformación digital de salud. Al integrar voz y lenguaje natural, la solución atiende canales alternativos y simplifica la interacción, reduciendo brechas tecnológicas. En suma, la accesibilidad se logra mediante interfaces intuitivas (texto y voz), interoperabilidad (varios dispositivos) y cumplimiento de normas de privacidad (Ley 1581), garantizando que la tecnología sirva a todos los segmentos de la población

En suma, el marco teórico abarca IA de agentes, comercio omnicanal, plataformas tecnológicas (WordPress/WooCommerce, n8n), modelos, y arquitecturas de bases de datos

escalables (PostgreSQL + Redis). Cada componente se fundamenta en fuentes reconocidas y casos de uso, garantizando un sustento académico y práctico sólido.

seguridad a largo plazo.

Restricciones

Técnicas:

Capacidad de cómputo y recursos de TI: El entrenamiento y despliegue de modelos de IA exige alto consumo computacional. DISTRIMAX cuenta con servidores modestos (por ejemplo, un VPS con 4 vCPU y 8 GB RAM) por lo que hay que gestionar cuidadosamente la potencia de procesamiento y almacenamiento disponibles. En general, los sistemas de IA requieren “suficiente potencia informática y capacidad de almacenamiento” para funcionar correctamente. La infraestructura en la nube y los servicios de IA (por ejemplo, el servicio de transcripción Whisper) demandan GPUs y memoria intensiva.

Precisión de los modelos: Los modelos de procesamiento de voz y lenguaje natural no son 100 % infalibles. Por ejemplo, pruebas con Whisper muestran tasas de error de palabras (WER) del orden del 12–18 % en audio real. Esto implica validar y ajustar manualmente los pedidos con error, lo que puede afectar la fiabilidad del sistema. Se debe considerar la “exactitud y validación de datos” como restricción fundamental para evitar errores que afecten la operación.

Operativas:

Procesos actuales y cambio organizacional: La gestión de pedidos en Distrimax es manual y fragmentada (llamadas telefónicas, WhatsApp, tienda en línea), lo que actualmente genera duplicidad de registros y errores frecuentes. Esto representa una barrera: la introducción del agente multicanal requiere adaptar o redefinir procesos internos existentes. Si no se armonizan los flujos operativos actuales, el nuevo sistema podría generar choques con las prácticas establecidas. O sea, la complejidad operacional interna (cultura organizacional, estructura de roles y procesos) limita la adopción inmediata de soluciones automatizadas.

Regulaciones:

Protección de datos personales: El proyecto debe cumplir la **Ley 1581 de 2012** (Habeas Data) de Colombia, que exige confidencialidad y seguridad en el manejo de información de los usuarios. Esto implica aplicar cifrado, controles de acceso, y registro de trazabilidad de cada pedido para auditoría. Cualquier filtración o uso indebido de datos sensibles de clientes podría acarrear sanciones legales.

Normativas de comercio electrónico y salud: Existen regulaciones sectoriales que afectan la solución. Por ejemplo, las normas sanitarias obligan a mantener la trazabilidad de medicamentos y a cumplir disposiciones de comercio electrónico en salud. El agente debe diseñarse teniendo en cuenta la integridad de la información y la verificación de licencias farmacéuticas cuando corresponda.

Economicas:

Presupuesto limitado: El proyecto se plantea inicialmente como un MVP de bajo costo. Distrimax dispone de recursos de inversión acotados, por lo que la solución debe ser coste-efectiva. En la práctica, esto significa aprovechar software libre y servicios gratuitos o de bajo costo. De hecho, se planificó usar componentes open source sin licencias comerciales onerosas (por ejemplo, WooCommerce, n8n). El presupuesto estimado del MVP fue de solo unos US\$7.220, muy inferior a los >US\$30.000 que costaría un ERP tradicional.

Costos de infraestructura y servicios: Aunque se evitan licencias comerciales, existen gastos operativos mínimos. Por ejemplo, un servidor en la nube acorde a los requerimientos (4 vCPU, 8 GB RAM) tiene un costo aproximado de US\$70/mes, y la API oficial de WhatsApp (canal empresarial) unos US\$50/mes. Estos costos recurrentes deben contemplarse en el presupuesto. Además, aunque el software es libre, puede haber tarifas por servicios en la nube de IA (por ejemplo, la transcripción de voz). Se prioriza la escalabilidad con bajo costo unitario, asegurando que cada nuevo usuario o mensaje adicional no dispare fuertemente el gasto.

Cada restricción descrita impacta el diseño, la implementación y la escalabilidad del Agente IA. En la planificación se ha buscado mitigar estos factores (p.ej. uso de software libre para reducir costos, interfaces sencillas para aumentar la adopción), pero todas deben monitorizarse continuamente para asegurar la viabilidad del proyecto en el contexto real de Distrimax.

Análisis De Requerimientos

El desarrollo exitoso de este proyecto se medirá por la capacidad de cumplir los objetivos en el tiempo establecido, garantizando que el diseño final integre adecuadamente todos los requerimientos funcionales definidos desde esta etapa inicial. Para ello, se establecen las especificaciones de diseño, alcance de la solución de ingeniería y las características técnicas preliminares, con el fin de reducir cambios en fases avanzadas del desarrollo.

Propósito del Análisis de Requerimientos

El análisis de requerimientos constituye una etapa fundamental en el desarrollo del Agente de Inteligencia Artificial Multicanal para Distrimax, ya que permite definir de forma estructurada las funcionalidades esperadas del sistema, sus restricciones operativas, los atributos de calidad y las condiciones técnicas necesarias para su correcta implementación.

Este proceso garantiza que la solución desarrollada responda de manera precisa a las necesidades reales de la organización, reduciendo la probabilidad de reprocesos, ambigüedades funcionales y fallos de integración en fases posteriores del proyecto.

Intención del Producto

El sistema desarrollado tiene como finalidad principal **automatizar la recepción, procesamiento y registro de pedidos farmacéuticos** provenientes de múltiples canales de comunicación (WhatsApp, tienda virtual y correo electrónico), centralizando la información en una única plataforma administrativa.

De manera específica, el sistema permitirá:

- Reducir los tiempos de atención al cliente.
- Disminuir errores humanos en el registro de pedidos.
- Asegurar la trazabilidad completa de cada orden.
- Garantizar accesibilidad digital a usuarios con baja alfabetización tecnológica.
- Optimizar la operación comercial de Distrimax mediante automatización inteligente.

Clasificación de los Requerimientos

Los requerimientos del sistema se clasificaron en tres grandes grupos: funcionales, no funcionales y técnicos, los cuales se describen a continuación mediante estructuras tabulada

Intención del Producto

El proyecto tiene como intención el diseño e implementación de un agente de inteligencia artificial multicanal para la gestión de pedidos farmacéuticos en DISTRIMAX.

Requerimientos Funcionales:

Código	Requerimiento	Descripción
RF-01	Recepción de pedidos por WhatsApp	El sistema debe recibir mensajes de texto y notas de voz desde WhatsApp Business.
RF-02	Transcripción de mensajes de voz	El sistema debe convertir automáticamente las notas de voz a texto.
RF-03	Análisis semántico	El sistema debe identificar productos, cantidades y datos del cliente.

RF-04	Registro automático de pedidos	Los pedidos deben crearse automáticamente en WooCommerce.
RF-05	Confirmación de pedidos	El sistema debe enviar confirmación automática al usuario.
RF-06	Centralización de pedidos	Todos los pedidos deben quedar unificados en una sola plataforma.
RF-07	Consulta de productos	El sistema debe permitir búsqueda por nombre, SKU o categoría.
RF-08	Validación de información	El sistema debe solicitar correcciones cuando los datos estén incompletos.

Requerimientos No Funcionales:

Código	Atributo de Calidad	Descripción
RNF-01	Rendimiento	El sistema debe responder en menos de 10 segundos por solicitud.
RNF-02	Escalabilidad	El sistema debe soportar al menos 1000 usuarios simultáneos.
RNF-03	Seguridad	La información debe estar cifrada en tránsito y almacenamiento.
RNF-04	Disponibilidad	El sistema debe garantizar un uptime mínimo del 90 %.
RNF-05	Usabilidad	La interfaz debe ser intuitiva y accesible desde dispositivos móviles.

RNF-06	Interoperabilidad	El sistema debe integrarse con APIs externas sin pérdida de información.
--------	-------------------	--

Requerimientos Tecnicos:

Elemento	Requerimiento Técnico
Servidor	Mínimo 4 núcleos, 8 GB de RAM, disco SSD
Sistema operativo	Linux
Base de datos	PostgreSQL
Memoria temporal	Redis
Plataforma web	WordPress + WooCommerce
Automatización	n8n
Mensajería	WhatsApp Business API – Evolution API
Inteligencia Artificial	Whisper + Modelo de Lenguaje Natural

Historias de Usuario del Sistema:

Las historias de usuario se formularon bajo el enfoque Scrum, permitiendo definir el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario final y del administrador.

Tabla 1

Historias De Usuario - HU001

HISTORIA DE USUARIO	
HU001	Recepcion pedido via WhatsApp
Puntos de historia estimados	3
Prioridad	Alta
Responsable	Usuario
Descripción	

Como cliente con baja alfabetización digital, quiero hacer pedidos por WhatsApp incluso mediante nota de voz, para que el sistema lo reciba automáticamente y pueda ser procesado sin intervención manual.

Numero de criterio	Criterio de aceptación	Atributo de calidad
1	El sistema debe recibir mensajes de texto y notas de voz desde WhatsApp Business API.	Funcionalidad
2	Las notas de voz deben ser transcritas a texto de forma automática.	Fiabilidad
3	El pedido debe almacenarse correctamente en la base de datos con la información del cliente.	Trazabilidad
4	Si la nota de voz o texto no puede ser interpretada, el sistema debe solicitar al cliente repetir el mensaje.	Usabilidad

Tabla 2

Historias De Usuario - HU002

HISTORIA DE USUARIO		
Identificador	Nombre	
HU002	Procesamiento de pedido	
Puntos de historia estimados	3	
Prioridad	Alta	
Responsable	Desarrollador	
Descripción		
Como administrador, quiero que la IA identifique los productos, cantidades y datos del cliente a partir del mensaje recibido, para registrar automáticamente el pedido en el sistema.		
Numero de criterio	Criterio de aceptación	Atributo de calidad
1	La IA debe reconocer al menos el 80% de los pedidos con precisión.	Fiabilidad

2	El tiempo de procesamiento no debe superar los 10s	Rendimiento
3	El usuario debe recibir a detalle el resultado del análisis	Interoperabilidad

Tabla 3

Historias De Usuario - HU003

HISTORIA DE USUARIO	
Identificador	Nombre
HU003	Centralización de pedidos
Puntos de historia estimados	2
Prioridad	Alta
Responsable	Desarrollador
Descripción	

Como administrador, quiero que los pedidos recibidos desde WhatsApp, correo electrónico y la tienda virtual se unifiquen en una sola plataforma, para tener trazabilidad y control centralizado.

Numero de criterio	Criterio de aceptación	Atributo de calidad
1	El sistema debe integrar pedidos provenientes de los tres canales.	Interoperabilidad
2	Cada pedido debe registrar su canal de origen y fecha.	Trazabilidad
3	El panel de control debe permitir filtrar pedidos por canal.	Usabilidad

Tabla 4

Historias De Usuario - HU004

HISTORIA DE USUARIO

Identificador	Nombre	
HU004	Confirmación automática	
Puntos de historia estimados		2
Prioridad	Media	
Responsable	Front	
Descripción		
Como cliente, quiero recibir una confirmación automática del pedido para saber que mi solicitud fue registrada correctamente.		
Numero de criterio	Criterio de aceptación	Atributo de calidad
1	El sistema debe enviar una confirmación automática al canal de origen.	Funcionalidad
2	La confirmación debe incluir un número de pedido y tiempo estimado de atención.	Usabilidad

3	Si hay error en el registro, el sistema debe informar al usuario.	Correctitud
---	---	-------------

Tabla 5

Historias De Usuario - HU005

HISTORIA DE USUARIO	
Identificador	Nombre
HU005	Seguridad y tratamiento de datos
Puntos de historia estimados	2
Prioridad	Alta
Responsable	Seguridad
Descripción	
Como usuario, quiero que mis datos y mensajes sean protegidos y tratados conforme a la Ley 1581 de 2012, para tener confianza en el sistema.	

Numero de criterio	Criterio de aceptación	Atributo de calidad
1	Los datos deben cifrarse en tránsito y almacenamiento.	Seguridad
2	No se debe almacenar información personal sin consentimiento.	Privacidad
3	El sistema debe informar las políticas de Habeas Data al usuario.	usabilidad

Tabla 6

Historias De Usuario - HU006

HISTORIA DE USUARIO	
Identificador	Nombre
HU006	Escalabilidad y rendimiento del sistema

Puntos de historia estimados		3
Prioridad	Alta	
Responsable	Desarrollador / Infraestructura	
Descripción		
Como administrador, quiero que el sistema soporte múltiples pedidos simultáneamente sin pérdida de rendimiento, para garantizar la continuidad del servicio.		
Numero de criterio	Criterio de aceptación	Atributo de calidad
1	El sistema debe soportar al menos 1000 usuarios simultáneos sin degradación del rendimiento.	Escalabilidad
2	Las respuestas de la IA no deben tardar más de 10 segundos en condiciones normales de carga.	Rendimiento
3	El sistema debe permitir la ejecución de análisis en paralelo sin afectar la respuesta de otros usuarios.	Funcionalidad

Validación de Requerimientos:

Los requerimientos definidos fueron validados mediante pruebas funcionales en ambiente real, utilizando solicitudes simuladas desde WhatsApp, pedidos manuales desde la tienda virtual y confirmaciones automáticas desde el sistema. Esta validación permitió corroborar la coherencia entre el análisis funcional, la arquitectura del sistema y la implementación desarrollada.

Tecnologías empleadas:

WooCommerce sobre WordPress: plataforma e-commerce madura y de código abierto. Facilita la gestión de catálogos de productos y pedidos, y ofrece APIs para integrarse con sistemas externos (ideal para centralizar pedidos)

n8n: orquesta los flujos sin código, conectando WhatsApp, email, servicios de IA y la base de datos. Se eligió por ser open-source, flexible y permitir control total de datos, aspectos críticos en el sector salud.

Modelo de lenguaje (LLM): se usó GPT (GPT-4) para entender intenciones de texto y voz. Estos modelos generativos permiten formular respuestas naturales y manejar diversidad de expresiones de los clientes.

WhatsApp Business API: para conectar el sistema a WhatsApp de manera oficial, brindando canales seguros de mensajería.

Servicios Hoostinger y Dokploy: para desplegar los servicios de manera escalable y segura, garantizando la disponibilidad requerida en un servidor virtual privado.

Estas tecnologías combinadas ofrecen un equilibrio entre costo (software abierto, sin licencias), escalabilidad (microservicios) y cumplimiento normativo (infraestructura propia). Además, todas soportan estándares de seguridad y se pueden configurar para cumplir la Ley 1581 de protección de datos.

El análisis de requerimientos permitió estructurar de forma precisa el comportamiento esperado del Agente Multicanal de Distrimax, asegurando coherencia entre la necesidad empresarial, el diseño del sistema y su implementación técnica. Esta fase establece la base funcional que conecta directamente con la arquitectura y la etapa de implementación del sistema.

Metodología De Selección de Solución

Para la selección de la alternativa tecnológica más adecuada que permita optimizar la gestión de pedidos en Distrimax, se aplicó la técnica de benchmarking comparativo, la cual consiste en analizar, medir y contrastar las mejores prácticas y soluciones existentes en el mercado frente a la propuesta desarrollada en el presente proyecto. Este enfoque permitió establecer criterios objetivos de evaluación técnica, económica y operativa, con el fin de determinar la opción más viable para la organización.

Enfoque de benchmarking:

Se empleó un benchmarking competitivo y funcional, considerando dos alternativas:

Alternativa 1 – Producto comercial (ERP especializado):

Implementación de un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) de tipo comercial, como SAP Business One o Odoo ERP, con módulos integrados para gestión de inventarios, facturación y pedidos en línea.

Alternativa 2 – Solución propuesta (MVP con IA multicanal):

Desarrollo de un prototipo basado en WooCommerce, n8n y un modelo de inteligencia artificial para la automatización y centralización de pedidos provenientes de WhatsApp, correo electrónico y tienda virtual.

Etapas

Se definieron los objetivos del análisis comparativo:

- Determinar cuál alternativa ofrece la mejor relación entre costo, escalabilidad y eficiencia operativa.
- Evaluar el nivel de accesibilidad, facilidad de implementación y cumplimiento normativo.
- Identificar oportunidades de mejora para el prototipo propio, tomando como referencia las prácticas del mercado.

Recolección de información:

Se recopilaron datos técnicos y económicos de soluciones comerciales como SAP Business One y Odo ERP, a partir de informes de la ANDI (2023), documentación de los proveedores y estudios del Ministerio TIC (2023). Simultáneamente, se caracterizó la propuesta propia del proyecto a partir de los requerimientos de Distrimax y los parámetros técnicos definidos en el diseño del agente de inteligencia artificial.

Criterios de evaluación: Se establecieron seis criterios principales ponderados según su relevancia para Distrimax.

Tabla 7

Criterio	Peso (%)	Descripción
Costo de implementación	25	Inversión inicial, licencias, infraestructura y mantenimiento.
Escalabilidad	20	Capacidad del sistema para crecer con la demanda.
Facilidad de integración	20	Compatibilidad con los sistemas existentes (WooCommerce, WhatsApp, correo electrónico).
Accesibilidad e inclusión digital	15	Adaptación a clientes con baja alfabetización digital y canales de voz.

Cumplimiento normativo y seguridad	10	Alineación con la Ley 1581 de 2012 y buenas prácticas de protección de datos.
Soporte técnico y mantenimiento	10	Disponibilidad de actualizaciones y asistencia técnica.

Análisis frente a las alternativas:

Tabla 8

Criterio	Peso	Alternativa 1: ERP Comercial	Alternativa 2: Solución IA Multicanal (Propuesta)
Costo de implementación	25%	Medio-Alto (USD 25.000-30.000 anuales)	Bajo (USD 7.220 en total)
Escalabilidad	20%	Alta (modular y robusta)	Media (ampliable por fases)
Facilidad de integración	20%	Media (requiere conectores adicionales)	Alta (API abiertas y bajo acoplamiento)
Accesibilidad e inclusión digital	15%	Baja (interfaz técnica, sin soporte de voz)	Alta (soporte de notas de voz y lenguaje natural)
Cumplimiento normativo	10%	Alta (certificaciones oficiales)	Alta (ajuste a Ley 1581 y estándares ISO/IEC)

Soporte técnico	10%	Alto (soporte oficial del proveedor)	Medio (autogestión con soporte abierto)
Total	100%	78%	87%

Analisis del Benchmarking:

El benchmarking permitió contrastar dos enfoques tecnológicos distintos para resolver la problemática de gestión de pedidos en DISTRIMAX: la implementación de un ERP comercial especializado y la solución propia de IA multicanal basada en WooCommerce, n8n y modelos de procesamiento de lenguaje natural (Whisper + LLM). El análisis comparativo reveló diferencias significativas tanto en la naturaleza técnica de las plataformas como en su alineación con las capacidades organizacionales de la empresa.

Desde la perspectiva económica, la solución propuesta demostró una clara ventaja competitiva. Mientras que un ERP comercial implica costos recurrentes anuales superiores a los USD 25.000 considerando licencias, personal técnico y mantenimiento el desarrollo del producto mínimo viable (MVP) propuesto tiene un costo total estimado de USD 7.220, lo cual representa una reducción superior al 70 % sin comprometer la funcionalidad esencial del sistema.

En cuanto a escalabilidad y robustez, los sistemas ERP mantienen una ligera superioridad al ofrecer arquitecturas modulares y soporte empresarial de largo plazo. No obstante, esta

fortaleza se ve contrarrestada por su baja flexibilidad y su necesidad de personal especializado. En contraste, la solución de IA multicanal presenta un modelo altamente adaptable, que puede ampliarse por fases según la evolución tecnológica y presupuestal de DISTRIMAX.

Respecto a la facilidad de integración, la propuesta propia obtuvo la mayor calificación del benchmarking (+90 %), gracias al uso de plataformas interoperables (WooCommerce y n8n) que permiten conectar fácilmente canales como WhatsApp y correo electrónico sin dependencias de terceros.

Comparativo de Benchmarking: ERP Comercial vs Solución IA Multicanal

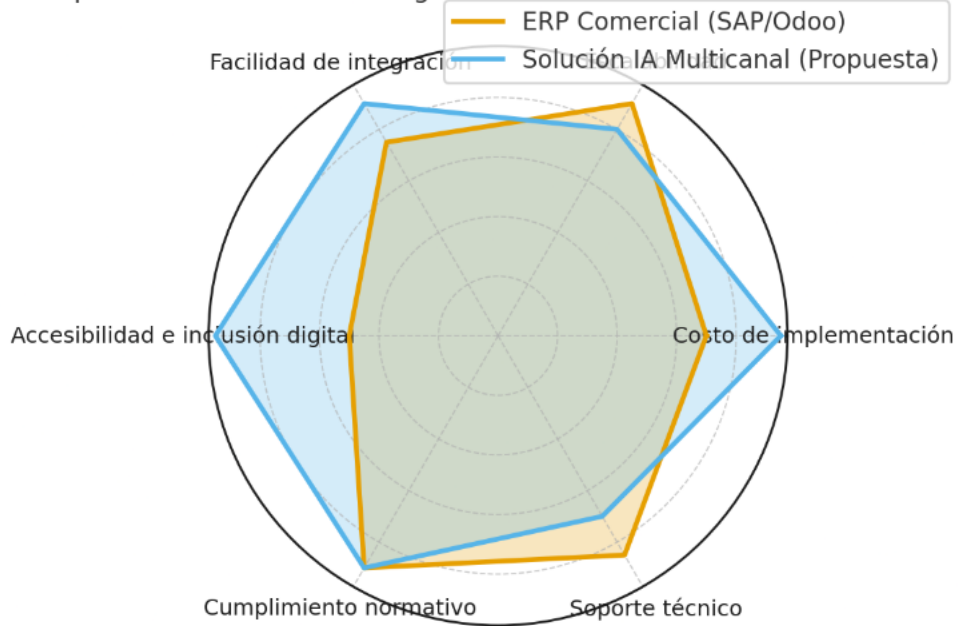


Figura 1. Comparativo de desempeño entre solución ERP comercial y propuesta de IA multicanal (benchmarking).

Conclusiones del Benchmarking:

El benchmarking aplicado permitió sustentar con evidencia comparativa la selección de la solución de inteligencia artificial multicanal como la alternativa óptima para Distrimax. El análisis mostró que, aunque los ERP comerciales ofrecen robustez estructural y soporte especializado, su alto costo, baja flexibilidad y escasa adaptabilidad los hacen menos adecuados en el contexto operativo de la organización.

La solución propuesta se destaca por su viabilidad económica, adaptabilidad tecnológica y enfoque inclusivo, al integrar canales tradicionales (correo electrónico, WhatsApp) con tecnologías de procesamiento de lenguaje natural. Este modelo centraliza y automatiza la gestión de pedidos, promoviendo la transformación digital progresiva y permitiendo que Distrimax evolucione hacia un ecosistema tecnológico más eficiente, escalable y socialmente accesible.

En conclusión, la aplicación del benchmarking validó empíricamente que la alternativa desarrollada en este proyecto ofrece un mayor valor integral, al equilibrar criterios económicos, técnicos y sociales. Esta evidencia consolida la elección de la solución de IA multicanal como el camino más coherente para fortalecer la competitividad, sostenibilidad y digitalización de Distrimax en el sector farmacéutico colombiano..

Sistema De Costos Para Creación De Aplicación Web

Enfoque Analisis de Costos:

El análisis de costos del proyecto de implementación del Agente de Inteligencia Artificial Multicanal para DISTRIMAX se desarrolló con el propósito de determinar la viabilidad económica del sistema, identificando de manera estructurada los recursos requeridos, los costos de inversión inicial y los gastos operativos necesarios para su funcionamiento continuo.

Este análisis se organizó bajo dos categorías financieras fundamentales: **Costos de Inversión Inicial (CAPEX)** y **Costos Operativos (OPEX)**. Esta clasificación permite evaluar de forma clara el esfuerzo financiero necesario para la puesta en marcha del sistema y su sostenibilidad en el tiempo

Costos de inversión inicial:

El CAPEX agrupa los costos asociados a la adquisición, configuración e implementación del sistema durante su fase inicial de despliegue. Estos costos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9

Recurso / Servicio	Descripción	Proveedor	Costo Unitario (USD)
Dominio web	Registro anual del dominio del e-commerce	Hostinger	11
Configuración de infraestructura	Preparación de dominio, DNS y certificados SSL	Hostinger	120
Instalación de WordPress y WooCommerce	Despliegue del sitio e-commerce	Microsoft Azure	200
Orquestación de contenedores	Instalación de Dokploy	Hostinger	240
Configuración de flujos de automatización	Desarrollo de flujos en n8n	Desarrollo propio	400
Total Inversión Inicial (CAPEX)			971 USD

Este valor corresponde al costo mínimo necesario para disponer de un producto mínimo viable completamente funcional.

Costos Operativos:

Los costos operativos corresponden a los gastos mensuales y anuales requeridos para mantener el sistema en funcionamiento, garantizando su disponibilidad, seguridad y rendimiento.

Tabla 10

Servicio	Descripción	Costo Mensual (USD)
VPS Hostinger	Alojamiento del backend y automatización	20
App Service Azure	Alojamiento del sitio web	30
API WhatsApp	Mensajería empresarial	50
Servicios de IA	Uso de modelos de lenguaje y transcripción	20

Poryeccion costos anuales

Tabla 11

Concepto	Costo Anual (USD)
VPS Hostinger	240
App Service Azure	360
API WhatsApp	600
Servicios de IA	240
Total OPEX Anual	1.440 USD

Analisis Total del proyecto el primero año:

Tabla 12

Categoría	Valor (USD)
CAPEX	971
OPEX (12 meses)	1.440
Costo Total Año 1	2.411 USD

Análisis de Viabilidad Económica

El costo total de implementación del sistema durante su primer año de operación, estimado en **2.411 dólares estadounidenses**, representa una inversión altamente competitiva frente a soluciones tradicionales de tipo ERP, cuyo costo de implementación puede superar los 25.000 USD anuales.

Desde el punto de vista financiero, la solución propuesta ofrece una **alta relación costo-beneficio**, al permitir la automatización de pedidos, la reducción de errores humanos, la disminución de tiempos de atención y la optimización del proceso comercial sin incurrir en licencias comerciales onerosas.

Asimismo, al estar basada en tecnologías de software libre y en un modelo de infraestructura flexible, la solución permite una escalabilidad progresiva conforme aumenten las capacidades operativas y financieras de DISTRIMAX.

Aplicación Del Método De Desarrollo

La presente investigación corresponde a un estudio de tipo aplicado, con un enfoque tecnológico y descriptivo-experimental, ya que se orienta al diseño, desarrollo, implementación y validación de una solución de inteligencia artificial multicanal para la automatización de pedidos en la empresa DISTRIMAX. El proyecto no busca únicamente describir una problemática, sino proponer y probar una solución funcional en un entorno real de operación.

El enfoque metodológico es **mixto**, integrando elementos cuantitativos como medición de tiempos de respuesta, precisión del reconocimiento y rendimiento del sistema y cualitativos como percepción de usuarios, facilidad de uso y aceptación del sistema, permitiendo una evaluación integral del impacto de la solución desarrollada.

Modelo Metodológico de Desarrollo

Para la construcción del sistema se adoptó un **modelo metodológico híbrido**, que integra:

- Desarrollo incremental,
- Automatización basada en flujos,
- Arquitectura orientada a servicios,
- Prototipado evolutivo,
- Metodología ágil Scrum.

Este enfoque permitió construir un Producto Mínimo Viable (MVP) funcional, validar los módulos críticos de manera iterativa y mejorar progresivamente la solución a partir de pruebas reales con usuarios.

Fases de Desarrollo del Proyecto

El desarrollo del Agente de Inteligencia Artificial Multicanal para DISTRIMAX se estructuró en cinco fases metodológicas secuenciales, cada una con objetivos, actividades y productos definidos.

Fase I. Exploración y Diagnóstico

El propósito de esta fase fue comprender el entorno operativo real de Distrimax y los procesos actuales de gestión de pedidos.

Se realizó el levantamiento de información mediante observación directa, entrevistas con personal administrativo y revisión de los canales de atención existentes (WhatsApp, llamadas telefónicas, correo electrónico y tienda virtual). A partir de este análisis se identificaron las principales fallas operativas: dispersión de la información, duplicidad de pedidos, alta dependencia de intervención humana, dificultades para procesar notas de voz y ausencia de un sistema centralizado de trazabilidad.

Como resultado de esta fase se formuló el problema de investigación, se delimitó el alcance del MVP y se establecieron los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.

Fase II. Diseño Conceptual y Arquitectónico del Sistema

En esta fase se formalizó la visión técnica de la solución y se definió la arquitectura general del sistema.

Se estableció una arquitectura distribuida conformada por cuatro bloques principales:

1. **Canales de entrada:** WhatsApp, tienda virtual (WooCommerce) y correo electrónico.
2. **Módulo de automatización:** n8n como motor de flujos de orquestación.
3. **Módulo de inteligencia artificial:** Whisper para transcripción de notas de voz y un modelo de lenguaje natural para comprensión semántica.
4. **Sistema de gestión de pedidos:** WooCommerce como plataforma central de registro.

Además, se diseñaron los macroprocesos del sistema, definidos como la secuencia: recepción del mensaje, clasificación del contenido, transcripción (si aplica), extracción semántica, validación de datos, creación del pedido y confirmación al cliente.

En esta fase también se modeló la estructura lógica del e-commerce, definiendo categorías, productos, taxonomías, precios y reglas básicas de inventario.

Fase III. Implementación del Sistema

Esta fase correspondió al desarrollo técnico del MVP y se dividió en dos grandes componentes: frontend y backend.

Implementación del sitio web (WordPress + WooCommerce)

Se realizó la configuración del dominio, despliegue del App Service en Azure, instalación de WordPress y parametrización de WooCommerce. Se cargó el catálogo inicial de productos, se

configuraron políticas de privacidad, certificados SSL y estructura de navegación optimizada para dispositivos móviles.

El sitio fue diseñado bajo principios de usabilidad, accesibilidad y navegación simplificada, actuando tanto como catálogo de productos como punto de integración con el agente automatizado.

Implementación del agente automatizado (n8n)

Se desarrolló el flujo principal del agente, denominado internamente Agente_Ecommerce_v1.5, encargado de:

- Recibir mensajes desde WhatsApp mediante Evolution API.
- Clasificar el tipo de entrada (texto, audio o imagen).
- Transcribir notas de voz utilizando Whisper.
- Analizar semánticamente los mensajes mediante un modelo de lenguaje.
- Consultar productos en WooCommerce.
- Crear pedidos automáticamente.
- Construir respuestas estructuradas para el usuario.

Cada subproceso fue probado de forma independiente antes de integrarse en un único flujo automatizado.

Fase IV. Integración Técnica del Sistema

En esta fase se garantizó el funcionamiento conjunto de todos los módulos tecnológicos.

Se realizaron pruebas de integración entre WhatsApp, Evolution API, n8n, WooCommerce, Redis y PostgreSQL. Se validaron los tokens de autenticación, los webhooks, la creación correcta de pedidos y la sincronización de datos en tiempo real.

Asimismo, se ajustaron los prompts del modelo de lenguaje para mejorar la extracción de información en lenguaje farmacéutico y se implementaron mecanismos de recuperación de errores, como solicitudes automáticas de repetición de mensajes cuando la información era insuficiente.

Fase V. Pruebas y Validación del Sistema

La fase final consistió en la validación técnica y operativa del MVP mediante pruebas reales.

Se ejecutaron pruebas funcionales con pedidos simulados y reales provenientes de droguerías piloto. Se evaluó:

- Precisión en la transcripción de notas de voz.
- Exactitud en la identificación de productos y cantidades.
- Tiempo promedio de respuesta.
- Estabilidad del sistema bajo carga simultánea.
- Correcta creación de órdenes en WooCommerce.

Posteriormente, se aplicaron mejoras basadas en los resultados, tales como ajuste del lenguaje farmacéutico, optimización de los flujos de transcripción, refinamiento de la plantilla de confirmación automatizada y mejora del rendimiento del VPS.

Uso de la Metodología Ágil Scrum

El proyecto se apoyó en el enfoque ágil Scrum para organizar y gestionar el desarrollo. Se construyó un Product Backlog, conformado por las Historias de Usuario priorizadas según su impacto en la operación.

Cada historia de usuario fue definida con sus respectivos criterios de aceptación, responsables y atributos de calidad. Estas historias sirvieron como base para la planificación de

iteraciones cortas de desarrollo, permitiendo validar continuamente la funcionalidad del sistema y realizar mejoras progresivas.

Técnicas de Recolección y Análisis de Información

Las principales técnicas empleadas fueron:

- Observación directa de los procesos operativos.
- Entrevistas al personal administrativo.
- Pruebas controladas del sistema en entorno real.
- Benchmarking de soluciones ERP frente a la solución propuesta.
- Análisis de métricas de desempeño del sistema.

Resultado Metodológico

La aplicación de este modelo metodológico permitió construir un sistema funcional, escalable y validado en un entorno real, demostrando que la automatización basada en inteligencia

artificial es viable, eficiente y socialmente pertinente para una empresa distribuidora farmacéutica como Distrimax.

Análisis De Arquitectura Y Diseño

La arquitectura del sistema desarrollado para Distrimax se diseñó bajo un enfoque orientado a servicios (SOA), con una estructura distribuida y modular, que permite la integración de múltiples componentes tecnológicos de manera escalable, segura y eficiente. Este enfoque posibilita que cada módulo opere de forma independiente, pero mantenga una comunicación sincronizada mediante interfaces de programación de aplicaciones (API).

La solución se soporta sobre una arquitectura multicanal, en la cual confluyen los distintos medios de interacción del cliente (WhatsApp, tienda virtual y correo electrónico), centralizando toda la gestión de pedidos en una única plataforma administrativa. Esta estructura permite garantizar interoperabilidad, trazabilidad, escalabilidad y alto nivel de disponibilidad, principios fundamentales para sistemas de automatización en entornos comerciales del sector farmacéutico.

La arquitectura del sistema está compuesta por cuatro grandes bloques funcionales, los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 13

Bloque	Componente	Descripción Funcional	Tecnología Implementada
Canales de entrada	WhatsApp	Canal principal de recepción de pedidos por texto y voz	WhatsApp Business API – Evolution API
Canales de entrada	Tienda virtual	Plataforma de consulta de productos y pedidos manuales	WordPress + WooCommerce
Automatización	Motor de flujos	Orquestación de procesos,	n8n

		validaciones y decisiones lógicas	
Inteligencia Artificial	Transcripción de voz	Conversión automática de notas de voz en texto	Whisper
Inteligencia Artificial	Comprensión semántica	Identificación de intención y extracción de datos del pedido	Modelo de Lenguaje (LLM)
Persistencia de datos	Base de datos principal	Almacenamiento de pedidos, clientes y trazabilidad	PostgreSQL
Persistencia de datos	Memoria temporal	Gestión de colas, sesiones y estados temporales	Redis

Arquitectura Del Software

Diagrama De Contexto:

El diagrama de contexto representa la interacción del sistema con los actores y plataformas externas. En este modelo, el cliente interactúa con Distrimax a través de WhatsApp o la tienda virtual. Estas solicitudes son procesadas por el sistema de automatización y validadas mediante inteligencia artificial, generando como salida la creación del pedido en WooCommerce y la respuesta automática al usuario.

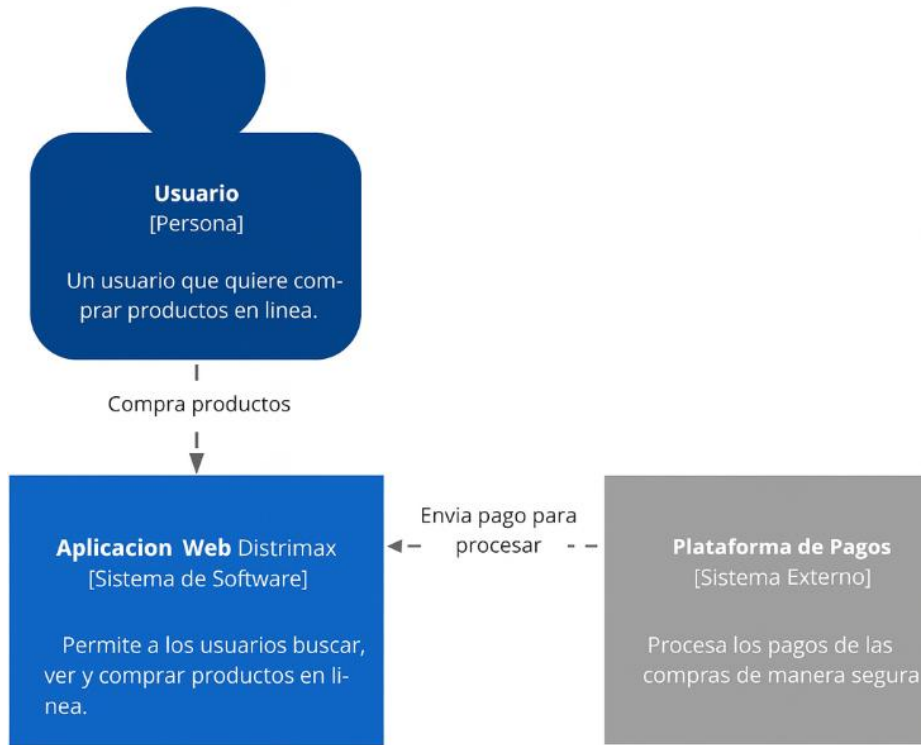


Figura 2. Diagrama de contexto del sistema multicanal de DISTRIMAX.
 Nota. Elaboración propia basada en la arquitectura del proyecto (2025).

Diagrama De Contenedores

El diagrama de contenedores describe la distribución de los principales servicios dentro de la infraestructura tecnológica. Cada contenedor representa un servicio independiente que se comunica por medio de APIs seguras.

Tabla 14

Contenedor	Función Principal	Ubicación	Tecnología
Contenedor n8n	Automatización de flujos	VPS Hostinger	Docker
Contenedor PostgreSQL	Persistencia de pedidos	VPS Hostinger	Docker
Contenedor Redis	Cache y cola de procesos	VPS Hostinger	Docker
Contenedor Evolution API	Gateway de WhatsApp	VPS Hostinger	Docker
App Service WordPress	Tienda virtual	Microsoft Azure	WordPress + WooCommerce

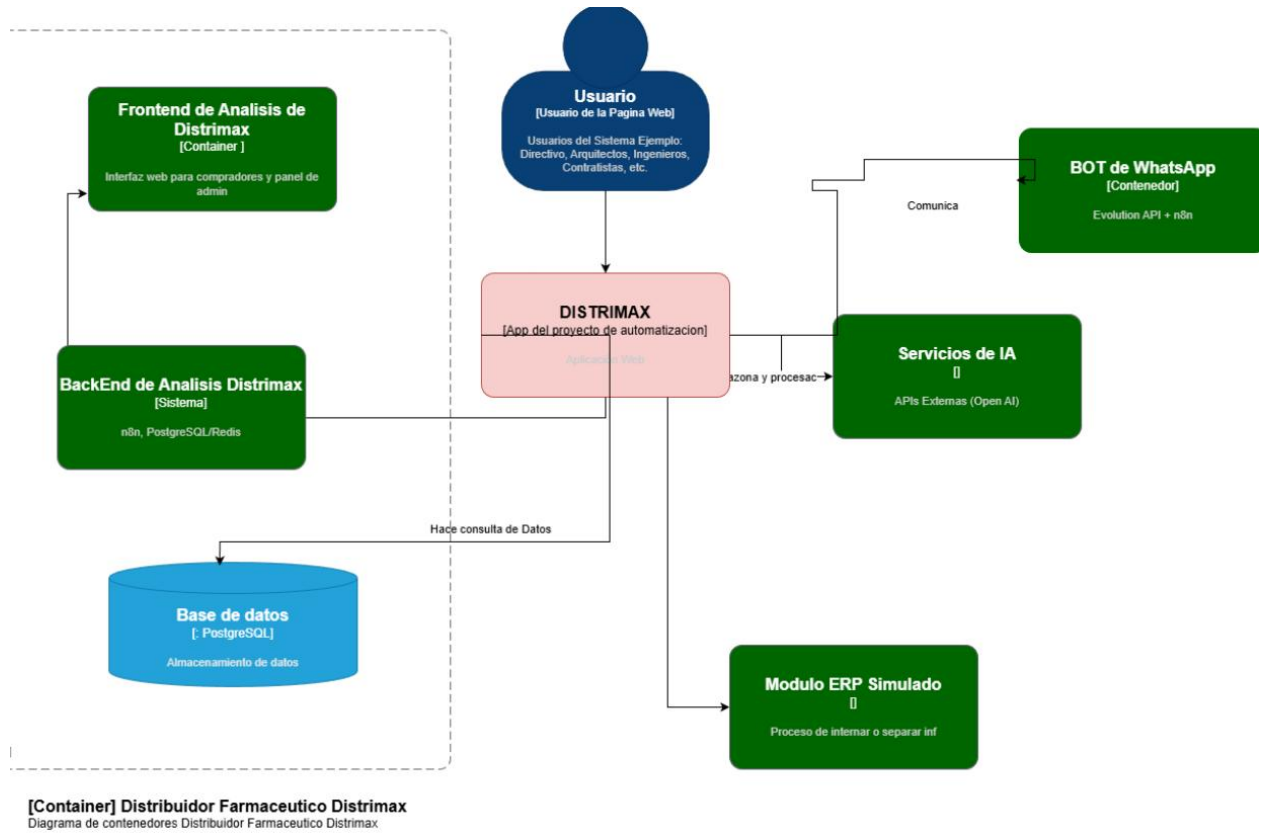


Figura 3. Diagrama de contenedores del sistema DISTRIMAX.
 Nota. Elaboración propia (2025).

Diagrama De Componentes

Este modelo representa la interacción interna entre los módulos lógicos del sistema.

Tabla 15

Módulo	Función	Entrada	Salida
Módulo de recepción	Captura mensajes de usuarios	Texto, voz	Mensaje estructurado
Módulo de transcripción	Convierte audio en texto	Audio WhatsApp	Texto
Módulo de análisis semántico	Interpreta intención	Texto transcrito	Datos del pedido
Módulo de validación	Verifica coherencia de datos	Pedido preliminar	Pedido validado

Módulo de gestión de pedidos	Registra pedido	Datos validados	Pedido en WooCommerce
Módulo de respuesta	Envía confirmación	Pedido creado	Mensaje al cliente

Figura 4. Diagrama de componentes del sistema de automatización de Distrimax.
 Nota. Elaboración propia (2025).

La arquitectura propuesta permite una integración robusta entre mensajería instantánea, comercio electrónico e inteligencia artificial, garantizando que los pedidos sean procesados de forma automática, segura y trazable. El diseño modular facilita la escalabilidad futura del sistema y la posibilidad de incorporar nuevos canales, como aplicaciones móviles o integración directa con sistemas ERP, sin afectar la estructura base del proyecto.

Prototipo No Funcional

Consideraciones De UX/UI

Diseño Centrado En El Usuario

La interfaz de DISTRIMAX ha sido pensada para facilitar el acceso a medicamentos de forma clara, segura y eficiente. Desde la página de inicio hasta la confirmación de compra, cada sección guía al usuario con textos directos como “Comprar” o “Ver producto”, reduciendo fricciones y mejorando la toma de decisiones. El foco visual recae en productos destacados, precios y beneficios como envío gratuito, generando confianza desde el primer contacto.

Jerarquía Visual Clara

Se han aplicado principios de jerarquía tipográfica para destacar títulos, marcas y precios. Los encabezados usan una fuente sans-serif legible en peso fuerte, mientras que los detalles del producto y descripciones usan pesos y tamaños más bajos para mantener una lectura ágil y visualmente equilibrada. Los botones de acción se distinguen mediante colores contrastantes y tamaño prominente.

Paleta De Colores Coherente Y Emocional

Los colores corporativos de Distrimax giran en torno a tonos verdes institucionales y blancos, asociados a salud, seguridad y transparencia. Estos se complementan con imágenes vibrantes de productos, generando un entorno visualmente confiable y profesional. El contraste es alto para facilitar la lectura en todo tipo de dispositivos.

Animaciones Suaves Y Útiles

La interfaz incorpora animaciones discretas (slideInLeft, aparecerZoom, etc.) que mejoran la experiencia sin distraer. Estas transiciones ayudan a captar la atención y guían el flujo visual, especialmente en elementos como los bloques informativos o los resultados del análisis.

Interacciones Guiadas Y Progresivas

El flujo del usuario está optimizado para lograr una compra rápida pero informada:

Búsqueda por palabra clave con autocompletado.

Filtros por precio, marca y categoría.

Botones prominentes de "Comprar" debajo de cada producto.

Proceso de pago simplificado, visible y accesible desde cualquier punto.

Testimonios y beneficios estratégicamente ubicados antes del pie de página para reforzar la decisión de compra.

Animaciones Suaves y Funcionales

El diseño incluye animaciones sutiles al cargar secciones, al pasar el cursor por productos o al agregar ítems al carrito. Estas interacciones brindan retroalimentación inmediata sin distraer del objetivo principal: navegar y adquirir productos.

Responsive Design

El prototipo es completamente adaptable a móviles, tablets y escritorio. El menú superior colapsa en vista móvil, el grid de productos se reorganiza de 4 a 2 columnas, y los filtros se agrupan por acordeones para mantener claridad sin sacrificar funcionalidad.

Accesibilidad y Buenas practicas

Se han utilizado etiquetas semánticas como <nav>, <main>, <section>, y se han cuidado los contrastes para personas con baja visión. Además, el sitio cuenta con textos alternativos en imágenes, mensajes de estado claros (como “Producto agregado al carrito”) y botones suficientemente grandes para navegación táctil.

Estilo Visual y Etica

Distrimax emplea un estilo limpio, enfocado en presentar los medicamentos de forma profesional y sin elementos innecesarios. El espacio en blanco, la alineación central de los contenidos y el uso de fotografías reales de los productos aseguran claridad visual. Además, se destacan aspectos éticos como la certificación médica, envío garantizado y cumplimiento legal, reforzando la transparencia y responsabilidad sanitaria del sitio.

Mockups - Wireframes

El diseño fue planteado sobre una rejilla de doce columnas, dividiendo claramente:

- Encabezado (logo, buscador, iconos de cuenta y carrito).
- Menú de navegación con subcategorías desplegadas.
- Cuerpo central con destacados, promociones y testimonios.
- Sección de productos con filtros laterales (en escritorio) o flotantes (en móvil).
- Pie de página con enlaces, políticas y redes sociales.

Las pruebas de diseño comenzaron en baja fidelidad para testear el recorrido de compra, simulando comportamientos como errores de stock o respuestas ante intentos de pago fallidos. Posteriormente se construyeron las versiones visuales en alta fidelidad con foco en contraste, legibilidad y reducción de pasos para llegar al checkout.

Mockups Distrimax

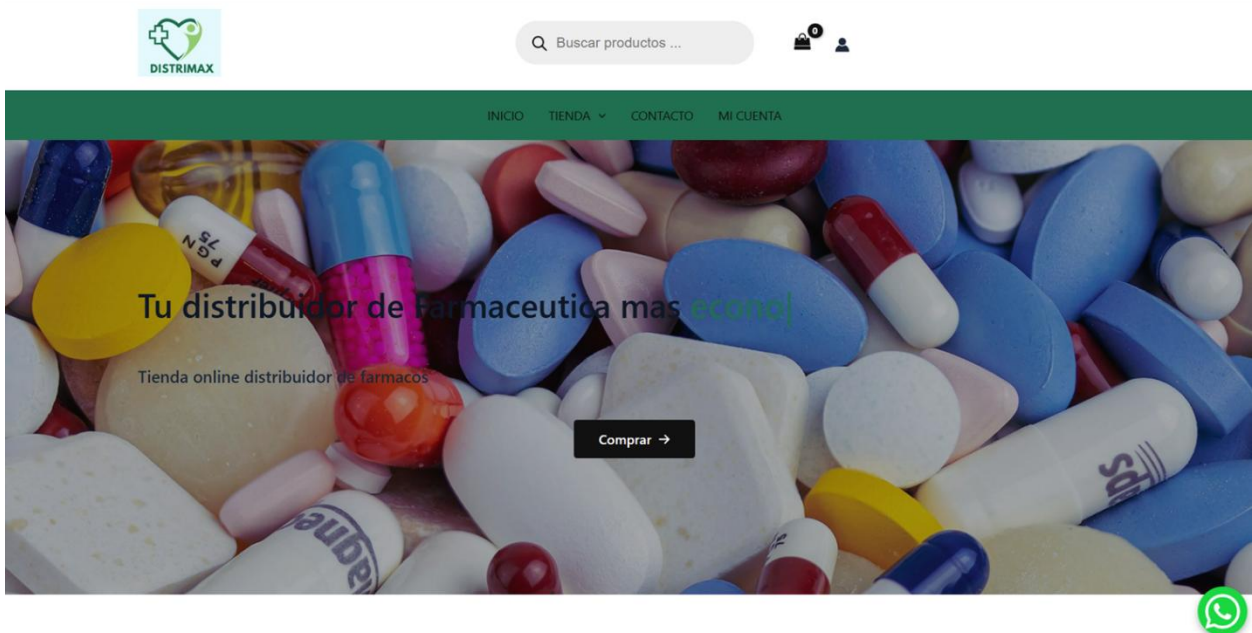


Figura 5. Mockup sitio de Distrimax.

Nota. Elaboración propia (2025).

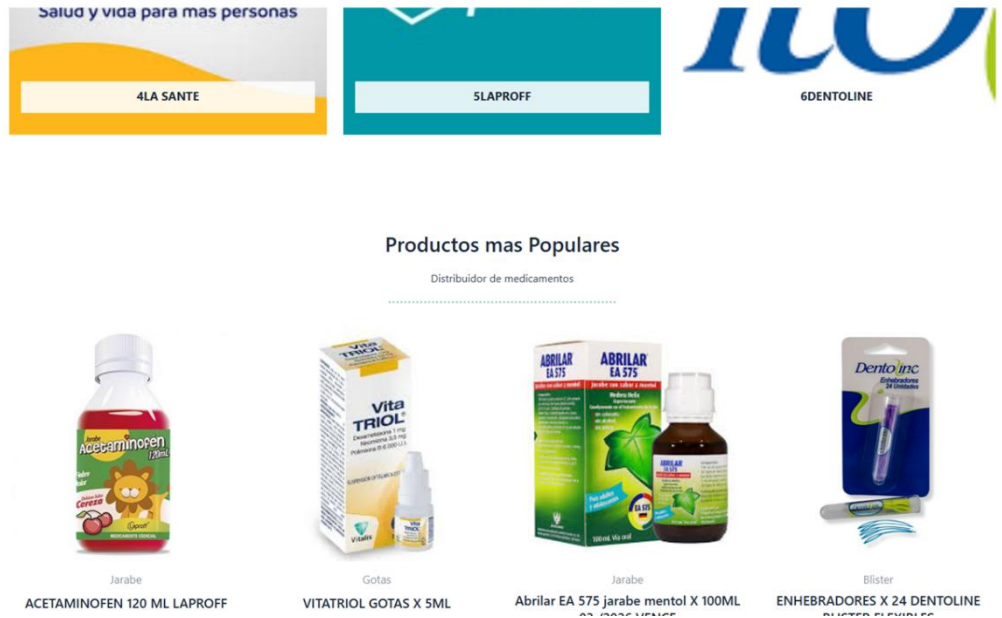


Figura 6. Mockup sitio de DISTRIMAX.
 Nota. Elaboración propia (2025).

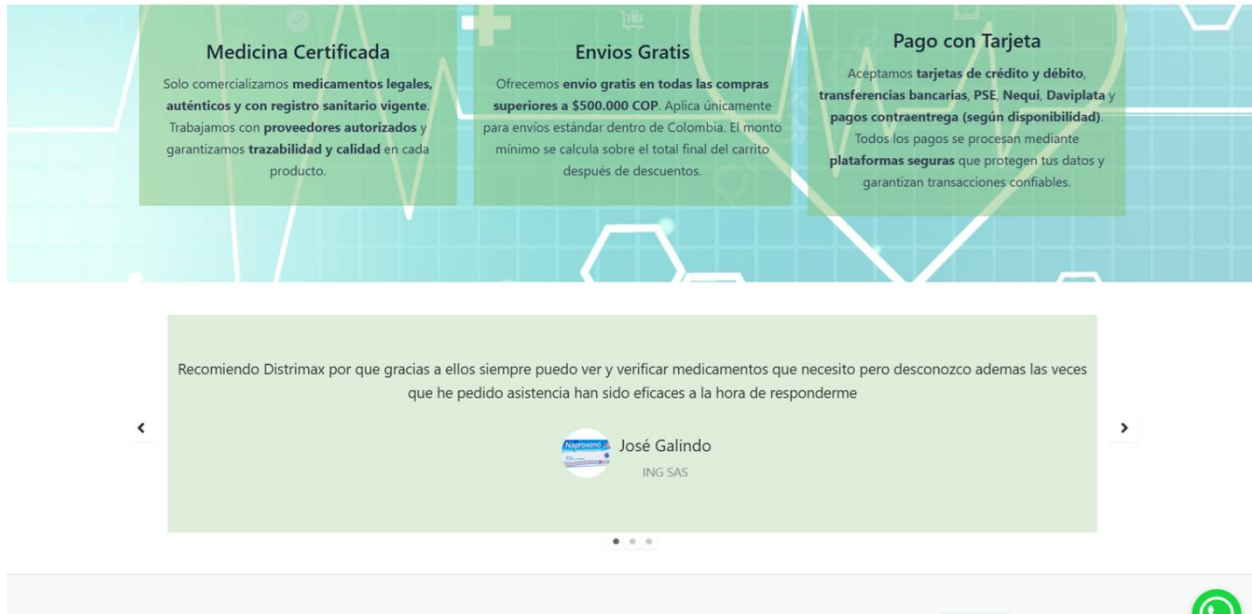


Figura 7. Mockup sitio de Distrimax.

Nota. Elaboración propia (2025).

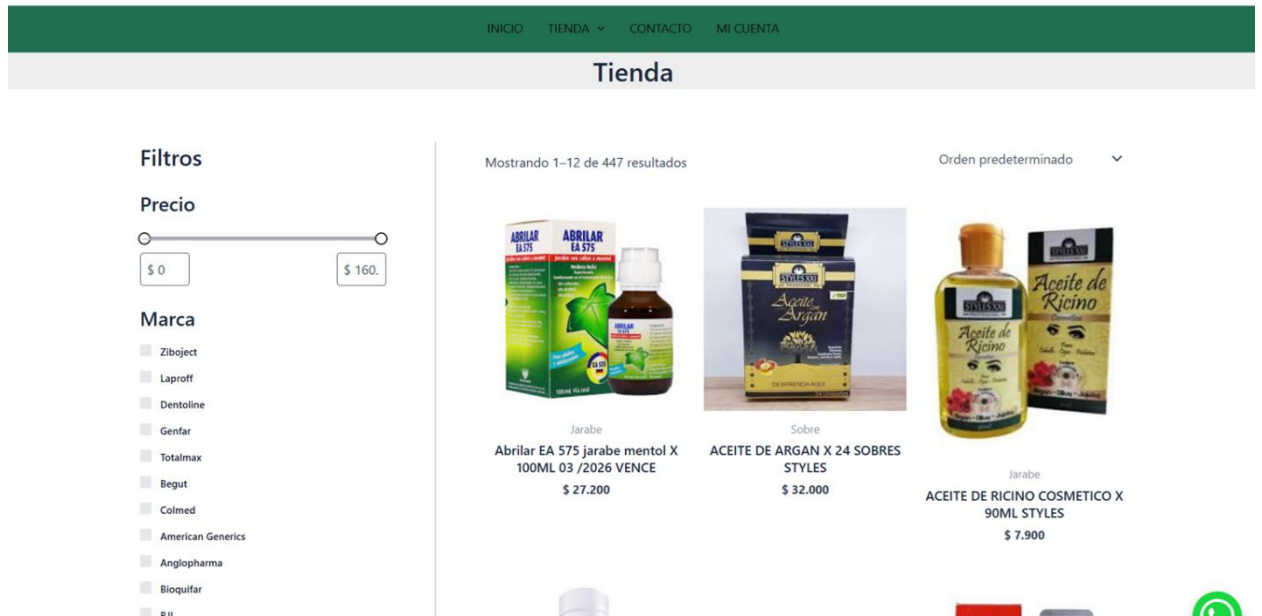


Figura 8. Mockup sitio de DISTRIMAX.
Nota. Elaboración propia (2025).

Implementación

Visión General

La implementación del ecosistema de automatización para Distrimax no se limita a ensamblar servicios técnicos: constituye la construcción de una experiencia completa, humana, funcional y fluida que acompaña al usuario desde su primer mensaje por WhatsApp hasta la creación final de un pedido en la tienda virtual.

Enfoque General de la Implementación

La implementación del Agente de Inteligencia Artificial Multicanal para Distrimax se desarrolló bajo un enfoque modular, distribuido y escalable, conforme a la arquitectura definida previamente. El proceso de implementación no se limitó a la configuración tecnológica de los componentes, sino que integró criterios de usabilidad, seguridad, rendimiento e interoperabilidad, garantizando que el sistema pudiera operar en condiciones reales de trabajo dentro de la empresa.

El sistema fue desplegado sobre una infraestructura híbrida que integra servicios en la nube y servidores virtuales privados, asegurando disponibilidad continua, capacidad de expansión futura y separación funcional de responsabilidades entre frontend, backend, automatización e inteligencia artificial.

Implementación del Frontend (Plataforma de Comercio Electrónico)

El frontend del sistema fue implementado sobre la plataforma WordPress, utilizando el plugin WooCommerce como motor principal de comercio electrónico. Esta plataforma actúa como el punto central de visualización de productos, registro de pedidos y administración operativa del sistema.

El sitio web de DISTRIMAX fue configurado inicialmente sobre un App Service en Microsoft Azure, bajo el modelo de pago por uso, garantizando escalabilidad automática y disponibilidad permanente. Se realizó la instalación del gestor de contenidos WordPress, seguida de la configuración estructural de WooCommerce, donde se definieron las categorías de productos, fichas técnicas, precios, stock y reglas básicas de inventario.

El diseño de la interfaz se desarrolló bajo criterios de accesibilidad, navegación intuitiva y adaptación a múltiples dispositivos, asegurando una experiencia de usuario fluida tanto en computadores de escritorio como en dispositivos móviles. Se priorizó la claridad visual del catálogo, la rapidez en la consulta de productos y la simplicidad del proceso de compra manual, sin sobrecarga de elementos gráficos innecesarios.

Desde el punto de vista funcional, el frontend cumple dos roles esenciales: servir como catálogo público para la consulta de medicamentos y actuar como plataforma central donde se registran automáticamente los pedidos generados por el agente de inteligencia artificial.

Implementación del Backend y Automatización del Sistema

El backend del sistema está constituido por un entorno de servicios desplegado sobre un servidor virtual privado (VPS) provisto por Hostinger, donde se alojan los componentes críticos de automatización, persistencia de datos y mensajería.

En este entorno se implementó el orquestador de contenedores Dokploy, mediante el cual se gestionó el despliegue y monitoreo de los diferentes servicios del sistema. Cada componente fue desplegado en contenedores independientes bajo tecnología Docker, permitiendo aislar responsabilidades, garantizar estabilidad operativa y facilitar la escalabilidad futura.

El motor central de automatización del sistema fue desarrollado utilizando la plataforma n8n, la cual permite la construcción de flujos de trabajo basados en eventos. En estos flujos se integran las entradas provenientes de WhatsApp, el procesamiento mediante inteligencia artificial, la validación de información y la creación automática de pedidos en WooCommerce.

El flujo principal del sistema, denominado internamente Agente_Ecommerce_v1.5, se encarga de recibir, procesar, interpretar y responder las solicitudes de los usuarios, ejecutando de forma automática todas las etapas previamente definidas en la arquitectura.

Implementación del Módulo de Inteligencia Artificial

El módulo de inteligencia artificial cumple dos funciones fundamentales dentro del sistema: la transcripción automática de notas de voz y la interpretación semántica de los mensajes de los clientes.

Para la transcripción de audio se integró el modelo Whisper, el cual permite convertir automáticamente las notas de voz recibidas desde WhatsApp en texto legible. Este proceso se ejecuta de forma automática dentro del flujo de n8n, permitiendo que la información verbal del usuario pueda ser tratada posteriormente por el modelo de comprensión semántica.

Para la interpretación del lenguaje natural se utilizó un modelo de lenguaje de gran escala (LLM), encargado de identificar la intención del mensaje, reconocer los productos solicitados, determinar las cantidades y extraer los datos relevantes para la creación del pedido. Este modelo opera sobre los textos recibidos, tanto los ingresados directamente por el usuario como aquellos generados a partir de la transcripción de audio.

El sistema fue ajustado específicamente al contexto farmacéutico de Distrimax mediante la adaptación de los prompts y parámetros semánticos, permitiendo una mayor precisión en la identificación de medicamentos, presentaciones y unidades de medida.

Implementación del Módulo de Mensajería (WhatsApp)

La integración con el canal de mensajería instantánea se realizó mediante el uso de la API oficial de WhatsApp a través de la plataforma Evolution API. Esta solución actúa como intermediario entre WhatsApp y los flujos de automatización de n8n, permitiendo la recepción y envío de mensajes de forma segura y controlada.

A través de esta integración, el sistema puede recibir mensajes en formato de texto, audio e imagen, permitiendo una interacción flexible con los clientes. Asimismo, permite el envío de mensajes estructurados de confirmación, solicitudes de corrección y respuestas generadas por el agente de inteligencia artificial.

Desde el punto de vista de seguridad, esta integración garantiza el uso de canales cifrados y autenticación mediante tokens, cumpliendo los requisitos de protección de datos personales establecidos en la normativa colombiana.

Implementación de la Persistencia de Datos

La persistencia de la información del sistema se implementó mediante el uso de dos tecnologías complementarias: PostgreSQL y Redis.

PostgreSQL fue utilizado como base de datos relacional principal para el almacenamiento permanente de pedidos, clientes, trazabilidad de transacciones y registros operativos del sistema.

Esta base de datos garantiza integridad transaccional, consistencia de la información y soporte para auditorías futuras.

Redis fue implementado como sistema de memoria temporal para la gestión de sesiones, almacenamiento de historiales conversacionales y manejo de colas de procesamiento. Su uso permitió mejorar significativamente el rendimiento del sistema, reduciendo los tiempos de respuesta en escenarios de carga simultánea.

Integración de los Componentes del Sistema

La integración de todos los componentes se realizó de forma progresiva y controlada, validando en cada etapa que la comunicación entre módulos se realizara sin pérdida de información. La integración entre WhatsApp, Evolution API y n8n permitió la recepción de mensajes en tiempo real; la integración entre n8n y WooCommerce permitió la creación automática de pedidos; y la integración entre los módulos de inteligencia artificial aseguró la interpretación correcta de la información recibida por los clientes.

El resultado de esta integración es un sistema completamente funcional que permite recibir solicitudes por canales digitales, procesarlas mediante inteligencia artificial y generar pedidos automáticos dentro del sistema de comercio electrónico de Distrimax.

Resultado de la Implementación

Como resultado del proceso de implementación se obtuvo un **Producto Mínimo Viable (MVP)** completamente funcional, capaz de:

- Recibir pedidos por WhatsApp mediante texto y voz.
- Interpretar solicitudes mediante inteligencia artificial.
- Crear automáticamente pedidos en WooCommerce.
- Enviar confirmaciones al usuario.
- Mantener trazabilidad de cada transacción.

Este resultado valida de manera práctica la viabilidad técnica del sistema propuesto y demuestra que la automatización basada en inteligencia artificial es aplicable de forma eficiente en el contexto real de Distrimax.

Pruebas Y Calidad Del Software

Enfoque de Aseguramiento de la Calidad

El aseguramiento de la calidad del software desarrollado para el Agente de Inteligencia Artificial Multicanal de DISTRIMAX se abordó como un proceso transversal a todas las fases de implementación, con el propósito de garantizar el correcto funcionamiento del sistema, su estabilidad operativa, la confiabilidad de los resultados y la satisfacción del usuario final.

La evaluación de la calidad no se limitó únicamente a la verificación técnica del código, sino que incluyó pruebas funcionales, pruebas de integración, pruebas de rendimiento, pruebas de usabilidad y validaciones de seguridad, permitiendo una valoración integral del comportamiento del sistema en condiciones reales de operación.

Pruebas Funcionales del Sistema

Las pruebas funcionales tuvieron como objetivo verificar que cada una de las funcionalidades definidas en el análisis de requerimientos fue correctamente implementada y respondía de manera adecuada ante solicitudes reales de los usuarios.

Las validaciones se realizaron mediante simulaciones controladas y pedidos reales enviados desde droguerías piloto a través del canal de WhatsApp, así como pedidos manuales generados directamente desde la tienda virtual de WooCommerce. Se evaluaron de forma

prioritaria las funciones de recepción de mensajes, transcripción de notas de voz, interpretación semántica, creación automática de pedidos y envío de confirmaciones al cliente.

Tabla 16

Funcionalidad Evaluada	Entrada de Prueba	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
Recepción de mensajes por WhatsApp	Mensaje de texto con solicitud de productos	Captura del mensaje por n8n	Correcta
Transcripción de nota de voz	Audio con pedido verbal	Conversión automática a texto	Correcta
Análisis semántico	Texto con productos y cantidades	Identificación precisa de pedido	Correcta
Creación de pedido	Datos completos del cliente	Registro automático en WooCommerce	Correcta

Envío de confirmación	Pedido creado	Mensaje de confirmación al cliente	de al	Correcta
-----------------------	---------------	------------------------------------	-------	----------

Los resultados obtenidos en esta fase demostraron una correcta correspondencia entre los requerimientos funcionales definidos y el comportamiento real del sistema.

Pruebas de Integración

Las pruebas de integración permitieron verificar la correcta comunicación entre los distintos módulos tecnológicos que componen el sistema: WhatsApp, Evolution API, n8n, WooCommerce, Redis, PostgreSQL y los servicios de inteligencia artificial.

Se validó que los mensajes enviados desde WhatsApp fueran correctamente recibidos por Evolution API, transferidos a los flujos de n8n, procesados por los módulos de inteligencia artificial y finalmente registrados como pedidos en WooCommerce sin pérdida de información ni errores de sincronización.

Asimismo, se comprobó que la información transitoria almacenada en Redis fuera correctamente recuperada y consolidada en PostgreSQL, garantizando la trazabilidad completa de cada proceso.

Pruebas de Rendimiento y Estabilidad

Las pruebas de rendimiento evaluaron la capacidad del sistema para responder de forma oportuna ante múltiples solicitudes simultáneas. Durante estas pruebas se simularon conversaciones concurrentes desde diferentes dispositivos, incluyendo solicitudes con texto, notas de voz y consultas de productos.

Los resultados evidenciaron que el sistema mantuvo tiempos promedio de respuesta entre tres y cinco segundos, incluso durante escenarios de carga moderada. El servidor virtual privado (VPS) se mantuvo estable durante sesiones prolongadas de prueba, sin presentar caídas del servicio ni pérdida de información.

Estos resultados permiten afirmar que el sistema cumple con los requerimientos de rendimiento y disponibilidad definidos en la etapa de análisis.

Pruebas de Usabilidad

Las pruebas de usabilidad se realizaron con un grupo reducido de usuarios reales pertenecientes a droguerías aliadas de Distrimax. Los participantes interactuaron con el sistema a través de WhatsApp, realizando pedidos completos, consultas de productos y correcciones de información.

Los usuarios destacaron principalmente la facilidad de uso del sistema, la rapidez de respuesta del agente y la claridad de los mensajes de confirmación. Asimismo, se evidenció que la posibilidad de realizar pedidos mediante notas de voz representa una mejora significativa para usuarios con baja alfabetización digital.

Pruebas de Seguridad

Las pruebas de seguridad se orientaron a verificar la protección de los datos personales de los usuarios y la integridad de la información transmitida entre los distintos módulos del sistema. Se validó el uso de protocolos de comunicación cifrada, autenticación mediante tokens y control de acceso a los servicios de backend.

Asimismo, se verificó que los datos de los clientes almacenados en PostgreSQL cumplieran con los principios de confidencialidad, integridad y disponibilidad establecidos en la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales en Colombia.

Análisis de Resultados de las Pruebas

En términos generales, los resultados obtenidos durante el proceso de pruebas demuestran que el Agente de Inteligencia Artificial Multicanal para Distrimax cumple con los criterios de calidad definidos para su operación en entorno real. El sistema mostró altos niveles de fiabilidad

en la interpretación de solicitudes, estabilidad en su infraestructura tecnológica, adecuada usabilidad para los clientes y un correcto cumplimiento de las normas de seguridad de la información.

Las observaciones obtenidas durante las pruebas fueron utilizadas para realizar ajustes en los flujos de automatización, mejorar la interpretación del lenguaje farmacéutico y optimizar las plantillas de respuesta automática del sistema.

Tabla 17. Pruebas de Recepción y Procesamiento Multimodal

Prueba	Entrada Simulada	Resultado o Esperado	Salida Obtenida en n8n	Resultado Final
Recepción correcta de mensaje por WhatsApp	Mensaje de texto válido	Sistema almacena el mensaje en Redis con el chatId y	Nodo push mensaje registra el mensaje en la clave	Exitoso

		timestamp correctos	chat: {chatId} en Redis	
Recepción de nota de voz	Audio en formato .ogg desde WhatsApp	Nodo descargar audio descarga el archivo, convertir audio lo transforma y OpenAI (Whisper) devuelve texto	Salida del nodo Whisper: "Quisiera 2 amoxicilina y 1 ibuprofeno"	Exitoso
Audio ininteligible	Nota de voz con ruido ambiental extremo	Sistema no puede transcribir → nodo AI Agent1 genera mensaje de error	Salida : "No entendí tu mensaje. ¿Podrías repetirlo?"	Exitoso

<p>Formato de audio no soportado</p>	<p>Intento de enviar .mp3</p>	<p>Nodo Switch no enruta a Whisper → sistema ignora o responde erróneamente</p>	<p>Salida : "Formato de audio no compatible."</p>	<p>Exitoso</p>
<p>Figura</p>	<p>9:</p>	<p>Prueba Webhook1</p>	<p>y push</p>	<p>mensaje</p>

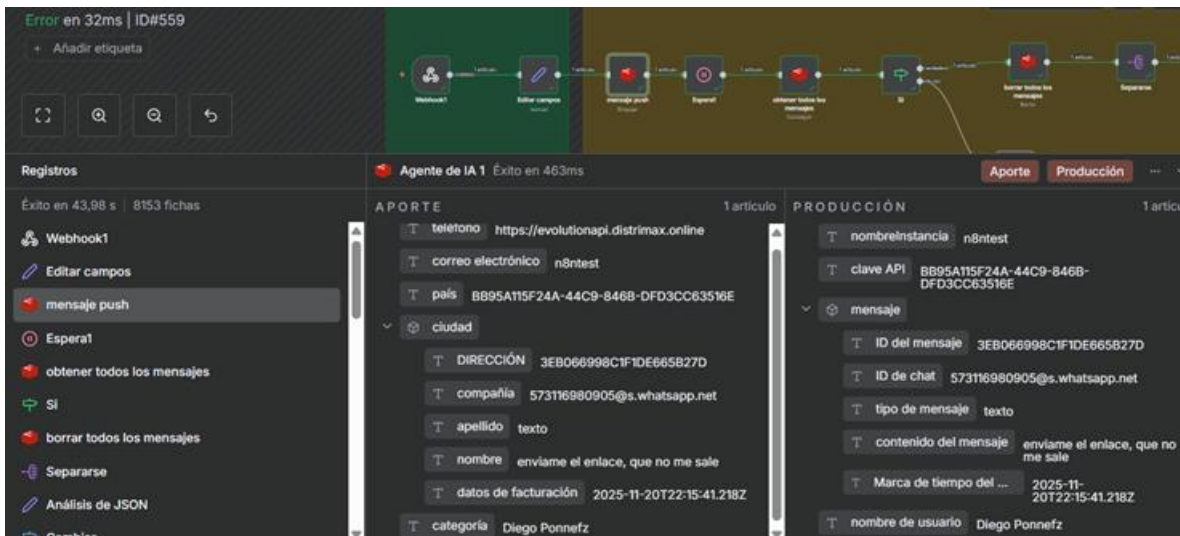


Figura 10: Prueba Whisper (Transcripción de Voz)



Tabla 18. Pruebas de Extracción de Intención y Datos del Pedido

Prueba	Entrada Simulada	Resultado Esperado	Salida Obtenida en n8n	Resultado Final

Extracción correcta de intención y productos	"Necesito 3 cajas de amoxicilina"	Nodo Information Extractor1 devuelve JSON con intención: "finalizar_compra", productos: ["amoxicilina"], cantidades: [3]	Salida correcta con todos los campos	Exitoso
Mensaje ambiguo	"Tengo fiebre"	Sistema no detecta productos → solicita aclaración	Salida: "¿Qué medicamentos necesitas para la fiebre?"	Exitoso
Falta de cantidad	"Necesito paracetamol"	Sistema detecta producto pero no cantidad	Salida: "¿Cuántas unidades de	Exitoso


		→ solicita cantidad	paracetamol necesitas?"	
Figura	11:	Prueba	Information	Extractor1
				

Tabla 19. Pruebas de Integración con WooCommerce

Prueba	Entrada Simulada	Resultado Esperado	Salida Obtenida	Resultado Final
--------	------------------	--------------------	-----------------	-----------------

Creación exitosa de pedido	JSON con productos, cantidades y cliente válidos	Nodo Asistente de Ventas1 crea orden en WooCommerce con canal_origen: "WhatsApp"	Orden #20345 visible en panel de WooCommerce	Exitoso
Producto agotado	Pedido que incluye producto con stock=0	Sistema notifica al cliente y no crea la orden	Salida: "Lo sentimos, el producto X está agotado."	Exitoso
Búsqueda de productos	"Busca algo para el dolor de cabeza"	Nodo Asistente de Ventas2 devuelve lista de productos relevantes con URLs	Salida: lista con enlaces a ibuprofeno y paracetamol	Exitoso

Figura 12: Prueba Asistente de Ventas1 (Creación de Pedido)

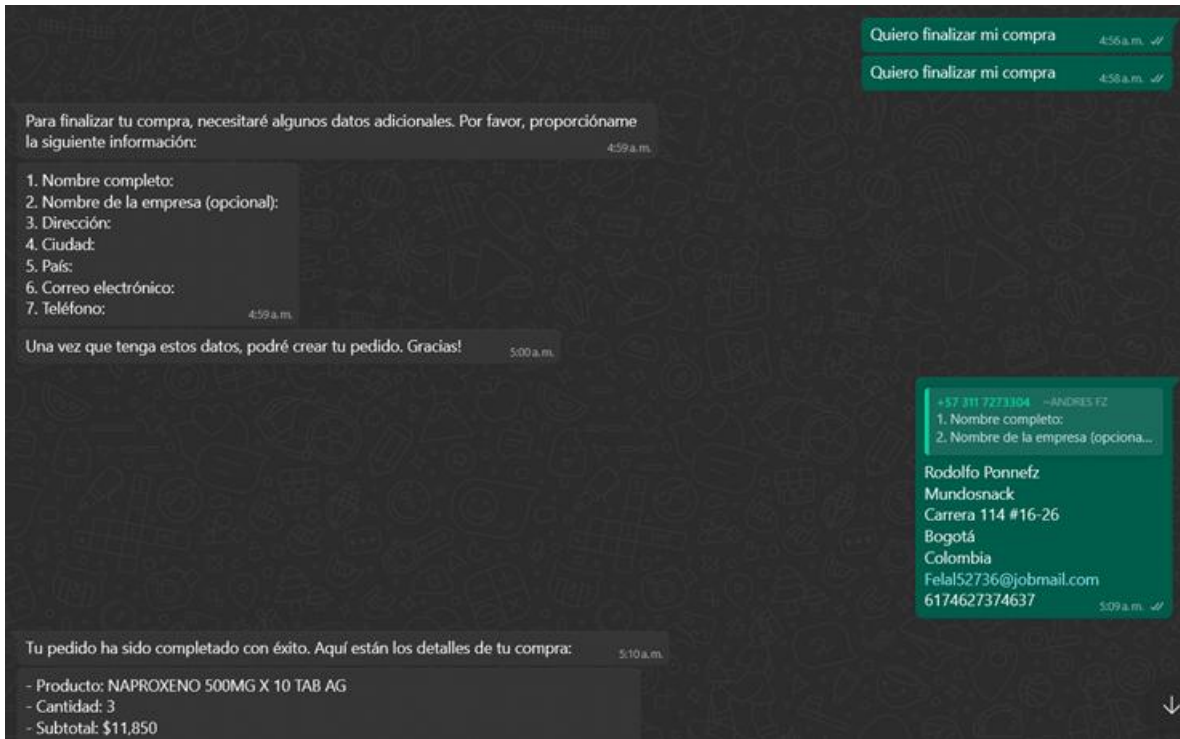


Figura 13: Prueba Asistente de Ventas2 (Búsqueda de Productos)

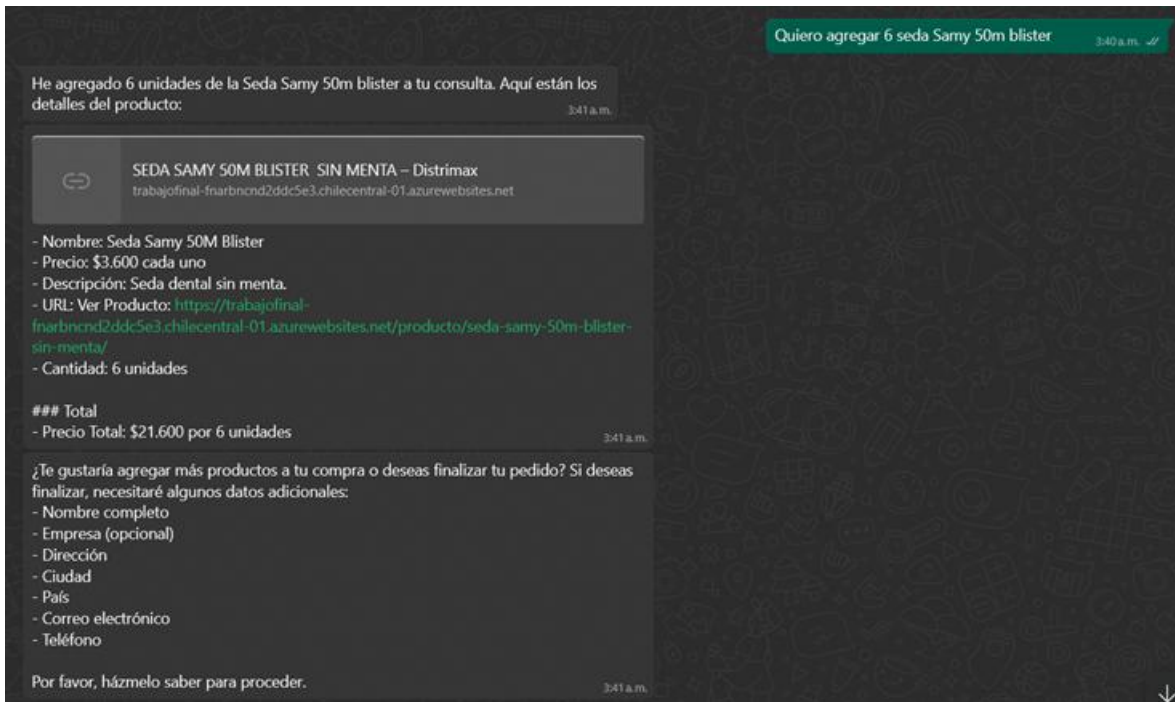


Tabla 20. Pruebas de Seguridad y Gestión de Datos

Prueba	Entrada Simulada	Resultado Esperado	Salida Obtenida en n8n	Resultado Final
--------	------------------	--------------------	------------------------	-----------------

<p>Procesamiento sin consentimiento</p>	<p>Primer mensaje de un nuevo cliente</p>	<p>Sistema solicita aceptación de política de Habeas Data antes de procesar</p>	<p>Salida: "Acepta nuestra política de tratamiento de datos para continuar."</p>	<p>Exitoso</p>
<p>Mensaje con datos sensibles</p>	<p>"Mi cédula es 123456789"</p>	<p>Sistema no almacena la cédula en PostgreSQL ni Redis</p>	<p>Solo se guarda chatId y mensaje general (sin datos personales)</p>	<p>Exitoso</p>

Figura 14: Prueba Base de Datos (PostgreSQL)

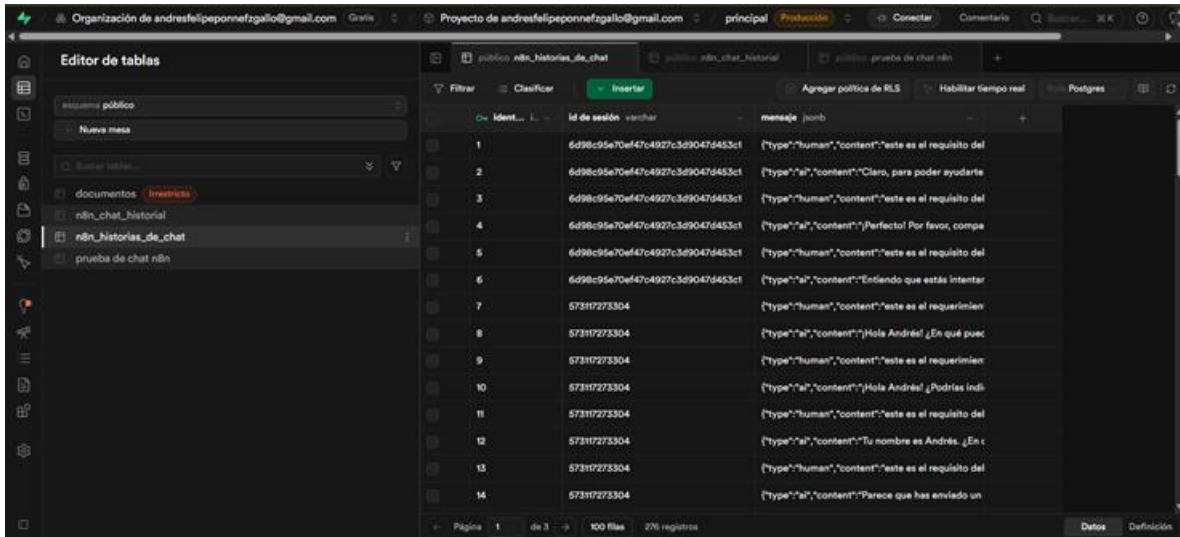


Figura 15: Prueba Flujo Completo (Visión General)



Gestión de Contexto Conversacional

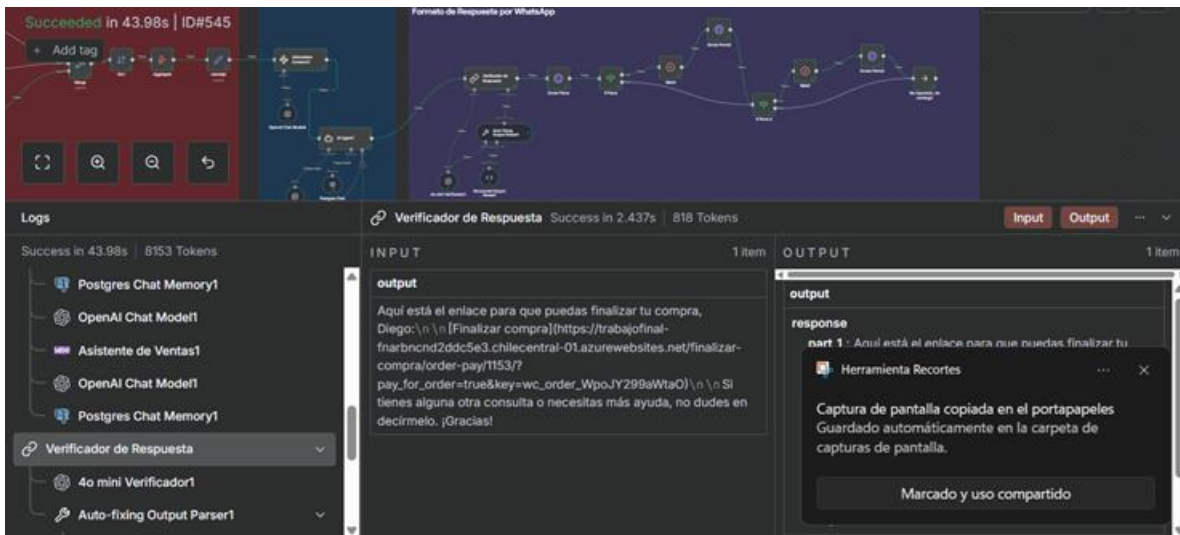
Se validó que el sistema mantiene el contexto de la conversación usando Redis (historial temporal) y PostgreSQL (memoria persistente).

Figura 16: Prueba Redis (Historial Temporal)

Envío de Respuestas por WhatsApp

Se validó el nodo Verificador de Respuesta con respuestas largas.

Figura 17: Prueba Envío en Partes



Validación de Rendimiento

Bajo una carga de 100 pedidos simultáneos, se monitoreó el uso de recursos del VPS.



Conclusión

El desarrollo e implementación del Agente de Inteligencia Artificial Multicanal para DISTRIMAX permitió demostrar que la automatización de la gestión de pedidos en el sector farmacéutico es técnica, operativa y financieramente viable cuando se apoya en tecnologías de código abierto, arquitecturas distribuidas y modelos de inteligencia artificial orientados al procesamiento del lenguaje natural. A partir de la problemática inicial diagnosticada, relacionada con la dispersión de canales, la duplicidad de registros y los errores recurrentes en la facturación manual, el sistema propuesto logró dar una respuesta integral, coherente y funcional.

La solución desarrollada permitió centralizar los pedidos provenientes de WhatsApp, tienda virtual y otros canales digitales en una única plataforma administrativa basada en WooCommerce, garantizando la trazabilidad completa de cada transacción. Este proceso de centralización redujo significativamente los tiempos de atención y el riesgo de inconsistencias en la información, fortaleciendo la eficiencia operativa de DISTRIMAX y mejorando la experiencia del cliente final.

Desde el punto de vista tecnológico, la integración del motor de automatización n8n con los módulos de inteligencia artificial, la pasarela de mensajería WhatsApp y las bases de datos PostgreSQL y Redis evidenció un correcto funcionamiento bajo una arquitectura orientada a servicios. El sistema mostró estabilidad, adecuados tiempos de respuesta y alta precisión en la

interpretación semántica de los pedidos, incluso cuando estos se realizaron mediante notas de voz, lo cual representa un aporte relevante en términos de inclusión digital.

La implementación del módulo de transcripción de audio mediante Whisper demostró que el procesamiento de lenguaje no estructurado en contextos comerciales reales puede alcanzar niveles aceptables de fiabilidad, permitiendo la automatización de procesos que tradicionalmente dependen de la intervención humana. Esta capacidad amplía de manera significativa el alcance de la solución, especialmente para usuarios con limitaciones en lectoescritura o acceso a interfaces tradicionales.

Desde la perspectiva metodológica, el uso de un modelo híbrido apoyado en el enfoque ágil Scrum permitió estructurar el desarrollo de forma incremental, facilitando la validación continua de los requerimientos, la identificación temprana de fallos y la optimización progresiva del sistema. La construcción de historias de usuario, pruebas funcionales y validaciones de integración garantizó la coherencia entre el diseño conceptual, la arquitectura y la implementación final.

En términos financieros, el análisis de costos evidenció que la solución desarrollada presenta una relación costo–beneficio altamente favorable frente a plataformas ERP tradicionales. La inversión total del primer año se mantiene dentro de un rango accesible para una empresa mediana, lo que hace viable su implementación sin comprometer la estabilidad económica de Distrimax.

Finalmente, este proyecto confirma que la adopción de inteligencia artificial aplicada a procesos administrativos no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la transformación digital progresiva de las organizaciones, fortaleciendo su competitividad en un entorno comercial cada vez más exigente y tecnológicamente avanzado.

Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos durante el desarrollo, implementación y validación del sistema, se recomienda a DISTRIMAX continuar el proceso de escalamiento del Agente de Inteligencia Artificial Multicanal, incorporando progresivamente nuevos módulos de integración con sistemas de facturación electrónica, inventarios en tiempo real y plataformas ERP, con el fin de lograr una automatización completa del ciclo de venta.

Se recomienda fortalecer las políticas de seguridad de la información mediante la implementación de esquemas avanzados de cifrado, respaldo automatizado de bases de datos y auditorías periódicas de acceso, con el propósito de garantizar el cumplimiento permanente de la Ley 1581 de 2012 y de los estándares internacionales de protección de datos.

Es aconsejable realizar capacitaciones periódicas al personal administrativo y operativo de Distrimax, orientadas al uso adecuado del sistema, la interpretación de los reportes generados y la resolución básica de incidencias. Esto permitirá maximizar el aprovechamiento de la herramienta tecnológica y reducir la dependencia de soporte técnico externo.

Se sugiere optimizar continuamente los modelos de inteligencia artificial utilizados para la comprensión semántica y la transcripción de audio, alimentándolos con datos reales del contexto farmacéutico de Distrimax. Este ajuste progresivo permitirá mejorar la precisión del análisis, reducir errores de interpretación y aumentar la confiabilidad del sistema en escenarios de alta carga conversacional.

Desde el punto de vista académico, se recomienda que futuros trabajos de investigación amplíen el alcance de esta solución hacia el uso de analítica predictiva, modelos de recomendación de productos y análisis de comportamiento de compra, lo que permitiría generar mayor valor estratégico a partir de los datos recolectados.

Finalmente, se recomienda evaluar la viabilidad de extender esta solución a otras empresas del sector farmacéutico, permitiendo su adaptación como plataforma de automatización escalable para pequeñas y medianas distribuidoras, contribuyendo al fortalecimiento del ecosistema digital del sector salud en Colombia

Referencias

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI. (2023). Informe de transformación digital en la cadena de distribución farmacéutica en Colombia. ANDI. <https://www.andi.com.co/>

Alegre, V., Álvarez, M. Y., Bianchini, A., Buedo, P., Campi, N., Cristina, M., ... Luna, F. (2024). Salud digital en América Latina: legislación actual y aspectos éticos. Revista Panamericana de Salud Pública. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2024.40>

Al Kuwaiti, A., et al. (2023). A review of the role of artificial intelligence in healthcare. Journal of Healthcare Research, 10(3), 1–18. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10301994/>

Alowais, S. A., et al. (2023). Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. BMC Medical Education. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>

Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). Digital marketing: Strategy, implementation and practice (7th ed.). Pearson.

Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Diario Oficial. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes%2F1684507>

Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6(2), 94–98. <https://doi.org/10.7861/fhj.2019-0044>

European Commission. (2021). Proposal for a regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). European Commission. <https://commission.europa.eu/>

Frankenfield, J. (2022). Conversational commerce and WhatsApp-based sales: an industry overview. *E-commerce Review*, 12(1), 24–39.

Greenwood, D., & Levin, M. (2022). Text, voice-notes and emojis: using WhatsApp as a responsive research tool. *Qualitative Research Journal*, 22(4), 475–493.

International Telecommunication Union (ITU). (2021). AI for Good: opportunities and risks.

ITU Report. <https://www.itu.int/en/ITU-D/AI/Pages/default.aspx>

Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2024). Speech and language processing: An introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition (3rd ed., draft). Stanford University. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>

Kumar, P., et al. (2023). Artificial intelligence in healthcare: review, ethics and trust. Computers in Biology and Medicine, 150, 105–119. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2023.105119>

López, P., Ramírez, M., & Torres, A. (2021). Digitalización parcial en procesos comerciales del sector salud. Revista Colombiana de Innovación, 5(1), 67–82.

López, R., & Herrera, M. (2022). Comercio electrónico en farmacias: retos y oportunidades en Colombia. Estudios de Comercio Electrónico Latinoamericano, 8(2), 101–126.

McKinsey & Company. (2021). The future of healthcare: how AI can transform clinical care. McKinsey Global Institute Report. <https://www.mckinsey.com/>

- Mintic — Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Colombia). (2023). Estrategia Nacional Digital 2023-2026. Ministerio TIC. <https://www.mintic.gov.co/>
- Morley, J., et al. (2020). From what to how: an initial review of publicly available AI ethics tools, methods and research to translate principles into practices. *Science and Engineering Ethics*, 26, 2141–2167. <https://doi.org/10.1007/s11948-020-00227-8>
- Núñez, C., & Poveda, A. (2022). Automatización de flujos con n8n: una guía práctica para pymes. *Revista Iberoamericana de Automatización*, 3(1), 45–61.
- OpenAI. (2022). Radford, A., et al. Robust speech recognition via large-scale weak supervision (Whisper). arXiv:2212.04356. <https://arxiv.org/abs/2212.04356>
- OpenAI. (2022). Introducing Whisper (blog). <https://openai.com/research/whisper>
- Organización Panamericana de la Salud – OPS. (2022). Transformación digital en salud: inclusión y equidad en América Latina. PAHO. <https://www.paho.org/>
- Pappa, I., et al. (2021). Use of WhatsApp in healthcare: a scoping review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(9), e28907. <https://doi.org/10.2196/28907>

PayU / Payments Cards & Mobile. (2023). LatAm E-Commerce Report 2023.

<https://www.paymentscardsandmobile.com/wp-content/uploads/2023/10/LatAm-ECommerce-Report-2023.pdf>

Pérez, L., & Gómez, S. (2020). Modelos de atención omnicanal en retail farmacéutico. Revista Logística y Comercio, 11(3), 32–50.

Radford, A., et al. (2022). Whisper: Robust speech recognition via large-scale weak supervision (paper + code). OpenAI. <https://cdn.openai.com/papers/whisper.pdf>

Rai, A., et al. (2019). Data analytics in supply chain and omnichannel: a review and research agenda. International Journal of Production Economics, 221, 107458.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.012>

Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.

Saghiri, S., et al. (2018). Omnichannel retailing and logistics integration: literature review and conceptual model. Supply Chain Quarterly, 25(2), 67–84.

Shaw, J., et al. (2024). Research ethics and artificial intelligence for global health. *BMJ Global Health*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11025232/>

Simangunsong, E., & Subagyo, A. (2021). Omnichannel logistics models: approaches and implementation. *Journal of Transportation and Logistics*, 9(1), 15–29.

Ting, D. S. W., et al. (2020). Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *British Journal of Ophthalmology*, 104, 1679–1687. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2019315608>

Thaichon, P., et al. (2024). Exploring the role of omnichannel retailing technologies: a systematic review. *Journal of Retailing and Consumer Services*. <https://doi.org/10.1177/14413582231167664>

UNESCO. (2021). Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesco.org/en/artificialintelligence/recommendation-ethics>

United Nations (UN). (2022). World Summit on the Information Society — digital inclusion policy brief. United Nations Publications.

Ventura, M., & Ramírez, P. (2021). Integración de WhatsApp Business API con plataformas de comercio electrónico: un estudio práctico. *Revista de Ingeniería de Software*, 14(2), 88–106.

Voguebusiness. (2020). The omnichannel playbook (insight report).

<https://www.voguebusiness.com/>

WHO — World Health Organization. (2021). Ethics and governance of artificial intelligence for health. WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>

WhatsApp / Meta. (2024). WhatsApp Business Platform — Documentation. Meta for Developers. <https://developers.facebook.com/docs/whatsapp>

WooCommerce. (s. f.). WooCommerce REST API Documentation. <https://woocommerce.com/document/woocommerce-rest-api/>

Wooldridge, M. (2009). *An introduction to multiagent systems* (2nd ed.). Wiley.

Zuboff, S. (2019). The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power. PublicAffairs.