**ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN**

# Transformación digital en PYMEs: CRM integrado con VoIP y mensajería instantánea para atención al cliente

# Digital transformation in SMEs: CRM integrated with VoIP and instant messaging for customer service

**DOI:** https://doi.org/10.61154/metanoia.v12i1.4254

Gabriel Humberto Gorotiza Salvatierra[1]
Andrés Steeven Burgos Jiménez[2]
Milton Rafael Valarezo Pardo[3]
Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio[4]

[1]**E-mail:** ggorotiza1@utmachala.edu.ec **Afiliación:** Universidad Técnica de Machala. El Oro, Machala, Ecuador. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0002-9014-5312
[2]**E-mail:** aburgos3@utmachala.edu.ec **Afiliación:** Universidad Técnica de Machala. El Oro, Machala, Ecuador. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-3607-6990
[3]**E-mail:** mvalarezo@utmachala.edu.ec **Afiliación:** Universidad Técnica de Machala. El Oro, Machala, Ecuador. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0003-1819-2074
[4]**E-mail:** oecardenas@utmachala.edu.ec **Afiliación:** Universidad Técnica de Machala. El Oro, Machala, Ecuador. **ORCID:** https://orcid.org/0000-0001-6570-8040

Recibido: 14/09/2025 Revisado: 24/09/2025
Aprobado: 14/10/2025 Publicado: 01/01/2026

**RESUMEN**

El análisis inicial identificó la falta de herramientas que permitieran una atención personalizada y una administración eficiente de la información y las interacciones con los clientes. Ante esta problemática, se desarrolló como solución un sistema CRM basado en una arquitectura de microservicios que integra tres módulos principales: gestión de clientes, telefonía VoIP y mensajería. Para ello, se utilizaron frameworks como Angular para el frontend y NestJS para el backend, PostgreSQL como base de datos, un servicio en Nodejs para la comunicación con el servidor Issabel y la API de Twilio para mensajería vía WhatsApp. Referente a la metodología se combinaron prácticas ágiles Scrum y principios DevOps, lo que permitió un desarrollo iterativo eficiente, una validación continua y un despliegue en un entorno simulado que replicó las condiciones reales de operación. En cuanto a las pruebas, se comparó el proceso manual tradicional con el uso del CRM, cuyos resultados evidenciaron mejoras significativas como una reducción en el tiempo de respuesta de 8 a 1,5 minutos, la trazabilidad y recuperación de llamadas pasó del 22,4 % y 0% al 100 %, así como la precisión en recuperación de la información se elevó del 67 % al 99 %. Lo que permite concluir que el sistema con arquitectura de microservicios e integración de canales de comunicación en una sola plataforma ofrecen a las PYMEs un infraestructura escalable y eficiente, capaz de optimizar la gestión de clientes y mejorar la experiencia de atención.

**Descriptores:** telefonía, microeconomía, atención, consumidor.

**ABSTRACT**

The initial analysis identified the lack of tools enabling personalized customer service and efficient management of information and interactions. To address this issue, a CRM system based on a microservices architecture was developed as a solution, integrating three main modules: customer management, VoIP telephony, and messaging. For this purpose, frameworks such as Angular for the frontend and NestJS for the backend were used, along with PostgreSQL as the database, a Node.js service for communication with the Issabel server, and the Twilio API for WhatsApp messaging. In terms of methodology, Scrum practices and DevOps principles were combined, enabling efficient iterative development, continuous validation, and deployment in a simulated environment that replicated real-world operating conditions. Regarding testing, the traditional manual process was compared with the use of the

CRM, and the results showed significant improvements, such as reduction in response time from 8 to 1,5 minutes, an increase in calls traceability and retrieval from 22,4 % and 0 % to 100 %, and an improvement in information retrieval accuracy from 67 % to 99 %. This allows to conclude that a system with microservices architecture and integrated communication channels on a single platform provides SMEs with a scalable and efficient infrastructure capable of optimizing customer management and improving the customer service experience
**Descriptors:** telephony, microeconomics, customer service, consumer.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto empresarial contemporáneo, las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) enfrentan obstáculos notables para garantizar una atención al cliente que combine eficiencia y personalización, como advierte Cristofaro (2023). Esta problemática se relaciona en gran parte, con la falta de soluciones tecnológicas integradas que centralicen de manera efectiva las comunicaciones y los procesos de gestión. Rivera et al. (2025) señalan que, en muchos casos, los CRM disponibles en el mercado no se ajustan del todo con las necesidades específicas de las PYMEs, ya sea por sus precios o por su complejidad, lo que dificulta que adopten y usen estas plataformas.

Frente a estas limitaciones, nace la necesidad de diseñar un CRM que no solo combine las funcionalidades básicas de este tipo de plataformas y funciones de comunicación, sino que también permita analizar las interacciones con los clientes. Según Sánchez Quispe (2023), una plataforma con estas características permitía ofrecer un servicio más ágil, estructurado y eficaz. Por lo mencionado, el punto de este trabajo fue el desarrollo de un CRM basado en microservicios. Este sistema utiliza Angular en su frontend y NestJS en su backend. También un microservicio en Node.js que sirve para el acceso a registros y grabaciones de llamadas de la plataforma de Issabel PBX (telefonía VoIP). Y por último una integración con la API de Twilio en su modo sandbox para la mensajería de WhatsApp.

Rodríguez Mosquera (2020) resalta lo importante que es para las PYMEs que cuenten con una herramienta eficiente, adaptable y económicamente viable para una gestión de sus clientes eficiente. Pensando en esa necesidad, el sistema CRM que se desarrolló ofrece más que las opciones tradicionales: no solo organiza la información de usuarios, tareas e historiales de comunicación, sino que también incluye funciones útiles como telefonía VoIP y mensajes por WhatsApp, todo dentro de la misma plataforma.

Uno de los elementos centrales de esta propuesta de CRM es su estructura basada en microservicios. Este tipo de diseño permite modificar o ampliar partes del sistema por separado, sin afectar el resto de la plataforma. Gracias a ello, el sistema se vuelve más flexible y fácil de mantener con el paso del tiempo.

Como señalan Aguado Lingan et al. (2022), las PYMEs suelen enfrentar restricciones considerables en la gestión de la atención al cliente, derivadas principalmente de la insuficiencia de recursos tecnológicos, humanos y organizativos.

En muchos casos, estas empresas carecen de sistemas integrados que les permitan centralizar y monitorizar de manera efectiva las interacciones con sus clientes. Esto, según Villena Presentacion et al. (2023), conduce a la dispersión de información, la pérdida de oportunidades comerciales y respuestas a consultas que resultan tardías o poco adecuadas. A ello se suma que la atención al cliente depende en gran medida de procesos manuales o del uso de herramientas aisladas, las cuales no ofrecen trazabilidad completa ni garantizan uniformidad en las comunicaciones.

Por otra parte, un factor limitante para las PYMEs es la dificultad de incorporar tecnologías avanzadas, ya sea por la complejidad técnica que representan o por los elevados costos que implica su implementación y sostenimiento, como señala Heredia Calzado (2020). En este sentido, esta situación reduce su capacidad de competir con empresas de mayor tamaño que ya disponen de soluciones automatizadas para gestionar clientes y optimizar sus canales de comunicación. Por esta razón, se perpetúa una brecha digital. Esta situación impacta directamente la calidad del servicio y limita las posibilidades de fidelizar a la clientela, tal como sostienen Arana Rodríguez et al. (2022).

En un mercado donde la competencia es intensa y las expectativas de los consumidores crecen constantemente, la personalización emerge como factor determinante para la calidad de la experiencia del cliente, según Soto Martínez (2023). Actualmente, el simple hecho de ofrecer un buen producto o servicio ya no es suficiente; las PYMEs, tal como indican Quijije Choéz et al. (2024), deben enfocarse en establecer conexiones genuinas, lo cual implica comprender las necesidades del cliente y adaptar cada interacción para generar valor.

Es por ello por lo que la centralización de datos y la automatización de procesos hacen posible que las empresas conozcan mejor a sus clientes y anticipen sus requerimientos. Soto Martínez (2023) señala que aplicar este tipo de estrategias permite responder de manera más efectivas a las necesidades de los clientes, lo que mejora su experiencia general. A largo, personalizar el

servicio no solo aumenta la satisfacción, sino que también fortalece la lealtad del cliente y ayuda a que las PYMEs se destaquen en un entorno competitivo.

En ese mismo sentido, adoptar nuevas tecnologías se vuelve fundamental para que las pequeñas y medianas empresas mejoren su atención al cliente y mantengan su relevancia en el mercado. Por lo que estas herramientas son esenciales para que una empresa pueda resaltar ya que permiten superar limitaciones operativas mediante la automatización, integración y digitalización de los canales de comunicación (Mendoza Linares, 2022). Por otra parte, el uso de arquitecturas basadas en microservicios facilita la creación de sistemas para que puedan crecer y adaptarse según las necesidades de cada empresa (Benitez-Quecha et al., 2021). Con esto en mente, el CRM se adapta a lo que las empresas quieren en cuanto a gestión e interacción con los clientes. También se puede destacar que este tipo de arquitecturas facilita integrar APIs externas y herramientas de comunicación, sin afectar el núcleo del sistema.

Además, el uso de plataformas como Issabel PBX ayudan a mejorar el seguimiento de las interacciones y a mantener la calidad en la atención telefónica, como señalan Carrión Vega et al. (2025). Por otro lado, incorporar WhatsApp, según Williams (2023), ofrece una vía directa, segura y centralizada que se ajusta perfectamente a los hábitos digitales de los clientes.

En resumen, integrar estas herramientas en una solución tecnológica brinda a las pequeñas y medianas empresas una base moderna, eficiente y fácil de usar. Esta infraestructura favorece mejorar la forma en que se gestionan las relaciones con los clientes y para ofrecer una experiencia de atención más completa y satisfactoria.

Por eso, el objetivo principal de esta investigación es desarrollar y poner a prueba un sistema CRM con funciones de llamadas VoIP, mensajería mediante WhatsApp y gestión de clientes. Para así demostrar que plataformas con esas características mejoran los procesos internos relacionados a los clientes y también que eleva la calidad de servicio en las PYMEs.

## METODOLOGÍA

### Enfoque Ágil (Scrum + DevOps)

Para desarrollar el sistema CRM se aplicó una metodología ágil que combinó Scrum con prácticas de DevOps. Esta combinación permitió manejar de manera eficiente los aspectos técnicos del proyecto y adaptarse a los cambios que surgieron en el camino. Gracias a ello, fue posible realizar entregas continuas, validar los avances de manera constante y mantener un control técnico durante el proceso.

**Definición de roles y artefactos**

- **Product Owner:** Define el backlog y prioriza historias de usuario.
- **Scrum Master:** Facilita ceremonias y elimina impedimento.
- **Equipo de Desarrollo:** Implementa historias según criterios de aceptación definidos en cada sprint.
- **Artefactos principales:** Product backlog, sprint backlog, incremento de producto.

**Prácticas DevOps para la integración continua.**

Para el desarrollo se adoptaron principios de DevOps para establecer un flujo de trabajo claro y ordenado. Esto permitió realizar cambios y validar el sistema continuamente. Aunque no se utilizaron pipelines automatizados, se siguieron procedimientos para asegurar la calidad del código en el proyecto.

Se fueron realizando pruebas manuales en entornos controlados para comprobar el funcionamiento de cada ajuste, de esta manera se evita que se afectara el sistema en general. Este procedimiento ayudó a detectar errores en las etapas tempranas de desarrollo y promovió el trabajo colaborativo en la revisión del código. Luego cada cambió funcional o entregable era subido al repositorio compartido de Git.

Con estas prácticas se logró una reducción en el tiempo entre la escritura del código y su validación.

En la Tabla 1 se puede observar los beneficios mediante una comparativa entre el proceso de desarrollo antes y después de implementar la integración continua (CI).

Tabla 1. Comparativa del proceso de desarrollo antes y después de implementar Integración Continua (CI)

| Aspecto | Antes de CI | Después de implementar CI |
|---|---|---|
| **Detección de errores** | Manual y tardía | Automática y en tiempo real |
| **Tiempo entre cambios y pruebas** | Varias horas o días | Minutos |
| **Despliegues** | Manuales y propensos a errores | Automatizados y reproducibles |
| **Consistencia del código** | Dependía del desarrollador | Validada en cada commit |
| **Retrabajo por fallos tardíos** | Frecuente | Reducido significativamente |
| **Confianza en nuevas versiones** | Baja | Alta, gracias a pruebas automáticas |

Fuente: Los autores

**Fases de desarrollo**

El desarrollo del CRM avanzó a lo largo de cuatro fases clave, siguiendo una metodología ágil que integraba Scrum con prácticas de DevOps (ver Figura 1). Cada fase se organizó en sprints con metas bien definidas. Scrum nos permitió organizar y priorizar el trabajo y planificar entregas parciales. DevOps brindó soporte técnico constante en automatización, control de versiones, despliegues y pruebas.

En la primera fase, se establecieron las bases del proyecto a lo largo de dos sprints. El sprint S0 comenzó con la creación del repositorio, la elección de tecnologías y la configuración de los entornos iniciales. En el sprint S1, se completó la preparación del entorno de desarrollo y se construyó el microservicio de autenticación, clave para controlar accesos y proteger la seguridad del sistema.

Con Scrum, se planificó el proyecto definiendo el backlog inicial y los criterios mínimos para validar el primer avance. DevOps se encargó de instalar Git, crear ramas de desarrollo y

preparar el entorno de pruebas local. También se definieron pautas para documentar el código, seguir buenas prácticas y revisar los cambios antes de cada commit.

La segunda fase se centró en el desarrollo de los módulos principales del CRM, distribuidos entre los sprints S2 a S5, que incluyeron usuarios, tareas y permisos. Cada sprint se dedicó a un microservicio, con planificación, revisión final y sesiones de feedback para mejorar continuamente. DevOps probó cada módulo en su entorno, gestionó versiones con ramas separadas y facilitó la colaboración del equipo. Estas prácticas y las pruebas permitieron encontrar errores a tiempo y mantener el sistema estable.

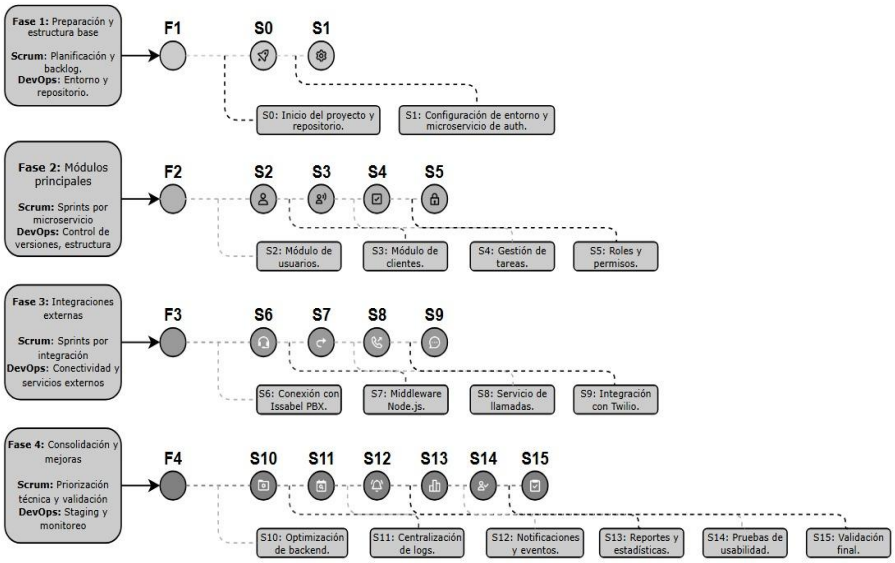
La tercera fase abordó la integración de servicios externos, principalmente llamadas VoIP y mensajería instantánea. Durante el sprint S6 se conectó Issabel PBX en una máquina virtual; en el S7 se desarrolló un middleware en Node.js para capturar eventos telefónicos; en el S8 se implementó el servicio de llamadas desde el CRM con SPI.js; y en el S9 se integró Twilio (sandbox) para habilitar el canal de WhatsApp.

En esta fase, Scrum ayudó a organizar la integración de servicios externos y a priorizar las funciones más importantes para que todo trabajara en conjunto. DevOps se encargó de desplegar la máquina virtual con Issabel y Asterisk, configurar una VPN con Tailscale y activar registros que permitieran seguir las llamadas con detalle.

La cuarta y última fase abarcó seis sprints, enfocados en validar y consolidar todo el sistema. El sprint S10 trabajó en optimizar el backend; el S11 añadió un módulo de registro de eventos; el S12 gestionó notificaciones y eventos; el S13 generó reportes y estadísticas; el S14 incluyó pruebas con usuarios reales; y el S15 integró todos los componentes y desplegó el sistema en un entorno de staging.

Scrum permitió reorganizar las historias de usuario, priorizando mejoras y nuevas funciones. DevOps preparó respaldos, limpió datos temporales, sincronizó los servicios y documentó las configuraciones finales. También se hicieron pruebas manuales y revisiones entre microservicios para asegurar que el flujo de datos fuera correcto antes de finalizar el desarrollo.

Figura 1. Ciclo de trabajo

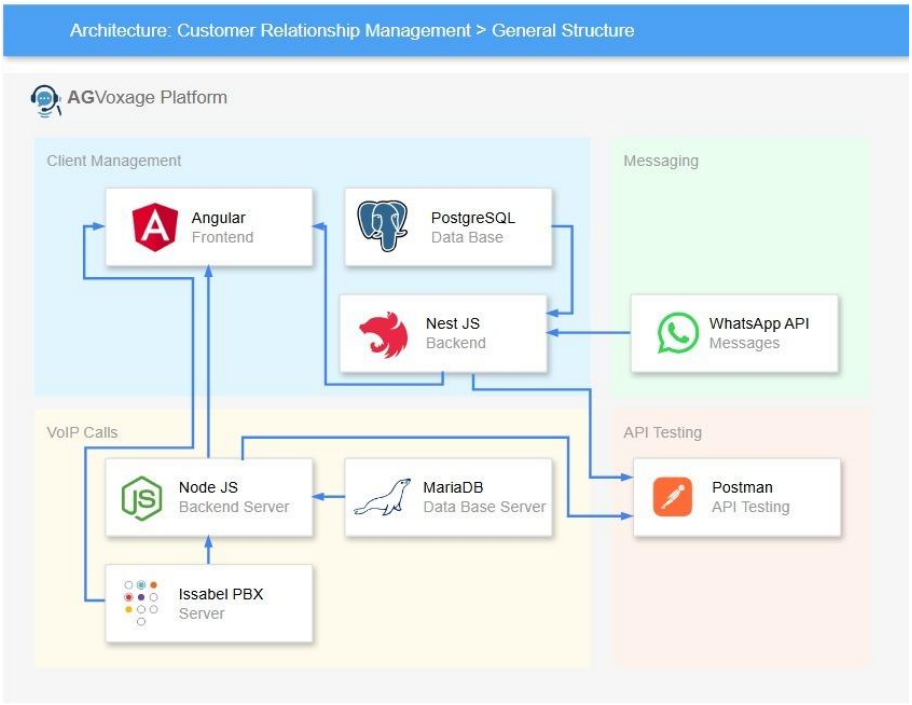



**Fuente:** Los autores

## Arquitectura del sistema CRM

Se aplicó una arquitectura modular y distribuida basada en microservicios, lo que facilita el crecimiento y mantenimiento del sistema. Con esta arquitectura, cada componente del sistema cumple con una función específica que no interfiere con los demás. Como se puede observar en la Figura 2, se definieron cuatro áreas funcionales principales: Gestión de clientes, Mensajería, Llamadas VoIP y Pruebas de APIs.

Figura 2. Arquitectura general de CRM.




**Fuente:** Los autores

**Gestión del cliente**

La interfaz de usuario del sistema se desarrolló con Angular, lo que permitió crear una experiencia de usuario rápida, ordenada e interactiva. Esta interfaz, mediante servicios, se comunica con el backend que está desarrollado con NestJS, un marco basado en Node.js que permite crear microservicios fácilmente. Entre sus funciones están la autenticación, la autorización, el manejo de datos y la comunicación con la base de datos.

La base de datos que se utilizó es PostgreSQL, que almacena toda la información importante del sistema, como por ejemplo: usuarios, clientes, tareas, etc. Y para facilitar el manejo de datos sin la necesidad de crear demasiados campos o tablas, se utilizaron JSONB que es un tipo de dato que almacena formatos JSON en binario. Esto hizo posible una mayor eficiencia en las consultas y una mayor flexibilidad.

**Mensajería**

El CRM tiene la funcionalidad de enviar y recibir mensajes mediante WhatsApp desde la misma plataforma, y esto se logró con la API de Twilio. Esta función se gestiona desde el backend desarrollado en NestJS, que se encarga de conectar la lógica del sistema con los servicios externos de mensajería.

**Llamadas VoIP**

El sistema de llamadas VoIP se implementó como una arquitectura independiente pero interoperable con el núcleo CRM. En este contexto, se empleó Issabel PBX, una plataforma basada en Asterisk, para gestionar las extensiones, troncales SIP, grabaciones de llamadas y reportes.

Para enlazar Issabel con el sistema CRM se desarrolló un backend especializado en Node.js el cual se despliega en el servidor de Issabel como un servicio. Esto permitió la recuperación de registros y grabaciones de llamadas al acceder a la base de datos MariaDB que usa la propia Issabel PBX.

**Pruebas de APIs**

Durante el desarrollo e integración de servicios, se utilizó Postman como herramienta principal para el testeo de APIs REST, esta herramienta permitió verificar los endpoints expuestos por los microservicios, evaluar la correcta transmisión de parámetros y comprobar las respuestas de forma controlada antes del despliegue. Su uso fue clave para la validación de la comunicación entre módulos heterogéneos como NestJS, Node.js y los servicios externos integrados.

**Integración de APIs externas**

Durante la etapa de desarrollo del sistema CRM, se llevó a cabo la integración con la plataforma de mensajería WhatsApp utilizando la API proporcionada con Twilio. Esta integración establece una base para futuras funcionalidades de comunicación directa con los clientes dentro del sistema.

Para realizar pruebas sin incurrir en los costos ni enfrentar las restricciones de un entorno de producción, se utilizó el entorno sandbox de Twilio. Este entorno permitió simular el envío y la recepción de mensajes, revisar cómo se estructuran las solicitudes y comprobar cómo el sistema interpreta las respuestas. Además, Twilio ofrece la posibilidad de trabajar con número de prueba que se activan mediante una palabra clave, lo que garantiza un entorno seguro y manejable durante el desarrollo y pruebas.

Esta implementación a través del sandbox sirvió para validar la factibilidad técnica de la integración con WhatsApp, lo que sentó las bases para una futura conexión con la API oficial de WhatsApp Business en un entorno de producción.

A continuación, en la Tabla 2 se presenta una comparativa entre el entorno sandbox facilitado por Twilio y la API de WhatsApp Business en un entorno de producción.

Tabla 2. Comparativa entre entorno sandbox y producción para la integración con WhatsApp API

| Aspecto | Sandbox Twilio | Producción WhatsApp Business API |
|---|---|---|
| **Costos** | Sin costo, ideal para desarrollo y pruebas | Costos asociados según volumen y uso |
| **Números disponibles** | Números de prueba limitados, vinculados mediante palabra clave | Números reales, vinculados a la empresa |
| **Funcionalidad** | Simulación de envío y recepción de mensajes | Comunicación real con clientes |
| **Seguridad** | Entorno controlado, seguro para pruebas | Seguridad reforzada y cumplimiento normativo |
| **Alcance de uso** | Solo para pruebas internas y validación técnica | Uso en producción para atención y comunicación directa |
| **Limitaciones** | Restricciones en volumen y tipos de mensajes | Soporte completo y funcionalidades extendidas |

**Configuración de Issabel**

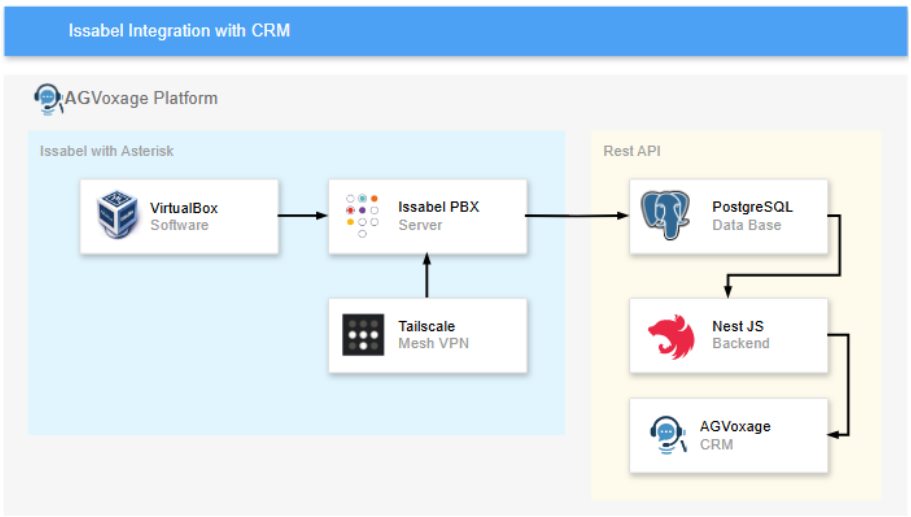
La integración de Issabel PBX con el sistema CRM se llevó a cabo dentro de una máquina virtual creada con Oracle VirtualBox, donde se instaló la versión completa del software. Una vez finalizada la instalación, se configuraron las troncales y extensiones SIP en el PBX, lo que permitió que las llamadas VoIP funcionaran correctamente.

Después, se activaron los módulos para grabar llamadas y acceder a los registros (CDR), lo que aseguró que toda la información relacionada con las comunicaciones quedara almacenada y pudiera ser consultada desde el CRM.

Para garantizar una conexión remota segura, se implementó una red privada virtual (VPN) con Tailscale. Esto permitió que el CRM accediera a los registros y grabaciones sin necesidad de exponer el servidor a internet, protegiendo así el sistema.

Finalmente, se automatizaron las consultas a la base de datos MariaDB para obtener la información de las llamadas y sus grabaciones. Dicha información fue integrada en el CRM mediante una API REST, diseñada para facilitar la visualización y gestión centralizada de las interacciones telefónicas.

Figura 3. Integración de Issabel con el CRM mediante VoIP, VPN y API REST




**Fuente:** Los autores

**Pruebas y validación**

Para evaluar el desempeño y los beneficios de la solución CRM, se desarrolló un protocolo de pruebas en un entorno simulado que reprodujo las condiciones operativas de una pequeña o mediana empresa del sector comercial. A continuación, se describen los pasos y criterios empleados:

**Diseño del entorno de simulación**

- Se desplegó una máquina virtual con Issabel/Asterisk para emular un PBX corporativo, configurando extensiones SIP, troncales y módulos de grabación de llamadas.
- Se habilitó un ambiente sandbox de Twilio para simular la API de WhatsApp Business con números de prueba vinculados mediante palabra clave definida.
- El frontend y backend del CRM (Angular/NestJS) se montaron en un servidor de prueba con conexión segura a la PBX y a la base de datos PostgreSQL.

**Generación de datos y escenarios**

- Se confeccionaron 100 fichas de cliente ficticias, con atributos distribuidos en la base de datos PostgreSQL.
- Se planificaron 50 interacciones diarias mixtas (llamadas y mensajes) que replican consultas comunes de clientes: solicitudes de información, seguimiento de pedidos y reclamos.

- Se configuró un script de simulación en Node.js para disparar llamadas automáticas y mensajes de WhatsApp de manera aleatoria, respetando patrones de horario laboral.

**Ejecución de pruebas**

Durante diez jornadas de ocho horas, un equipo de dos agentes interactuó con el entorno en dos modalidades:

- **Proceso manual:** usando hojas de cálculo para registrar datos, teléfonos móviles para llamadas y clientes independientes para mensajería.
- **Con CRM:** utilizando la plataforma CRM, que centraliza llamadas VoIP, chats de WhatsApp y gestión de clientes.

Es importante destacar que, en cada jornada se replicaron volúmenes y tipos de interacciones idénticos para garantizar la comparabilidad de los resultados.

**Recolección de métricas**

- Se midió el tiempo de respuesta desde la generación de la solicitud hasta la primera contestación efectiva.
- Se registró el porcentaje de interacciones atendidas en menos de una hora.
- Se obtuvo el número total de llamadas registradas en el sistema y el porcentaje de grabaciones exitosas.
- Se calculó el tiempo promedio de búsqueda de historial por cliente y la precisión de datos, mediante auditorías aleatorias de fichas.
- Se aplicaron encuestas de satisfacción simuladas (escala 1-5) tras cada interacción y se contabilizó el número de interacciones diarias por agente.

**Análisis de datos**

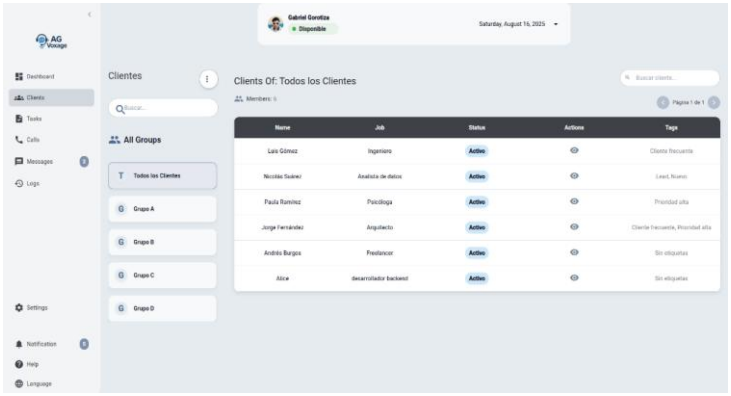
- Los datos se exportaron a tablas comparativas en formato CSV y se procesaron con scripts de Python en Google Colab, para calcular promedios, porcentajes y variaciones.
- Se emplearon pruebas descriptivas (medias y desviaciones estándar) para validar la consistencia de las mediciones.
- Se contrastaron los resultados de ambas modalidades (manual vs CRM) mediante análisis de mejora porcentual, destacando las diferencias más significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo al análisis de los resultados, se presentan los módulos principales del sistema desarrollado que son: Clientes, Llamadas y Mensajería WhatsApp.

La Figura 4 presenta la interfaz del Módulo de Clientes, donde se centraliza la información básica de cada usuario, su estado y etiquetas de clasificación. Esta interfaz facilita la segmentación y priorización en la atención.

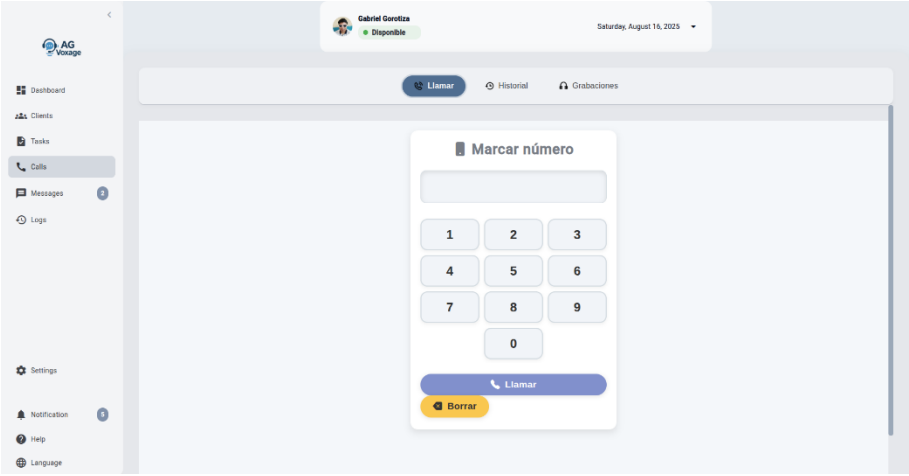
Figura 4. Módulo de clientes del CRM, con listado centralizado de usuarios, estado y etiquetas de clasificación.




**Fuente:** Los autores

A continuación, la Figura 5 muestra el Módulo de Llamadas VoIP, compuesto por tres secciones principales: el webphone para realizar llamadas directamente desde el CRM, el historial de llamadas con sus detalles y la sección de grabaciones que permite acceder al audio de cada interacción.

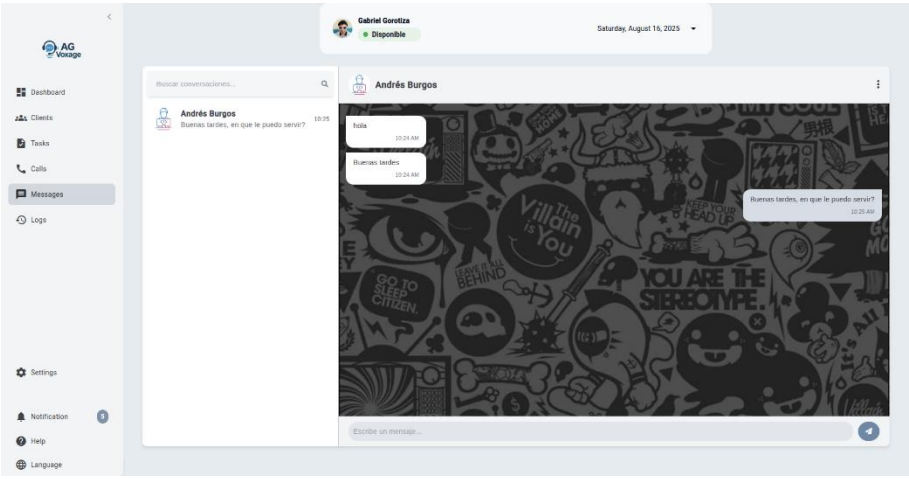
Figura 5. Módulo de llamadas VoIP con acceso a webphone, historial y grabaciones.




**Fuente:** Los Autores

Finalmente, en la Figura 6 se presenta el Módulo de Mensajería WhatsApp, que ofrece una interfaz de chat similar a la aplicación nativa. Desde esta vista los agentes pueden enviar y recibir mensajes en tiempo real, vinculados automáticamente con la ficha del cliente.

Figura 6. Módulo de mensajería WhatsApp integrado en el CRM.




**Fuente:** Autores

## Resultados de las pruebas de validación

Se presenta ahora los resultados de las pruebas de validación. Como se indicó en la metodología, sección Pruebas y Validación, estas se realizaron en un entorno simulado

diseñado para emular las operaciones típicas de una pequeña empresa comercial. A continuación, se detallan los hallazgos obtenidos tras dichas pruebas:

**Reducción del tiempo de respuesta**

En el entorno sin CRM los tiempos de respuesta fueron variables y dependientes de la disponibilidad del agente y del canal utilizado. En contraste con el sistema CRM, la atención se canalizó de forma centralizada, priorizando las consultas según su tipo y urgencia.

La Tabla 3 muestra que el tiempo promedio de respuesta se redujo de 8 a 1,5 minutos (una disminución del 81,25 %) con el CRM. Esto indica que la centralización de las interacciones permite atender solicitudes más rápidamente; aunque la tasa de respuestas en la primera hora ya era del 100 %, el CRM ofrece un servicio más ágil, mejorando la experiencia del cliente.

Tabla 3. Tiempo de respuesta

| **Métrica** | **Proceso Manual (Simulado)** | **Con CRM (Simulado)** | **Mejora (%)** |
|---|---|---|---|
| Tiempo promedio de respuesta (minutos) | 8 min | 1,5 min | 81, 25 % |
| Tasa de respuestas < 1 hora (%) | 100 % | 100 % | - |

Fuente: Los autores

**Registro y trazabilidad de llamadas**

En la Tabla 4 se observa que la trazabilidad aumentó del 22,4 % al 100 % con el CRM. Las grabaciones antes inexistentes, ahora están disponibles gracias a Issabel. Este factor aumenta la transparencia y permite auditorías y controles de calidad basados en evidencia.

Tabla 4. Registro y trazabilidad de llamadas

| **Indicador** | **Proceso Manual (Simulado)** | **Con CRM (Simulado)** | **Mejora** |
|---|---|---|---|
| Llamadas registradas (%) | 22,4 % | 100 % | +346,43 % |
| Grabaciones almacenadas (%) | 0 % | 100 % | +100 % |
| Acceso desde el CRM | No disponible | Sí, vía API | --- |

Fuente: Los autores

**Disponibilidad y centralización de información del cliente**

Como se observa en la Tabla 5, la centralización mejora la precisión y accesibilidad de la información. La recuperación correcta de datos subió del 67 % al 99 %, y el tiempo se redujo de 6 minutos a 0,5 minutos (una reducción de 91,67 %). Esto confirma que un sistema centralizado resuelve eficazmente la dispersión de información en las PYMEs.

Tabla 5. Disponibilidad y centralización de información del cliente

| **Indicador** | **Proceso Manual (Simulado)** | **Con CRM (Simulado)** | **Mejora (%)** |
|---|---|---|---|
| Precisión de la información (%) | 67 % | 99 % | +47,76 % |
| Tiempo promedio para ubicar ficha (min) | 6 min | 0,5 min | -91,67 % |

Fuente: Los autores

**Nivel de satisfacción del cliente**

Como se indicó en la metodología, se aplicó una encuesta simulada tras cada interacción, basada en escenarios de atención predefinidos. Los resultados, reflejados en la Tabla 6, muestran que la satisfacción promedio aumentó de 3,1 a 4,6 puntos sobre 5 puntos en escala de Likert (un incremento del 48,39 %), y las calificaciones máximas subieron del 0,2 % al 14 %. Esto demuestra que el CRM no solo optimiza procesos, sino que también mejora la percepción del servicio, fomentando confianza y fidelización.

Tabla 6. Nivel de satisfacción del cliente

| **Métrica** | **Proceso Manual (Simulado)** | **Con CRM (Simulado)** | **Mejora (%)** |
|---|---|---|---|
| Satisfacción promedio (puntos) | 3,1 / 5 | 4,6 / 5 | +48,39 % |
| Interacciones calificadas con 5 (%) | 0,2 % | 14 % | +6900 % |

Fuente: Los autores

**Eficiencia del agente**

Para evaluar la eficiencia, se midió la cantidad de tareas resueltas y el tiempo invertido por cada una. Los resultados mostrados en la Tabla 7 indican que los agentes atendieron más

interacciones diarias (de 18,8 a 32,2 interacciones, un aumento del 71,28 %) y redujeron las tareas repetitivas, incrementando así su productividad.

Tabla 7. Eficiencia del agente

| **Métrica** | **Proceso Manual (Simulado)** | **Con CRM (Simulado)** | **Mejora (%)** |
|---|---|---|---|
| Interacciones diarias por agente | 18,8 | 32,2 | +71,28 % |
| Tareas repetitivas manuales | Alta | Baja | --- |
| Productividad estimada | 100 % (base) | 171 % | +71 % |

Fuente: Los autores

**Limitaciones del trabajo y proyecciones futuras**

Aunque los resultados en el entorno simulado fueron positivos, el estudio presenta algunas limitaciones propias de una fase de prueba controlada. El sistema se evaluó principalmente en condiciones simuladas, por lo que aún es necesario comprobar su desempeño en empresas reales con diferentes niveles de uso y tipos de operaciones. Además, el haberse utilizado la versión de prueba de Twilio, no fue posible analizar con precisión los costos ni la estabilidad del servicio en un entorno de producción.

En cuanto a la seguridad, se aplicaron medidas básicas, pero será importante reforzar aspectos como el cifrado de datos, las copias de respaldo y el cumplimiento de normas de protección de información. Por otro lado, aunque la interfaz demostró ser fácil de usar, se sugiere realizar más pruebas con usuarios reales para obtener datos más exactos sobre su experiencia y el rendimiento general del sistema.

A futuro, se propone llevar a cabo pruebas piloto en pequeñas y medianas empresas para evaluar el funcionamiento del CRM en situaciones reales y mejorar su capacidad de adaptación. También se considera integrar herramientas de inteligencia artificial que ayuden a automatizar respuestas y anticipar necesidades de los clientes, haciendo que el sistema sea más inteligente, eficiente y útil para las empresas.

## CONCLUSIONES

La integración del sistema CRM con mensajería por WhatsApp y telefonía VoIP demostró ser una herramienta prometedora para optimizar el funcionamiento de las PYMEs. Esta combinación permitió mejorar la comunicación con los clientes y agilizar tareas. Además, la arquitectura basada en microservicios facilitó la construcción del sistema agilizando el desarrollo y también permitirá que el sistema pueda mejorar o evolucionar en base a las necesidades de las empresas.

Como se observa en los resultados hay mejoras de satisfacción, desempeño y disponibilidad de la información. Aunque las pruebas fueron en un entorno simulado y controlado, se puede llegar a concluir que el sistema es técnicamente viable y funcional desde el punto de vista operativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguado Lingan, A. M., García Bravo, B., Malpartida Gutiérrez, J. N., & Garivay Torres de Salinas, F. (2022). Gestión de calidad en pequeñas y medianas empresas de Pasco, Perú. *Revista Venezolana de Gerencia*, *27*(7), 709–726. https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.7.46

Arana Rodríguez, E. E., Calderón Rodríguez, M. T., Flores Morillas, Y. M., González Rodríguez, B. S., Rodríguez Chup, S. R., & Sandoval Alvarado, G. Y. (2022). Implementación de los sistemas ERP y CRM en una PYME. *Gestión de Operaciones Industriales,* *1*(1), 48–60. https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND/article/view/4449

Benítez Quecha, C., Altamirano Cabrera, M., López-Guzmán, O. E., & Méndez López, M. D. (2021). Microservices architecture as a viable option to support the organic growth of SMEs. *Journal Industrial Engineering*, *5*(15), 30–33.

Carrión Vega, A. D., Cuero Ayovi, B. A., Valarezo Pardo, M. R., & Cárdenas Villavicencio, O. E. (2025). Sistema web integral para un call center usando servidor IP Issabel. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, *7*(3), 332–347. https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v7i3.1501

Cristofaro, T. (2023). *Kube: A cloud ERP system based on microservices and serverless architecture* [Tesis de grado, Politecnico di Torino]. WebThesis. http://webthesis.biblio.polito.it/id/eprint/29515

Heredia Calzado, M. Y. (2020). *Análisis de los factores que influyen en la implementación, uso y desarrollo de los sistemas ERP en las pymes: impacto en el rendimiento de la organización* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena]. https://repositorio.upct.es/entities/publication/494d02ba-53e0-4833-8646-188db2e51f28

Mendoza Linares, J. G. (2022). *Metodología de conversión de aplicaciones monolíticas a microservicios desplegable en la nube para pequeñas empresas* [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio USS. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9900

Quijije Choéz, P. M., Vaca Villa, K. S., & Jácome Segovia, D. F. (2024). Integración de las TIC en el servicio al cliente en las PYMES de la provincia de Cotopaxi. *Visionario Digital*, *8*(3), 200–220. https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v8i3.3138

Rivera Carrión, M., Sánchez Villacreses, S., & Lavid Cedeño, E. (2025). *Desarrollo de una plataforma web de gestión y seguimiento de prospectos en la prestación de servicios de capacitación* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Dspace. https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/66020

Rodríguez Mosquera, C. (2020). *El uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICs) como herramienta para el desarrollo de las MIPYMES* [Tesis de grado, Universidad Torcuato Di Tella]. https://repositorio.utdt.edu/items/317c1fbb-a80f-4ee0-8a45-34235af4cd59

Sánchez Quispe, R. (2023). *Sistema para la gestión de clientes mediante el uso de microservicios, a través del modelo de negocio CRM* [Tesis de grado, Universidad Pública de El Alto]. Repositorio UPEA. https://repositorio.upea.bo/jspui/handle/123456789/1027

Soto Martínez, A. (2023). *Estudio y análisis de los sistemas de información empresarial e*

*implantación de un CRM en una PYME* [Tesis de maestría, Universidad de Cantabria]. Ucrea. https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/29626

Villena Presentación, R., Garro Velásquez, M. M., García Janampa, L. P., Andia Valencia, W., Luján Ruiz, R. O., Arpasi Pancca, R. A., & Montoya Cárdenas, G. A. (2023). Challenges and perspectives in the implementation of CRM in SMEs: A case method approach in the Peruvian context. *LACCEI 2024 Costa Rica*. https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/meta/FP539.html

Williams, R. T. (2023). WhatsApp as a tool for customer relationship management in education: Opportunities, challenges, and future directions. *Preprints.* https://doi.org/10.20944/preprints202311.1119.v1

©2026 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)