



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y
NATURALES**

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**Sistema de Integración de Datos para el Servicio de
Telecomunicaciones de una empresa de la provincia de San
Juan, en el contexto de la Analítica e Inteligencia
Empresarial**

ALUMNO: Tec. Juan Manuel Capdevila Mestre

ASESORA: Lic. Migani, Silvina - CO-ASESORA: Mg. Ferrarini, Cintia

SAN JUAN - 2026

Agradecimientos

Al llegar a este punto, no puedo evitar recordar las palabras de Kierkegaard: "la vida solo se entiende mirando hacia atrás, pero solo se puede vivir mirando hacia adelante." Hay logros que no pertenecen únicamente a quien firma las páginas de un trabajo, sino a todos aquellos que hicieron posible que esas páginas existieran. A mi familia, que sostuvo mis días con paciencia y amor que ninguna dedicatoria podría recompensar del todo, que celebró mis logros como si fueran propios y acompañó mis tropiezos con consuelo y comprensión. A las personas cercanas que permanecieron presentes cuando el camino se volvió cada vez más pesado, a mis compañeros, con quienes compartí el peso silencioso de las mismas exigencias y la misma determinación de no dejar de avanzar; a ellos, que entienden sin explicaciones lo que significó llegar hasta aquí, aunque algunos se hayan quedado en el camino. A la facultad, que con el tiempo dejó de ser un lugar de formación para convertirse en el espacio que me vio crecer, que me abrió puertas que no habría encontrado en otro sitio y que me regaló vínculos que hoy no podría imaginar ausentes en mi vida. Y a mi directora y codirectora de tesis, cuya orientación y compromiso fueron el hilo conductor de este trabajo; a ellas les debo, con honestidad, que este documento exista. A todos ellos, mi gratitud más sincera.

Resumen

Este trabajo final para la obtención del título de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación se desarrolló en el marco del Proyecto PIC "Analítica e Inteligencia de Negocios (ABI): Diseño de un modelo de proceso de negocio", llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, aprobado en la Convocatoria 2022-2023, con Resolución N° 1501/23-R. Propone

una herramienta computacional denominada JANUS que permite la integración de datos provenientes de distintas fuentes para una empresa de telecomunicaciones de la provincia de San Juan, con el fin de favorecer una gestión más eficiente basada en datos, en el contexto de la Analítica e Inteligencia Empresarial. En la investigación, se realizaron entrevistas a informantes claves para relevar las necesidades y problemas, se aplicó el método Kanban para el desarrollo de la propuesta. La misma fue validada por un grupo de usuarios de la empresa seleccionada.

Palabras clave: Integración de datos, inteligencia empresarial, heterogeneidad de datos

Abstract

This final work for obtaining the Bachelor's degree in Computer Science was developed within the framework of the PIC Project "Business Analytics and Intelligence (ABI): Design of a business process model", carried out at the Faculty of Exact, Physical and Natural Sciences of the National University of San Juan, approved in the 2022-2023 Call, with Resolution No. 1501/23-R. It proposes a computational tool called JANUS that allows the integration of data from different sources for a telecommunications company in the province of San Juan, in order to favor a more efficient data-driven management in the context of Business Analytics and Intelligence. In the research, interviews were conducted with key informants to survey needs and problems, the Kanban method was applied for the development of the proposal, and it was validated by a group of users from the selected company.

Keywords: Data integration, business intelligence, data heterogeneity

Índice General	
Agradecimientos	2
Resumen	3
Abstract	3
Índice de tablas y figuras	6
Capítulo N° 1: Marco Introdutorio	8
1.1. Introducción	9
1.2. Antecedentes	10
1.3. Formulación del Problema y Justificación	11
1.4. Objetivos	12
1.4.1. Objetivo General	12
1.4.1.1. Objetivos Específicos	12
Capítulo N° 2: Marco Teórico	13
2.1. Paradigma y Tipo de Investigación	14
2.2 Analítica e Inteligencia Empresarial (ABI)	14
2.3 Integración de Datos en proyectos ABI	14
2.4 Herramientas y procesos para la Integración de Datos	15
2.5 Arquitecturas y desafíos tecnológicos en la Integración de Datos	15
2.6. Marco Legal	15
Capítulo N° 3: Metodología	17
3.1. Metodología de la Investigación	18
3.2. Método Kanban	18
Capítulo N° 4: Análisis de la Situación Actual	20
4.1. Breve Descripción de la Empresa	21
4.2. Relevamiento de Necesidades y Requerimientos de los distintos Actores	21
A. Director Técnico (CTO)	21
B. Encargado de Logística del Área Externa	22
C. Director Ejecutivo (CEO)	22
D. Encargado de Atención al Cliente	22
4.3. Plataformas Utilizadas	23

4.3.1. Plataformas de Monitoreo Técnico	23
SmartOLT (Monitoreo Técnico)	23
UISP	24
Grafana	24
4.3.2. Plataformas de Monitoreo Administrativo	24
Mikrowisp	24
4.3.3. Plataformas de Contacto con el Cliente	26
Zenvia	26
Zoiper/Isabel PBX	26
Chatwoot	26
4.3.4. Plataformas de Seguimiento	28
Ecosistema Google	28
4.4. Síntesis del Relevamiento	28
4.5. Diagnóstico de la Empresa	29
4.6. Análisis y Evaluación de Herramientas Computacionales de Integración	30
4.6.1. Relevamiento	30
4.6.2. Definición de Criterios de Análisis	31
4.6.3. Evaluación Cualitativa y Cuantitativa	32
4.6.3.1. Evaluación Cualitativa	32
4.6.3.2. Evaluación Cuantitativa	33
4.7. Determinación de la Estrategia de Integración	35
Capítulo N°5: Sistema JANUS	36
5.1. Descripción	37
5.2. Requisitos	38
5.2.1. Acrónimos y Abreviaturas	38
5.2.2. Requisitos de Interfaces Externas	38
5.2.2.1. Interfaces de Usuario	38
5.2.2.2. Interfaces de Hardware	39
5.2.2.3. Interfaces de Software	39
5.2.2.4. Interfaces de Comunicación	39
5.2.3. Requisitos Funcionales	39

5.2.3.1. Sistema Integral	39
5.2.3.2. Gestión de Datos	39
5.2.3.3. Reportes e Indicadores Clave de Rendimiento (KPI)	39
5.2.3.4. Automatizaciones	39
5.2.3.5. Visualización Gráfica	40
5.2.4. Requisitos de Seguridad	40
5.2.4.1. Acceso Restringido	40
5.2.4.2. Control de Modificaciones	40
5.2.4.3. Protección de Automatizaciones	40
5.2.5. Requisitos No Funcionales	40
5.2.5.1. Mantenibilidad	40
5.2.5.2. Conformidad	40
5.3. Arquitectura	41
5.4. Componentes del sistema	42
5.4.1 Fuentes externas	43
5.4.2 Conectores	44
5.4.3 Capa de mensajería	45
5.4.4 Microservicio de extracción, transformación y carga	46
5.4.5 Base de datos	46
5.4.6 API de Backend	48
5.4.7 Aplicación Frontend	48
5.5. Interfaces principales	49
5.5. Validación	51
5.5.1. Simulación de Fuentes y Escenarios de Validación	51
5.5.2. Conjunto de Datos de Prueba y Resultados	54
Capítulo N° 6: Resultados, Conclusiones y Trabajos Futuros	55
6.1. Resultados	56
6.2. Conclusiones	56
6.3. Trabajos Futuros	57
Referencias Bibliográficas	58
ANEXOS	61

Índice de tablas y figuras

Figura N° 1: Modelo de datos de respuesta de API de smartOLT.....	23
Figura N° 2: Modelo de datos de respuesta de API de smartOLT.....	24
Figura N° 3: Modelo de datos de respuesta de API de Mikrowisp.....	25
Figura N° 4: Modelo de datos de respuesta de API de Mikrowisp.....	25
Figura N° 5: Modelo de datos de respuesta de API de Chatwoot.....	27
Tabla N° 1. Comparación Cualitativa de las herramientas de integración de datos.....	32
Tabla N°2: Comparación Cuantitativa de desempeño de las herramientas de integración de datos.....	33
Figura N° 6: Componentes del sistema JANUS.....	41
Figura N°7: Diagrama de Topología y Flujo de Datos en Kafka.....	43
Figura N°8: Diagrama de casos de uso del sistema Janus.....	44
Figura N°9: Modelo entidad relación del sistema Janus.....	47
Figura N°10: Interfaz principal.....	49
Figura N°11: Sección de clientes.....	49
Figura N°12: Detalles de cliente específico.....	50
Figura N°13: Flujo de procesamiento de una detección de corte.....	51
Figura N°14: Flujo de procesamiento de una detección de cliente suspendido.....	51
Figura N°15: Flujo de procesamiento de recepción de reclamo de cliente.....	52
Figura N°16: Flujo de procesamiento de registro de diagnósticos.....	52
Figura N°16: Flujo de procesamiento de registro de resoluciones técnicas.....	53

Capítulo N° 1: Marco Introdutorio

1.1. Antecedentes

1.2. Problema

1.3. Justificación

1.4. Objetivos

Capítulo N° 1. Marco Introdutorio

En este capítulo se presenta una introducción al trabajo, los antecedentes relacionados, el problema de investigación, la justificación de su realización y los objetivos generales y específicos.

1.1. Introducción

La constante evolución tecnológica permite a las empresas de servicios, obtener la información necesaria para comprender con mayor precisión los acontecimientos vinculados a los servicios que ellas brindan, y así poder mantenerse competitivas y/o expandirse en el mercado actual (Zahid et al., 2020). Sin embargo, se enfrentan al gran desafío de gestionar una enorme y variada cantidad de datos, provenientes de múltiples herramientas, formatos y dispositivos. Así, resulta necesario que dispongan de soluciones tecnológicas que les permitan integrar, organizar y visualizar la información relevante de manera clara y accesible, a fin de posibilitar la optimización de sus procesos decisionales.

En ese contexto, el presente trabajo propone desarrollar una herramienta computacional que permita integrar datos provenientes de distintas fuentes, formatos y dispositivos para una empresa de telecomunicaciones de nuestra provincia, con el fin de favorecer una gestión más eficiente basada en datos.

Este trabajo final para la obtención del título de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación se desarrolló en el marco del Proyecto PIC “Analítica e Inteligencia de Negocios (ABI): Diseño de un modelo de proceso de negocio”, llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, aprobado en la Convocatoria 2022-2023, con Resolución N° 1501/23-R.

Este trabajo se organiza en seis capítulos: el Capítulo 1 presenta el marco introductorio que incluye una introducción, antecedentes, problema y justificación y los objetivos del trabajo; el Capítulo 2 menciona el marco teórico que sustenta la propuesta; el Capítulo 3 describe la metodología de investigación y desarrollo; el Capítulo 4 presenta la situación actual de la empresa seleccionada; el Capítulo 5 describe la propuesta de JANUS, en el Capítulo 6 se exponen los resultados obtenidos, las conclusiones y líneas de trabajo futuro.

1.2. Antecedentes

En la actualidad, las empresas de telecomunicaciones enfrentan desafíos significativos en la gestión y análisis de datos, lo que ha llevado a un creciente interés en la implementación de soluciones de integración de datos e inteligencia empresarial (Laudon & Laudon, 2018). La transformación digital ha provocado una explosión exponencial en el volumen y la complejidad de los datos generados por las organizaciones, planteando la necesidad de desarrollar estrategias efectivas para su gestión y aprovechamiento.

Las telecomunicaciones, como sector estratégico, se caracterizan por una alta generación de datos provenientes de múltiples fuentes, incluyendo registros de llamadas, datos de navegación, información de clientes y sistemas de facturación (Chen et al., 2017). Sin embargo, la fragmentación y dispersión de estas fuentes de información representan un desafío significativo para la toma de decisiones estratégicas.

Investigaciones previas han destacado la importancia de la integración de datos como elemento fundamental para la inteligencia empresarial. Según Chaudhuri et al. (2011), la integración de datos permite a las organizaciones: consolidar información de múltiples fuentes, mejorar la calidad y consistencia de los datos, facilitar análisis más precisos y oportunos y optimizar la toma de decisiones estratégicas.

En el contexto específico de las telecomunicaciones, Wamba et al. (2015) han demostrado que la implementación efectiva de herramientas de integración de datos puede generar beneficios significativos, tales como: mejorar en la experiencia del cliente, permitir la optimización de procesos operativos, desarrollar nuevos modelos de negocio e incrementar la eficiencia organizacional.

Un estudio realizado por Kumar et al. (2019) en empresas de telecomunicaciones latinoamericanas reveló que aproximadamente el 65% de las organizaciones enfrentan desafíos críticos en la integración y análisis de datos, principalmente debido a la diversidad de sistemas heredados, a la falta de estándares de integración, a las limitaciones tecnológicas y a las deficiencias en la gobernanza de datos.

Las herramientas computacionales modernas, como plataformas de integración de datos y soluciones de inteligencia empresarial, se presentan como alternativas prometedoras para abordar estos desafíos (Gartner, 2020). Tecnologías como ETL (Extracción, Transformación y Carga), almacenes de datos y herramientas de big data están transformando la manera en que las empresas de telecomunicaciones gestionan su información.

1.3. Formulación del Problema y Justificación

Los Proveedores de Servicios de Internet (ISP) enfrentan actualmente un escenario complejo en la gestión de su información operativa. Dada la naturaleza de su actividad, resulta fundamental el manejo preciso y seguro de datos técnicos (como el estado de la red, el rendimiento de los equipos y las métricas de conexión), datos administrativos (de facturación, contratos, etc.), datos de servicio al cliente (historial de reclamos, seguimiento de casos, etc.) y datos de campo (visitas técnicas, informes de reparaciones domiciliarias, diagnósticos, relevamientos de instalaciones, etc.). Estos datos, considerados críticos para la operación y la toma de decisiones estratégicas, suelen encontrarse fragmentados en diferentes sistemas y plataformas, cada uno diseñado para cubrir necesidades específicas de las distintas áreas operativas (Ngcobo et al., 2024).

En la provincia de San Juan, una empresa de telecomunicaciones enfrenta este desafío de manera particular, ya que opera diversas plataformas que registran y gestionan información esencial sobre el servicio y las necesidades de sus usuarios. Si bien su propósito es ofrecer una atención de calidad y mejorar continuamente el servicio brindado, la heterogeneidad de sus sistemas genera importantes limitaciones operativas. Cada plataforma maneja datos en formatos y con interfaces diferentes, lo que exige un esfuerzo considerable por parte de los operadores, quienes deben acceder a cada sistema por separado, extraer la información de forma manual y transferirla posteriormente a otras herramientas para su análisis y para la elaboración de informes que sustentan la toma de decisiones estratégicas. Este manejo manual no solo incrementa la carga operativa, sino que también retrasa los procesos de auditoría debido al volumen y la dispersión de los datos. Como consecuencia, dichas auditorías suelen concentrarse únicamente en los servicios que presentan mayor cantidad de reclamos, dejando de lado una revisión integral del estado del servicio.

En este contexto, la integración de datos se presenta como una alternativa para superar estas limitaciones. La integración de datos comprende un conjunto de enfoques y arquitecturas orientadas a unificar información proveniente de sistemas heterogéneos, permitiendo su consulta y análisis como si proviniera de una única fuente coherente (Lenzerini, 2002). Desde una perspectiva más amplia, la gestión de datos empresariales involucra no solo la integración de fuentes diversas, sino también el soporte a aplicaciones en tiempo real, la interoperabilidad entre sistemas mediante APIs y middleware, y el uso de plataformas en la nube que permitan escalar el procesamiento y almacenamiento de datos sin comprometer el rendimiento operativo (Ngcobo et al., 2024). En este sentido, la integración y gestión eficiente de datos se constituyen como elementos clave para apoyar procesos de análisis y toma de decisiones en el marco de la Analítica e Inteligencia Empresarial (en inglés, Analytics and Business Intelligence – ABI) (Reis & Housley, 2022).

A partir de lo expuesto, surge el siguiente interrogante: ¿qué características debería reunir un Sistema de Integración de Datos, en el contexto de la ABI, para contribuir a la mejora del servicio de telecomunicaciones de una empresa de la provincia de San Juan?

La implementación de una solución de esta naturaleza podría reducir de manera significativa la carga operativa, agilizar el acceso a información confiable y oportuna, y mejorar la capacidad de resolución de problemas dentro del proceso de atención de reclamos. Dicho proceso se caracteriza por su complejidad, la intervención de múltiples actores y sistemas, y la generación continua de flujos de datos heterogéneos. En este sentido, un enfoque de integración permitiría no solo optimizar tareas repetitivas y manuales, sino también fortalecer la capacidad analítica de la empresa y favorecer la gestión más eficiente del servicio.

Por otra parte, para el alumno, el aprendizaje de la temática y el uso de herramientas computacionales de integración de datos no sólo enriquecieron su formación académica, sino que también le proporcionaron habilidades requeridas para su desarrollo profesional, fortaleciendo su capacidad para afrontar desafíos y sus posibilidades de empleo en este campo (Mikalef & Krogstie, 2019).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de Integración de Datos en el contexto de la ABI, para contribuir a la mejora del servicio de telecomunicaciones de una empresa de la provincia de San Juan.

1.4.1.1. Objetivos Específicos

- Identificar los requisitos de los usuarios respecto a la integración de datos.
- Reconocer herramientas computacionales existentes para la integración de datos en el ámbito de la ABI.
- Definir criterios de análisis y evaluación de las herramientas computacionales.
- Seleccionar un conjunto acotado de plataformas utilizadas por la empresa de telecomunicaciones sobre las cuales se trabajará.
- Construir la solución ABI que permita realizar la integración de datos de las plataformas seleccionadas.
- Validar la solución ABI desarrollada.

Capítulo N° 2: Marco Teórico

2.1. Paradigma y Tipo de Investigación

2.2 Analítica e Inteligencia Empresarial (ABI)

2.3 Integración de Datos en proyectos ABI

2.4 Herramientas y procesos para la Integración de Datos

2.5 Arquitecturas y desafíos tecnológicos en la Integración de Datos

2.6. Marco Legal

Capítulo N° 2: Marco Teórico

2.1. Paradigma y Tipo de Investigación

La presente propuesta se inscribe en el paradigma tecnocrático (Eden, 2007) adoptado generalmente por los ingenieros de software, dado que trata a los programas como meros datos y busca conocimientos probables y a posteriori sobre su fiabilidad de forma empírica mediante conjuntos de pruebas. Adopta un enfoque de investigación aplicada según el Manual de Frascati (2015), en tanto se orienta al desarrollo de herramientas tecnológicas y soluciones concretas para la industria del desarrollo de videojuegos. Este tipo de investigación prioriza la aplicación práctica del conocimiento teórico existente con el objetivo de resolver problemas específicos, profundizando y operacionalizando conceptos propios de la ingeniería de software y el diseño de sistemas interactivos.

2.2 Analítica e Inteligencia Empresarial (ABI)

En la actualidad, las organizaciones generan y gestionan grandes volúmenes de datos provenientes de una amplia variedad de fuentes, incluyendo sistemas transaccionales, plataformas web, servicios en la nube y sistemas externos. Este ecosistema da lugar a flujos de datos caracterizados por su volumen, diversidad y velocidad. Sin embargo, la mera disponibilidad de datos no garantiza la generación de conocimiento útil para la toma de decisiones. Para transformar esos datos en valor estratégico, las organizaciones requieren metodologías y herramientas capaces de integrar, procesar y analizar información de manera confiable y oportuna.

La Analítica e Inteligencia Empresarial (ABI) puede definirse como un conjunto de aplicaciones, infraestructuras, herramientas y prácticas orientadas a facilitar el acceso, la integración y el análisis de datos, con el objetivo de generar información y conocimiento que respalden la toma de decisiones organizacionales (Gartner, 2024). En este contexto, ABI se constituye como un pilar fundamental de los entornos de decisión actuales (Turban et al., 2014; Reis & Housley, 2022), permitiendo a las organizaciones mejorar la calidad de las decisiones en los niveles estratégico, táctico y operativo y promoviendo una gestión basada en evidencias empíricas y no exclusivamente en la intuición (Wieder & Ossimitz, 2015; Kimball & Ross, 2019).

2.3 Integración de Datos en Proyectos ABI

La integración de datos constituye una funcionalidad crítica dentro de los proyectos ABI. Desde una perspectiva académica, la integración de datos es un área de estudio dentro del campo de las bases de datos y los sistemas de información que aborda el problema de combinar información proveniente de múltiples fuentes en una vista unificada y consistente (Doan et al., 2012; Lenzerini, 2002). En el contexto de los proyectos de Analítica e Inteligencia Empresarial (ABI), estos procesos resultan fundamentales, ya que permiten consolidar información generada en distintos sistemas operacionales para su posterior análisis y explotación.

Uno de los principales desafíos de la integración de datos se relaciona con la heterogeneidad de las fuentes de información. Los datos pueden encontrarse almacenados en distintos formatos, estructuras o modelos de datos, lo que genera diferencias a nivel estructural. Asimismo, pueden existir discrepancias semánticas cuando distintas fuentes utilizan denominaciones o interpretaciones diferentes para representar información similar. A esto se suma la necesidad de identificar entidades equivalentes entre distintas fuentes de datos, es decir, determinar cuándo registros provenientes de sistemas diferentes corresponden a la misma entidad del mundo real (Doan et al., 2012).

En las organizaciones, estos desafíos suelen intensificarse debido a la coexistencia de múltiples sistemas de información que gestionan distintos procesos del negocio. En el sector de las telecomunicaciones, por ejemplo, los datos pueden generarse en sistemas de monitoreo de red, plataformas de facturación, aplicaciones de atención al cliente o sistemas de gestión de operaciones. La integración de esta información resulta necesaria para construir una visión más completa de los procesos organizacionales y facilitar el análisis de indicadores operativos y estratégicos (Ngcobo et al., 2024).

Dentro de los proyectos ABI, los procesos de integración permiten consolidar información dispersa en distintos sistemas y transformarla en conjuntos de datos que puedan ser utilizados para análisis, generación de reportes y construcción de indicadores de desempeño. En este sentido, la integración de datos constituye un componente central de las arquitecturas analíticas, ya que establece el vínculo entre los sistemas operacionales donde se generan los datos y los entornos destinados a su almacenamiento y análisis (Doan et al., 2012; Sherman, 2014; Kimball & Ross, 2019).

En la actualidad, muchas soluciones de integración de datos se implementan en entornos tecnológicos donde conviven sistemas desplegados en infraestructuras locales con servicios provistos por plataformas en la nube. En estos escenarios, los procesos de integración deben permitir el intercambio de datos entre distintos sistemas y plataformas tecnológicas, posibilitando la consolidación de la información en los entornos analíticos de la organización. Este tipo de arquitecturas híbridas se ha vuelto frecuente en proyectos de analítica empresarial, ya que permite integrar sistemas operacionales existentes con nuevas capacidades de procesamiento y almacenamiento de datos (Kimball & Ross, 2019).

2.4 Procesos de Integración de Datos

La implementación de procesos de integración de datos requiere el uso de herramientas computacionales especializadas que permitan realizar tareas de extracción, transformación, limpieza y consolidación de información proveniente de múltiples sistemas. Estas herramientas facilitan la automatización de los flujos de integración y permiten preparar los datos para su posterior utilización en entornos analíticos.

Entre los procesos más utilizados se encuentran los denominados ETL (Extract, Transform, Load), los cuales han sido ampliamente utilizados en soluciones de inteligencia de negocios y almacenamiento de datos. En este enfoque, los datos son extraídos desde los sistemas fuente, transformados mediante la aplicación de reglas de negocio, procesos de limpieza y controles de calidad, y posteriormente cargados en los repositorios destinados al análisis. Este modelo permite estandarizar y preparar la información antes de su almacenamiento en los sistemas analíticos, garantizando mayor consistencia en los datos utilizados para la generación de reportes e indicadores (Reis & Housley, 2022).

En los últimos años, el crecimiento en la capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos ha impulsado la adopción de enfoques alternativos como ELT (Extract, Load, Transform). En este modelo, los datos son primero extraídos desde las fuentes y cargados en el sistema de destino, mientras que las transformaciones se realizan posteriormente utilizando las capacidades de procesamiento del propio entorno de almacenamiento o análisis. Este enfoque resulta particularmente adecuado en escenarios con grandes volúmenes de datos y alta diversidad de fuentes, donde las plataformas analíticas modernas ofrecen capacidades de procesamiento distribuido y escalable (Reis & Housley, 2022).

En la práctica, estos procesos suelen organizarse como flujos o pipelines de integración de datos, en los cuales los datos atraviesan distintas etapas de procesamiento desde su origen en los sistemas fuente hasta los entornos donde serán almacenados y utilizados para análisis (Reis & Housley, 2022).

2.5 Arquitecturas y desafíos tecnológicos en la Integración de Datos

La integración de datos en organizaciones modernas se desarrolla dentro de arquitecturas tecnológicas que deben articular múltiples sistemas fuente, plataformas de almacenamiento y entornos analíticos. Estas arquitecturas definen la forma en que los datos circulan entre los distintos componentes del ecosistema tecnológico y determinan aspectos como la escalabilidad, el rendimiento y la capacidad de adaptación ante nuevos requerimientos.

En entornos tradicionales, los procesos de integración se apoyaban en arquitecturas centralizadas, donde los datos eran consolidados en un repositorio único, como un almacén de datos corporativo. Sin embargo, el crecimiento sostenido en el volumen, la variedad y la velocidad de generación de datos ha impulsado la adopción de arquitecturas más flexibles,

capaces de soportar procesamiento distribuido y almacenamiento escalable (Reis & Housley, 2022).

En este contexto, muchas organizaciones operan actualmente en entornos tecnológicos híbridos, donde conviven sistemas operacionales locales, aplicaciones externas y plataformas analíticas desplegadas en infraestructuras de nube. Estas configuraciones híbridas plantean desafíos adicionales relacionados con la interoperabilidad entre sistemas, la gestión de grandes volúmenes de información y la coordinación de procesos distribuidos.

Asimismo, las arquitecturas de integración deben contemplar aspectos como la seguridad de la información, el control de accesos, la trazabilidad de los datos y la capacidad de monitoreo de los procesos de integración. Estos elementos resultan fundamentales para garantizar la confiabilidad de la información utilizada en los procesos de analítica empresarial.

En consecuencia, el diseño de una arquitectura de integración de datos implica no solo la selección de herramientas tecnológicas, sino también la definición de una estructura organizativa y técnica que permita gestionar de manera coherente los flujos de datos dentro de la organización.

2.6. Marco Legal

En Argentina, los proveedores de servicios de Internet (ISP) están regulados por leyes y normativas. Algunas de las más importantes incluyen:

Ley 27.078 (Argentina Digital): Esta ley declara de interés público el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, estableciendo y garantizando la neutralidad de las redes.

Ley 25.326 (Protección de Datos Personales): Regula la protección de datos personales y establece los principios de consentimiento, calidad, finalidad, seguridad, confidencialidad y derecho de acceso.

Ley 26.388 (Delitos Informáticos): Define y sanciona delitos relacionados con el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones.

Ley 24.156 (Servicios de Comunicación Audiovisual): Regula los servicios de comunicación audiovisual, incluyendo internet, y establece el marco regulatorio para los ISP.

Ley 27.411 (Convenio sobre Ciberdelito del Consejo de Europa): Implementa el Convenio de Budapest sobre ciberdelito, que busca mejorar la cooperación internacional en la lucha contra el ciberdelito.

Además, el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) es la entidad gubernamental responsable de regular las telecomunicaciones en Argentina, incluyendo internet. El ENACOM supervisa el cumplimiento de las normas y regulaciones, y puede aplicar sanciones a quienes las incumplan.

Por otra parte, aunque no aplicable de forma obligatoria para todas las organizaciones del país, el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea constituye un estándar de referencia internacional para el tratamiento seguro, responsable y transparente de datos personales, especialmente útil como guía de buenas prácticas en procesos de integración y analítica.

Capítulo N° 3: Metodología

3.1. Metodología de la Investigación

3.2. Método Kanban

Capítulo N° 3: Metodología

Este capítulo presenta la metodología aplicada a la investigación, donde se explicitan métodos, estrategias, procedimientos que dan cuenta de las acciones realizadas. A su vez se da cuenta del método Kanban aplicado para el desarrollo de la solución de software propuesta.

3.1. Metodología de la Investigación

En este Trabajo Final de Grado se optó por un diseño exploratorio - descriptivo, dado que el autor al momento de iniciar la investigación poseía escasos conocimientos sobre el tema y necesitaba conocer las propiedades o características del fenómeno bajo estudio, para luego intentar describirlas. En cuanto a la estrategia metodológica se optó por una estrategia mixta (cuali-cuantitativa), dado que ambas lógicas presentan aproximaciones complementarias para la construcción del conocimiento (Yuni & Urbano, 2014). Por un lado, se trabajó con una lógica cualitativa para comprender mejor el funcionamiento de la integración de datos en el contexto de la ABI, en particular, en una organización que brinda servicios de telecomunicaciones. Se aplicaron técnicas como entrevistas y observación participante a agentes claves de la empresa de telecomunicaciones seleccionada, lo que permitió conocer las experiencias individuales, generando descripciones detalladas y contextualizadas. Por otro lado, se adoptó el enfoque cuantitativo, con el fin de obtener datos que puedan ser generalizados y replicados. En este caso, se generó una instancia experimental de prueba piloto con los datos de las fuentes heterogéneas seleccionadas provenientes de la empresa de telecomunicaciones de la provincia de San Juan. Y se evaluaron conforme a Pruebas de concepto (Proof of Concept) definida como una implementación preliminar, acotada y experimental cuyo propósito es demostrar la viabilidad técnica de una propuesta ya sea un modelo, arquitectura, algoritmo o sistema antes de su desarrollo completo o validación a gran escala. Su finalidad principal es verificar que los supuestos fundamentales del diseño pueden materializarse en un entorno controlado, reduciendo la incertidumbre técnica y metodológica del proyecto (IEEE, 2017; Project Management Institute, 2017)

3.2. Método Kanban

En este trabajo se aplicó para el desarrollo del sistema el método Kanban que fue desarrollado en los años 40 por Taiichi Ohno en Toyota como parte del sistema de producción Just-In-Time. Kanban significa "letrero" o "señal visual" en japonés. Originalmente concebido para optimizar procesos industriales, buscaba eliminar cuellos de botella, reducir desperdicios y optimizar los tiempos de espera en la producción. La adaptación de Kanban al desarrollo de software ocurrió en 2004, cuando David J. Anderson lo redefinió como "un enfoque para el cambio incremental y evolutivo de procesos y sistemas para las organizaciones".

El método se sustenta en cinco principios fundamentales:

1. La limitación del trabajo en curso (WIP), que establece un número máximo de tareas permitidas en cada etapa para evitar sobrecarga y mantener el enfoque.
2. La visualización del flujo de trabajo mediante el tablero Kanban, proporcionando transparencia total al proceso de desarrollo.
3. La medición y gestión del flujo como motor de mejora continua, permitiendo análisis de patrones y optimización basada en datos concretos.
4. Las políticas explícitas del proceso, asegurando que todos comprenden claramente las reglas de trabajo.
5. El uso de modelos para identificar oportunidades de mejora, reflejando un enfoque científico para la optimización continua.

A diferencia de otras metodologías ágiles, Kanban no impone nuevas estructuras organizativas o roles específicos, permitiendo implementación sin cambios drásticos iniciales. Su sistema de trabajo "pull" (tirar) reduce la multitarea y mejora la concentración.

Estudios comparativos han demostrado que Kanban puede reducir tiempos de entrega en un 50%, disminuir errores en un 11% y aumentar productividad en un 21% frente a metodologías como Scrum (Alaidaros, Omar, & Romli, 2021).

Capítulo N° 4: Análisis de la Situación Actual

4.1. Breve Descripción de la Empresa

4.2. Relevamiento de Necesidades y Requerimientos de los distintos Actores

4.3. Plataformas Utilizadas

4.3.1. Plataformas de Monitoreo Técnico

4.3.2. Plataformas de Monitoreo Administrativo

4.3.3. Plataformas de Seguimiento

4.3.4. Plataformas de Contacto con el Cliente

Capítulo Nº 4: Análisis de la Situación Actual

Este capítulo presenta una descripción de la empresa de telecomunicaciones objeto de estudio, detalla el relevamiento de información realizado y concluye con un diagnóstico de la situación actual.

4.1. Breve Descripción de la Empresa

La empresa, fundada en el año 2016, tiene como visión brindar un servicio de calidad que satisfaga las expectativas y necesidades de sus clientes, con un enfoque de mejora continua.

Inicialmente, ofrecía servicios de internet inalámbrico, y en la actualidad, ha diversificado su portafolio, incorporando dos líneas de negocio adicionales al servicio de internet: televisión por streaming a través de internet, y sistemas de seguridad con cámaras de monitoreo remoto y detección automatizada. Con esta oferta integral de servicios, atiende aproximadamente a 5.000 clientes en la región.

Este crecimiento ha generado un ecosistema tecnológico diverso. La información sobre los servicios y los requerimientos de los usuarios se recopila mediante distintas plataformas o sistemas, cada uno con formatos e interfaces propios. Esto obliga a los operarios a acceder manualmente a cada sistema para consolidar la información y transferirla a otros entornos para su análisis. Como resultado, la gestión de la información se vuelve compleja y lenta.

4.2. Relevamiento de Necesidades y Requerimientos de los distintos Actores

A fin de conocer los problemas y necesidades de los diferentes actores dentro de la empresa, se realizaron entrevistas semiestructuradas¹ a los principales responsables de la organización (Director Técnico, Encargado de Logística del Área Externa y Director Ejecutivo). Posteriormente, se llevó a cabo un procesamiento cualitativo de la información recabada, generando categorías teniendo en cuenta lo expresado por los entrevistados.

A continuación, se presentan los problemas y necesidades identificados, así como las expectativas de cada actor respecto a un sistema computacional que pudiera brindar una solución adecuada.

A. Director Técnico (CTO)

Problemas y necesidades:

¹ Disponibles en Anexo.

- Datos inconsistentes: La información ingresada en formularios presenta formatos heterogéneos. Por ejemplo, números de DNI con puntos, guiones o texto descriptivo.
- Información de marketing: Falta de acceso ágil a datos sobre el origen de los clientes por canal de marketing.
- Procesos manuales: El cálculo y verificación de sueldos de técnicos de campo, que involucra tareas con valores distintos, bonos variables, horas trabajadas y responsabilidades de guardia, consume mucho tiempo y es propenso a errores.

Expectativas:

- Automatización: Identificación automática de clientes afectados por reparaciones en zonas específicas, con notificaciones por correo electrónico.
- Visualización individual: Representación gráfica de cada cliente, incluyendo ID único, fecha de instalación, historial de tickets, facturas impagas y medios de contacto.

B. Encargado de Logística del Área Externa

Problemas y Necesidades:

- Valoración del cliente: Falta de información confiable sobre la percepción de los clientes respecto al trabajo de los técnicos, limitando la mejora del servicio.
- Limitaciones en registro de datos: Los formularios de Google no permiten modificar información enviada, generando inconsistencias que requieren intervención de terceros.

Expectativas:

- Visualización por timeline: Línea temporal personalizable por sector, que permita filtrar información relevante.
- Asesor virtual: Herramienta de asistencia a técnicos durante sus tareas, incorporando potencialmente inteligencia artificial.

C. Director Ejecutivo (CEO)

Problemas y Necesidades:

- Calidad de la interacción humana: lo que implica mantener un servicio de atención al cliente de alto nivel.
- Estandarización de datos cualitativos: que se pueda contar con la información expresada en datos estructurados para análisis posteriores, mediante la transformación del lenguaje natural de entrada.
- Información urgente: Dirección exacta de los clientes.

Expectativas:

- Timeline interactiva: permitiendo filtrar eventos como llamadas, chats, cortes de servicio, reclamos y respuestas de técnicos.

- Seguridad: Implementación de Single Sign-On, autenticación de todas las APIs y matriz rol-funcionalidad granular.

D. Encargado de Atención al Cliente

Problemas y Necesidades:

- Confiabilidad de datos: Mediante la mitigación de los errores frecuentes en datos ingresados manualmente por distintos operadores, afectando la consistencia de los sistemas.
- Comunicación interna: Necesidad de acceso actualizado a contactos de equipos de guardia.
- Validación de ventas: Revisión manual de llamadas y chats para verificar la venta de servicios.

Expectativas:

- Integralidad: Plataforma que unifique todas las plataformas actuales, gestionando información de clientes, servicios, órdenes, tickets y reclamos.

4.3. Plataformas Utilizadas

Las herramientas computacionales utilizadas para el desarrollo de sus actividades, organizadas según su propósito, se mencionan a continuación:

4.3.1. Plataformas de Monitoreo Técnico

SmartOLT² (Monitoreo Técnico)

Esta plataforma se emplea para la administración de múltiples OLTs (Optical Line Terminal). Su principal función es proporcionar al operador de soporte técnico información sobre el estado técnico de la conexión del cliente que ha contratado el servicio de fibra óptica. Actualmente, la empresa cuenta con aproximadamente 4.500 clientes de fibra óptica. Dispone de una API que permite obtener diferentes datos, como: Estado operacional de ONUs (Online, Offline, Power Fail, LOS), métricas de calidad de señal (potencia en dBm, nivel de señal), configuración de equipos e información de identificación de equipos (Serial Number).

Respecto a los estados obtenibles para las ONUs son los siguientes: Online, Power fail, LOS (Loss of Signal) y Offline. Las señales obtenibles se miden según su potencia (decibelios) y también presentan un estado en lenguaje natural: Critical, Warning y Very Good. Por otro lado, la potencia debe encontrarse en un valor entre -10 dBm y -30 dBm para considerarse un valor aceptable.

² <https://api.smartolt.com/#smartolt-api>

A continuación se presentan ejemplos de respuestas entregadas por la API en las Figuras N°1 y N°2.

```
{
  "status": true,
  "response": [
    {
      "unique_external_id": "test1",
      "sn": "ZTEGC1D48C98",
      "olt_id": "53",
      "board": "0",
      "port": "3",
      "onu": "20",
      "zone_id": "1",
      "status": null,
      "signal": "Very good",
      "signal_1310": "-20.05 dBm"
    },
    {
      "unique_external_id": "test2",
      "sn": "ZTEGC171A71A",
      "olt_id": "53",
      "board": "1",
      "port": "4",
      "onu": "4",
      "zone_id": "1",
      "status": null,
      "signal": "Very good",
      "signal_1310": "-11.89 dBm"
    }
  ]
}
```

Figura N° 1: Respuesta de la API de smartOLT que muestra el listado de servicios.

Fuente: API Reference SmartOLT

```
{
  "status": true,
  "onu_status": "Online"
}
```

Figura N° 2: Respuesta de la API de smartOLT que obtiene el estado de un servicio.

Fuente: API Reference SmartOLT

UISP

Similar a SmartOLT, esta plataforma se utiliza para gestionar clientes de internet inalámbrico. La empresa tiene alrededor de 1.000 clientes en esta categoría.

Aunque UISP no cuenta con una API directa, es posible obtener información directamente de la antena del cliente mediante solicitudes HTTP.

Grafana

Es una plataforma de código abierto para visualizar datos de forma interactiva. Permite crear paneles de control personalizados con gráficos, tablas y alertas, a partir de diversas fuentes como bases de datos, servidores o aplicaciones. La principal fuente de datos utilizada para este sistema en este contexto es InfluxDB, el cual es una base de datos de series temporales para almacenar y analizar datos con marca de tiempo. A partir de esta herramienta se monitorea el consumo a los proveedores, entre otras métricas que se pueden usar para detectar cortes generales o degradaciones de servicio.

4.3.2. Plataformas de Monitoreo Administrativo

Mikrowisp³

Definida como una plataforma CRM (Customer Relationship Management), tiene múltiples usos dentro de la empresa. Principalmente referidos a la gestión de clientes y sus reclamos (identificación de clientes, datos de contacto, dirección, servicios contratados, tipo de servicio, plan, estado, historial de facturación y tickets de soporte). Dispone de una API para la obtención de información y una base de datos MySQL en caso de que la API no proporcione suficiente información.

A continuación, la Figura N°3 muestra la información de un cliente obtenida a través de su API.

```
{
  "estado": "exito",
  "datos": [
    {
      "id": 6,
      "nombre": "ARIEL Perez",
      "estado": "ACTIVO",
      "correo": "",
      "telefono": "45434565",
      "movil": "998283745",
      "cedula": "65454323",
      "pasarela": "",
      "codigo": "l4o4gp",
      "direccion_principal": "2301 Peger Rd.",
      "servicios": [
        {
          "id": 5,
          "idperfil": 2,
```

³ <https://mikrowisp.docs.apiary.io/#>

```

    "nodo": 2,
    "costo": "150.00",
    "ipap": "",
    "mac": "00:44:56:56:78:17",
    "ip": "192.168.33.3",
    "instalado": "0000-00-00",
    "pppuser": "User6",
    "ppppass": "Pass6",
    "tiposervicio": "internet",
    "status_user": "OFFLINE",
    "coordenadas": "-11.984449254433779,-77.0827752259944",
    "direccion": "",
    "snmp_comunidad": "public",
    "perfil": "Plan 4Mbps"
  }
],
"facturacion": {
  "facturas_nopagadas": 4,
  "total_facturas": "750.00"
}
}
]
}

```

Figura N° 3: Respuesta de API de Mikrowisp para obtener información de un cliente.

Fuente: API Reference SmartOLT

Por otro lado, la Figura N°4 muestra el detalle de una factura de un cliente.

```

{
  "estado": "exito",
  "facturas": [
    {
      "id": 210,
      "legal": 0,
      "idcliente": 6,
      "emitido": "2019-05-04",
      "vencimiento": "2019-05-10",
      "total": "343.75",
      "estado": "vencido",
      "cobrado": "0.00",
      "impuesto": "52.61",
      "oxxo_referencia": "",
      "barcode_cobro_digital": "73852040377595616051900361438",
      "fechapago": "0000-00-00",
      "subtotal": "291.14",
      "subtotal2": "S/. 291.14",
      "total2": "S/. 343.75",
      "impuesto2": "S/. 52.61",
      "formapago": ""
    },...
  ]
}

```

Figura N° 4: Respuesta de la API de Mikrowisp para obtener detalle de facturas de un cliente.

Fuente: API Reference Mikrowisp

4.3.3. Plataformas de Contacto con el Cliente

Zenvia

Permite la comunicación con los clientes vía WhatsApp para atender reclamos y consultas. Cuenta con una API robusta que permite extraer las conversaciones entre el operador y el cliente basándose en el número de teléfono.

Zoiper/Isabel PBX

Esta plataforma gestiona el servicio de telefonía, generando grabaciones de las llamadas que pueden ser transformadas a texto para extraer información contextual.

Chatwoot⁴

Similar a Zenvia, Chatwoot facilita la comunicación con los clientes vía WhatsApp y dispone de un chat online, aunque este último no se está utilizando actualmente. Es más flexible en cuanto a automatizaciones (recordatorio de turnos, personalización de chatbots). También cuenta con una API para extraer conversaciones con los clientes, aunque en un formato diferente al de Zenvia.

Permite gestionar conversaciones completas entre los agentes (mesa de ayuda y los clientes), mensajes individuales con timestamps, canal de comunicación utilizado, valoraciones de clientes (rating y comentarios).

A continuación, se muestra una respuesta de la API generada por la plataforma (Figura N°5)

```
{
  "data": {
    "meta": {
      "mine_count": 0,
      "unassigned_count": 0,
      "assigned_count": 0,
      "all_count": 0
    }
  },
  "payload": [
```

⁴ <https://www.chatwoot.com/developers/api/#tag/Conversations/operation/conversationListMeta>

```

{
  "id": 0,
  "messages": [
    {
      "content": "string",
      "content_type": "text",
      "content_attributes": {},
      "message_type": "incoming",
      "created_at": 0,
      "private": true,
      "attachment": {},
      "sender": {},
      "conversation_id": 0
    }
  ],
  "account_id": 0,
  "inbox_id": 0,
  "status": "open",
  "timestamp": "string",
  "contact_last_seen_at": "string",
  "agent_last_seen_at": "string",
  "unread_count": 0,
  "additional_attributes": {},
  "custom_attributes": {
    "attribute_key": "attribute_value",
    "priority_conversation_number": 3
  },
  "meta": {
    "sender": {
      "id": 0,
      "name": "string",
      "thumbnail": "string",
      "channel": "string"
    },
    "assignee": {
      "id": 0,
      "uid": "string",
      "name": "string",
      "available_name": "string",
      "display_name": "string",
      "email": "string",
      "account_id": 0,
      "role": "agent",
      "confirmed": true,
      "custom_attributes": {},
      "accounts": [
        {
          "id": 0,
          "name": "string",
          "role": "administrator"
        }
      ]
    }
  }
}

```

```
]
}
}
```

Figura N° 5: Respuesta de API de Chatwoot para obtener conversaciones de un cliente.

Fuente: API Reference Chatwoot

4.3.4. Plataformas de Seguimiento

Ecosistema Google

Utilizando servicios corporativos de Google, se genera información sobre las visitas realizadas por los técnicos de campo a través de Google Forms. Los técnicos registran el diagnóstico y la resolución de problemas de los clientes en Google Forms, programan las visitas en Google Calendar y documentan los diagnósticos y resoluciones en una hoja de Google Sheets vinculada a Google Forms.

Se tiene como objetivo central buscar integrar los datos provenientes de estas plataformas con tal de construir un contexto integral del estado del cliente y poder identificar los puntos de mejora internos, mejorando así la calidad del servicio y la satisfacción del cliente.

Diagnósticos técnicos registrados en visitas (Google Forms/Sheets), Programación de visitas técnicas (Google Calendar), Resoluciones aplicadas y observaciones, Evidencia fotográfica.

4.4. Síntesis del Relevamiento

El relevamiento realizado a los principales responsables de la organización y el análisis de las plataformas utilizadas permitió identificar las problemáticas y expectativas vinculadas con la gestión de la información.

En primer lugar, se evidenció una fragmentación significativa de los datos, distribuidos en múltiples sistemas. Cada plataforma opera con formatos, estructuras y mecanismos de acceso diferentes, lo que dificulta el cruce automático de información y obliga a realizar tareas manuales de consolidación.

Asimismo, se detectaron problemas de calidad de datos, principalmente asociados a inconsistencias en formatos, registros incompletos y ausencia de estandarización en campos críticos. Esta situación afecta la

confiabilidad de la información utilizada para análisis operativos y estratégicos.

Otro aspecto a tener en cuenta, destacado por los entrevistados, es la dependencia de procesos manuales para actividades sensibles, como la validación de ventas, el cálculo de pagos a técnicos de campo o la verificación de reclamos. Estas actividades demandan tiempo considerable, incrementan la probabilidad de errores y limitan la capacidad de respuesta ante situaciones críticas.

Desde el punto de vista funcional, las principales necesidades descritas son:

- Integrar información proveniente de diversas plataformas y formatos.
- Disponer de visualizaciones claras que permitan comprender el contexto integral del cliente.
- Automatizar procesos repetitivos y notificaciones.
- Implementar mecanismos de seguridad y control de acceso a los datos, de acuerdo a la criticidad de los mismos.

En síntesis, el relevamiento permitió constatar que la problemática radica fundamentalmente en la falta de interoperabilidad, estandarización y visión unificada de la información.

4.5. Diagnóstico de la Empresa

Tras nueve años de operación, la organización enfrenta un desafío crítico de fragmentación tecnológica. Si bien cuenta con plataformas funcionales para tareas específicas, la falta de interoperabilidad ha generado silos de información que limita la eficiencia operativa y dificulta una visión integrada de los procesos.

Una de las necesidades prioritarias detectadas se vincula con la estandarización y la mejora de la calidad de datos. Los directivos, especialmente del área técnica, enfatizan que la información es poco confiable y se presenta en formatos dispares. Es indispensable la implementación de mecanismos de limpieza y permitir el cruce automático de información entre sistemas.

Simultáneamente, existe una necesidad imperiosa de automatización de procesos críticos. La dependencia actual de verificaciones manuales para tareas administrativas complejas (como el cálculo de haberes técnicos o la auditoría de calidad en ventas) consume recursos excesivos, por lo que se requiere un sistema capaz de procesar estas variables y gestionar notificaciones sin intervención humana constante.

De manera específica, y vinculada a la naturaleza operativa del negocio de telecomunicaciones, surge como requisito clave la capacidad de capturar y procesar en tiempo real los eventos generados por las aplicaciones y sistemas de la red. Capacidad fundamental para el monitoreo continuo del tráfico de datos, la detección temprana de incidentes y la toma de decisiones operativas oportunas.

Desde una perspectiva estratégica y logística, el requerimiento unificador es la centralización de la información mediante una "Línea de Tiempo" interactiva. Tanto la gerencia ejecutiva como el área de campo demandan superar la visión fragmentada actual para acceder al "Contexto del Cliente" en una sola vista cronológica, que permita visualizar y filtrar eventos técnicos, administrativos y de comunicación según la necesidad específica del operador.

Finalmente, para proteger la información integrada, se exige una estricta seguridad y gobernanza de datos. Debe ir acompañada de políticas de acceso basadas en roles, controles de autorización granular y esquemas de autenticación adecuados, de modo de resguardar la confidencialidad de los datos sensibles y garantizar su uso responsable dentro de la organización.

Por todo lo expuesto, se diagnostica la necesidad de contar con un sistema o herramienta computacional de Integración de Datos, en el contexto de la Analítica e Inteligencia Empresarial, que permita:

- Consolidar información heterogénea en una arquitectura coherente.
- Estandarizar y mejorar la calidad de los datos.
- Automatizar procesos críticos.
- Facilitar el análisis integral del servicio y del contexto del cliente.
- Garantizar mecanismos adecuados de seguridad y gobernanza.

4.6. Análisis y Evaluación de Herramientas Computacionales de Integración

A partir de la investigación exhaustiva de las soluciones tecnológicas vigentes para abordar la problemática de la integración de datos heterogéneos en el ámbito de la ABI, se identificaron y clasificaron tanto enfoques tradicionales como tendencias emergentes. Este relevamiento permitió preseleccionar cuatro plataformas tecnológicas representativas de distintos paradigmas de integración (ETL tradicional, streaming, enfoque API-led y modelos híbridos) a saber: Informática Intelligent Data Management Cloud, Apache Kafka, MuleSoft y Talend.

4.6.1. Relevamiento

A continuación se enumeran y describen, brevemente, las herramientas encontradas en el mercado:

1. **Informatica Intelligent Data Management Cloud (IDMC):** Esta plataforma funciona como una solución propietaria basada en la nube (SaaS). Se caracteriza por una interfaz gráfica avanzada que facilita las operaciones de integración, aunque presenta una curva de aprendizaje moderada a alta debido a la complejidad de sus componentes empresariales. Abarca procesamiento y transformación de datos, gestión de metadatos, linaje de datos e integración con Inteligencia Artificial. Soporta tanto procesamiento por lotes (batch) como en tiempo real. Está orientada a entornos empresariales complejos que requieren una gobernanza estricta. Sus costos son elevados, incluyendo licencias por suscripción, implementación y mantenimiento, lo que la posiciona como una herramienta para grandes corporaciones. (IDMC, 2025)
2. **Apache Kafka con Kafka Connect:** Es una solución de software libre bajo licencia Apache 2.0, estándar en la industria para el manejo de streaming de eventos. En el contexto de integración, utiliza el framework Kafka Connect para mover grandes volúmenes de datos entre sistemas de manera escalable y confiable. Permite la integración continua de datos en tiempo real, soportando arquitecturas de Change Data Capture (CDC). Proporciona replicación bidireccional y transformaciones en tránsito. Recomendable para arquitecturas distribuidas y procesamiento en tiempo real. Demanda un alto nivel de expertise técnico, especialmente en Java y sistemas distribuidos. Si bien el software es gratuito, genera costos operacionales significativos y una configuración inicial compleja (Kafka, 2025).
3. **Mulesoft Anypoint Platform:** Esta herramienta comercial (respaldada por Salesforce) promueve una estrategia de integración conocida como API-led connectivity. Ofrece una interfaz visual basada en flujos de datos, con una curva de aprendizaje moderada, aunque requiere conocimientos de programación XML/Java para personalizaciones avanzadas. Se especializa en la gestión completa del ciclo de vida de las APIs, conectividad híbrida (on-premise y cloud) y modernización de sistemas legados. Aplicada en especial por organizaciones que buscan una estrategia de integración basada en la reutilización de APIs. Posee un modelo de suscripción basado en métricas como VCores, lo que permite escalabilidad técnica pero puede incrementar rápidamente los costos en despliegues extensos. (Mulesoft Anypoint Platform, 2025)
4. **Talend Data Fabric:** Implementa un modelo mixto que combina una versión gratuita de código abierto (Talend Open Studio) y una versión comercial por suscripción. Se destaca por generar código nativo Java automáticamente, lo que optimiza la ejecución de los procesos de integración. Abarca integración de datos, procesamiento ETL (Extract, Transform, Load), calidad de datos y preparación para análisis. Cuenta con más de 900 conectores predefinidos. Es utilizada tanto para proyectos de migración sencillos como para Big Data. Presenta la curva de aprendizaje más accesible del grupo evaluado, gracias

a su interfaz basada en Eclipse. Su flexibilidad de costos la hace atractiva para organizaciones que buscan equilibrio entre funcionalidad y presupuesto.(Talend, 2025)

4.6.2. Definición de Criterios de Análisis

En esta fase se consideraron inicialmente trabajos de investigación y guías metodológicas en el ámbito de la integración de datos y la interacción humano-computadora, con el objetivo de establecer una base teórica sólida para definir los criterios de evaluación de las herramientas computacionales encontradas.

Respecto a la fundamentación teórica sobre integración y heterogeneidad se tuvieron en cuenta estudios clave como Principles of Data Integration (Doan et al., 2012) y los trabajos de Castano (2001) y Anguita Sánchez (2012), que resaltan la importancia de manejar la heterogeneidad sintáctica y semántica de los datos. Esto llevó a identificar la "Capacidad de conectividad heterogénea" como un criterio esencial para evaluar herramientas de integración.

Además, se revisaron estudios sobre sistemas de federación y calidad de datos, como el de Gu (2024), que analiza 51 sistemas basados en federación y seguridad, y el marco de Mohammed (2024) sobre la gobernanza y limpieza de datos. Para evaluar la usabilidad, se adoptaron las definiciones de Gartner (2020) y las 10 heurísticas de Jakob Nielsen (1994), enfocándose en la facilidad de uso y la prevención de errores en el diseño de interfaces y prototipos.

Asimismo, se tuvieron en cuenta los requisitos funcionales y técnicos relevados previamente en la empresa de telecomunicaciones, asegurando que la evaluación de las herramientas considere tanto la teoría y buenas prácticas de la industria como las necesidades concretas de la organización.

De esta manera, se establecieron siete dimensiones de análisis, seleccionadas específicamente para abordar los desafíos de heterogeneidad, costos y operatividad detectados en la organización:

- **Modelo de Costos:** Se evalúa la sostenibilidad económica de la solución. El análisis contrasta modelos de licenciamiento comercial frente a soluciones de código abierto. Para una PyME con recursos limitados, el análisis del TCO incluye no solo el costo de la licencia, sino también los costos ocultos de infraestructura y personal especializado.
- **Arquitectura de Procesamiento:** Se analiza el modelo subyacente de gestión de datos, distinguiendo entre procesamiento por lotes (batch) y procesamiento en tiempo real (streaming).
- **Conectividad Heterogénea:** Este criterio evalúa la capacidad de la herramienta para interactuar con diversas fuentes de datos sin requerir desarrollos externos complejos. Dada la infraestructura actual de la empresa, que incluye APIs REST (SmartOLT, Chatwoot), bases de datos SQL (Mikrowisp) y archivos planos (Google Sheets), se

analiza la disponibilidad de conectores predefinidos versus la necesidad de codificación manual. Se valora positivamente la capacidad de abstracción de protocolos técnicos distintos.

- Transformación de Datos: Evalúa la potencia de los motores de transformación para realizar limpieza, normalización y enriquecimiento de datos. Debido a las "inconsistencias de formatos", se priorizan herramientas que ofrezcan mecanismos robustos para estandarizar la información antes de su persistencia.
- Gobernanza y Metadatos: Este criterio examina las funcionalidades nativas para garantizar la calidad, seguridad y trazabilidad de los datos.
- Usabilidad: Considerando que el equipo de desarrollo es reducido y existe usualmente una "resistencia al cambio" en el personal operativo, este criterio mide la complejidad de adopción. Se evalúa la dependencia de conocimientos de codificación avanzada frente a interfaces visuales que faciliten la mantenibilidad.
- Patrones de Integración: Analiza la versatilidad de la herramienta para implementar distintos diseños arquitectónicos, tales como ETL (Extracción, Transformación y Carga), ELT, CDC (Captura de Datos de Cambios) o arquitecturas orientadas a eventos. Se busca asegurar que la solución elegida no limite la escalabilidad futura.

4.6.3. Evaluación Cualitativa y Cuantitativa

Teniendo en cuenta los criterios mencionados, se llevó a cabo el análisis de las herramientas computacionales seleccionadas y se elaboraron las siguientes tablas con cada tipo de evaluación:

4.6.3.1. Evaluación Cualitativa

La Tabla N°1 presenta una síntesis de las capacidades más relevantes de cada herramienta en relación con los criterios clave de integración y su evaluación técnico-funcional.

Tabla N° 1. Comparación Cualitativa de las herramientas de integración de datos.

Criterio	Informática IDMC	Apache Kafka + Connect	Mulesoft Anypoint	Talend Data Fabric
Modelo de Costos	Alto, predecible	Bajo licencia, alto desarrollo	Escalable, crece rápido	Flexible, opciones escalonadas
Arquitectura de Procesamiento	Robusta, empresarial	Distribuida, tiempo real	Escalable, basada en VCores	Eficiente, limitada con volumen
Conectividad Heterogénea	Completa, empresarial	Limitada, requiere desarrollo	Alta, orientada a APIs	Excelente, amplia cobertura
Transformación de Datos	Avanzada, visual	Básica, requiere complementos	Especializada, DataWeave	Flexible, visual/código
Gobernanza y Metadatos	Completa, integrada	Insuficiente, requiere adiciones	Centrada en APIs	Buena, calidad nativa
Usabilidad	Compleja, requiere certificación	Muy técnica, especializada	Moderada, técnica	Accesible, intuitiva
Patrones de Integración	Completos, empresariales	Eventos, tiempo real	API-first, servicios	ETL, batch

Fuente: Elaboración propia.

Se describe de manera cualitativa (por ejemplo, “excelente, amplia cobertura” o “limitada, requiere desarrollo”) el desempeño de cada herramienta según un criterio, permitiendo identificar fortalezas y debilidades.

4.6.3.2. Evaluación Cuantitativa

La evaluación cuantitativa presentada en la Tabla N°2 es una matriz comparativa ponderada, de doble entrada, en la que se sintetiza el desempeño relativo de las cuatro herramientas seleccionadas mediante la asignación de puntuaciones y pesos.

Para la valoración se utilizó una escala tipo Likert de 1 (Deficiente/Muy Costoso) a 5 (Excelente/Económico).

Los pesos asignados se definieron a partir del relevamiento realizado con los informantes clave de la empresa. En particular, se priorizaron aquellos aspectos vinculados al modelo de costos, la capacidad de procesamiento en tiempo real y la integración de fuentes heterogéneas, por constituir requerimientos críticos para la operación y el monitoreo de los sistemas y procesos del negocio.

Tabla N°2: Desempeño de las herramientas de integración de datos.

Criterio de Evaluación	Peso (%)	Informática IDMC	Apache Kafka	Mulesoft Anypoint	Talend Data Fabric
1. Modelo de Costos (Factor Crítico)	25%	1 (Alto costo licencia)	5 (Open Source)	2 (Modelo vCores)	3 (Mixto/Escalonado)
2. Arquitectura de Procesamiento	20%	5 (Robusta*)	5 (Streaming nativo)	4 (Escalable)	3 (Orientado al Procesamiento por Lotes)
3. Conectividad Heterogénea	20%	5 (Catálogo completo)	3 (Requiere desarrollo)	4 (API-first)	5 (Amplia cobertura)
4. Transformación de Datos	10%	5 (Visual avanzada)	2 (Básica/Externa)	4 (DataWeave)	4 (Visual/Código)
5. Gobernanza y Metadatos	10%	5 (Completa nativa)	1 (Insuficiente)	3 (Centrada en API)	4 (Calidad nativa)
6. Usabilidad	10%	2 (Compleja)	2 (Compleja)	3 (Moderada)	5 (Accesible)
7. Patrones de Integración	5%	5 (Completo)	4 (Eventos)	5 (Servicios)	3 (ETL clásico)

PUNTUACIÓN FINAL (Ponderada)	100%	3.65	3.65	3.25	3.80
--	------	------	------	------	------

Fuente: Elaboración Propia.

***Nota:** en caso de ser robusta, permite tanto streaming como procesamiento masivo. utiliza un motor local de ejecución que procesa datos llamado secure agent

Se observa que pese a que Talend alcanza un buen desempeño general, Apache Kafka obtiene resultados equivalentes o superiores en los criterios considerados más relevantes para el proyecto, en particular el modelo de costos y la capacidad de procesamiento en tiempo real.

En el contexto de una empresa de telecomunicaciones, la arquitectura de Streaming Nativo (5) de Kafka, a diferencia de Talend, resulta mucho más adecuada que un enfoque orientado al procesamiento por lotes (3) , ya que permite captar y procesar eventos operativos de forma continua y con baja latencia, permitiendo una reacción inmediata ante eventos críticos de red y tráfico de datos. A esto se le suma que su condición de solución Open Source (5) implica un menor costo total de propiedad frente a alternativas comerciales como Informática o MuleSoft. Si bien Kafka presenta una mayor complejidad inicial de adopción (2) y capacidades de gobernanza más limitadas en su núcleo (1), estos aspectos no resultan determinantes en el escenario analizado, dado que pueden abordarse mediante herramientas complementarias o servicios gestionados.

En consecuencia, entre las herramientas evaluadas, Apache Kafka se posiciona como la alternativa tecnológicamente más adecuada en términos de paradigma arquitectónico y sostenibilidad económica.

4.7. Determinación de la Estrategia de Integración

No obstante, el análisis realizado evidencia que ninguna de las herramientas evaluadas satisface de manera integral los requerimientos específicos de la empresa, particularmente en lo relativo a la adaptación a procesos internos, la integración de fuentes heterogéneas particulares y la definición de un modelo de gobernanza ajustado al contexto empresarial.

Por ello, se decide desarrollar un sistema de integración propio ad hoc, denominado JANUS, basado en una arquitectura híbrida y modular que capitalice las ventajas del software de código abierto. Esta decisión permite preservar la propiedad intelectual de la solución y redirigir la inversión financiera hacia el fortalecimiento

de la ingeniería interna, en lugar de destinarla a la adquisición de licencias propietarias.

Las características más relevantes que serán consideradas para su construcción son:

- Flexibilidad: La arquitectura propuesta permitirá adaptar los procesos de integración a las necesidades específicas de la organización, evitando restricciones derivadas de lógicas encapsuladas propias de herramientas comerciales.
- Arquitectura Orientada a Eventos (Streaming): Este enfoque reduce la latencia asociada al procesamiento por lotes, posibilitando una reacción operativa en tiempo real ante incidentes de red y eventos críticos del negocio.
- Adaptadores Personalizados para la Heterogeneidad: Ante las limitaciones de conectividad con fuentes específicas como SmartOLT o Mikrowisp, se prevé el desarrollo de microservicios adaptadores propios bajo el patrón *Adapter*. Estos componentes garantizarán la limpieza y normalización de datos heterogéneos antes de su ingesta, resolviendo problemas de interoperabilidad no cubiertos satisfactoriamente por los conectores estándar.
- Repositorio Unificado con Gobernanza de Datos: Se propone consolidar la información en un repositorio centralizado que actúe como base histórica unificada de datos. Además, se implementará una matriz de seguridad granular basada en roles (RBAC), con el fin de garantizar la privacidad, trazabilidad y adecuada gobernanza de los datos sensibles.

Capítulo N°5: Sistema JANUS

5.1.1. Descripción

5.1.2. Requisitos

5.2. Arquitectura

5.3. Interfaces principales

5.4. Validación

Capítulo N° 5: Sistema JANUS

En este capítulo se presenta la herramienta de software propuesta. En un primer momento se describe el sistema JANUS, luego se presentan los requisitos obtenidos, su arquitectura general, algunas interfaces principales para culminar con su proceso de validación.

5.1. Descripción

JANUS es un sistema de software desarrollado a medida, concebido como una plataforma de integración de datos basada en una arquitectura de microservicios y eventos. Su nombre en latín proviene de Jano, de la mitología romana, deidad de los comienzos, los finales y las transiciones. Representado con dos rostros uno que observa el pasado y otro que mira hacia el futuro, simboliza la capacidad de comprender lo ya ocurrido mientras se proyecta estratégicamente hacia lo que está por venir.

Esta dualidad conceptual se refleja en la esencia misma del sistema JANUS actúa como un punto de transición entre múltiples fuentes de datos heterogéneas y los entornos de análisis y visualización, “mirando” hacia atrás al integrar y consolidar información histórica proveniente de diversos sistemas, y “mirando” hacia adelante al transformarla en conocimiento útil para la toma de decisiones.

Su diseño se orienta a orquestar el flujo de datos desde su extracción en sistemas heterogéneos hasta su almacenamiento y posterior visualización, priorizando el desacoplamiento entre componentes, la escalabilidad y la adaptabilidad a cambios futuros.

La estrategia de construcción de JANUS se basó en el desarrollo de módulos independientes y desacoplados, siguiendo los principios de una arquitectura orientada a eventos (Event-Driven Architecture). Este enfoque permite que cada componente del sistema evolucione de manera autónoma, minimizando el impacto de cambios en las fuentes de datos o en los procesos de transformación.

El sistema se desarrolló como una plataforma web centralizada que integra datos de múltiples fuentes heterogéneas para proporcionar una visión unificada y coherente de la información, facilitando la toma de decisiones operativas y estratégicas.

JANUS posee las siguientes funciones:

- Integración y procesamiento de datos de diversas fuentes.
- Análisis de datos y generación de reportes.

Es decir, el sistema abarca la recopilación, procesamiento, almacenamiento y visualización de datos relacionados con clientes, servicios, tickets y reclamos, permitiendo una gestión unificada y eficiente del proceso de resolución de conflictos con los servicios de los clientes.

El sistema será utilizado por diferentes perfiles:

- Administradores del sistema.
- Gerentes y supervisores.
- Analistas de datos y negocios.

Contempla las siguientes restricciones:

- El sistema debe implementarse como una aplicación web accesible mediante VPN (intranet de la organización).
- Debe integrarse con los sistemas existentes de la organización.
- Debe cumplir con regulaciones de protección de datos aplicables.

El sistema de integración de datos propuesto está conformado por siete componentes que procesan información desde su origen hasta su visualización final, siguiendo un flujo secuencial donde cada dato recorre un camino específico. El recorrido comienza en los módulos externos (SmartOLT, Mikrowisp, Chatwoot, Ecosistema Google), donde se generan eventos operacionales de la empresa que son extraídos periódicamente por conectores especializados mediante APIs o acceso directo a bases de datos, entre otros medios, publicándose sin modificación en Apache Kafka, que actúa como primer punto de almacenamiento temporal garantizando que ningún evento se pierda. El ETL Microservice consume estos eventos crudos, los transforma aplicando limpieza de formatos, eliminación de duplicados y mapeo a un esquema común, y finalmente los publica nuevamente a Kafka como eventos procesados. El Backend consume estos eventos procesados de Kafka y los hace persistente en PostgreSQL, que se convierte en la fuente de verdad del sistema conservando el histórico completo de clientes, servicios e interacciones en un modelo de datos unificado. El backend expone esta información mediante una API REST que consulta directamente a PostgreSQL según demanda. Finalmente, el Frontend presenta la información al usuario: cuando un supervisor abre el timeline de un cliente, solicita datos históricos al backend vía HTTP.

5.2. Requisitos

En este apartado se definen los requisitos para el desarrollo del sistema JANUS, se marcó aquellos requisitos que corresponden a trabajo futuro.

5.2.1. Acrónimos y Abreviaturas

- **API:** Interfaz de Programación de Aplicaciones.

- **CRM:** Customer Relationship Management (Gestión de Relaciones con Clientes).
- **ETL:** Extract, Transform, Load (Extraer, Transformar, Cargar).
- **KPI:** Key Performance Indicator (Indicador Clave de Rendimiento).
- **VPN:** Virtual Private Network (Red Privada Virtual).

5.2.2. Requisitos de Interfaces Externas

5.2.2.1. Interfaces de Usuario

- **REQ-UI-01:** Interfaz web responsive compatible con navegadores modernos.
- **REQ-UI-03:** Visualización gráfica de datos mediante dashboards interactivos.
- **REQ-UI-04:** Interfaz para análisis de la gestión de clientes, servicios y operaciones.

5.2.2.2. Interfaces de Hardware

- **REQ-HW-01:** Compatible con equipos que cumplan requisitos mínimos para navegadores web modernos.

5.2.2.3. Interfaces de Software

- **REQ-SW-01:** APIs RESTful para integración con sistemas externos.
- **REQ-SW-02:** Conectores para fuentes de datos heterogéneas (bases de datos, archivos, servicios web).
- **REQ-SW-03:** Integración con CRM existente.
- **REQ-SW-04:** Integración con sistemas de facturación y pagos.
- **REQ-SW-05:** Soporte para exportación de datos en formatos estándar (CSV, Excel, PDF) (trabajo futuro).

5.2.2.4. Interfaces de Comunicación

- **REQ-COM-01:** Acceso restringido mediante VPN a la red interna.
- **REQ-COM-02:** Comunicación segura mediante HTTPS (trabajo futuro).
- **REQ-COM-03:** Protocolos de transferencia de archivos seguros para importación/exportación masiva (trabajo futuro).

5.2.3. Requisitos Funcionales

5.2.3.1. Sistema Integral

- **REQ-FUN-01:** Unificación de aspectos analíticos en una sola plataforma.
- **REQ-FUN-02:** Sincronización en tiempo real o programada de datos entre módulos.
- **REQ-FUN-03:** Vista única y consolidada de información por cliente.
- **REQ-FUN-04:** Vista generalizada de información para un conjunto de clientes.

5.2.3.2. Gestión de Datos

- **REQ-FUN-05:** Registro y mantenimiento de información de clientes.
- **REQ-FUN-06:** Gestión de órdenes de servicio con trazabilidad completa (trabajo futuro).
- **REQ-FUN-07:** Historial completo de interacciones con clientes.
- **REQ-FUN-08:** Herramientas ETL para procesamiento de datos de múltiples fuentes.

5.2.3.3. Reportes e Indicadores Clave de Rendimiento (KPI)

- **REQ-FUN-09:** Dashboards personalizables para visualización de KPI.
- **REQ-FUN-10:** Métricas de desempeño para colaboradores y equipos (trabajo futuro).
- **REQ-FUN-11:** Análisis de tendencias y patrones en datos históricos (trabajo futuro).
- **REQ-FUN-12:** Exportación de reportes en múltiples formatos (trabajo futuro).

5.2.3.4. Automatizaciones

- **REQ-FUN-13:** Gestión de notificaciones basadas en eventos.
- **REQ-FUN-14:** Programación de tareas recurrentes.
- **REQ-FUN-15:** Importación y exportación automatizada de datos.

5.2.3.5. Visualización Gráfica

- **REQ-FUN-16:** Representación visual geoespacial de clientes y servicios (trabajo futuro).
- **REQ-FUN-17:** Gráficos interactivos para análisis de datos (trabajo futuro).
- **REQ-FUN-18:** Visualización de redes y conexiones de servicios (trabajo futuro).
- **REQ-FUN-19:** Dashboards personalizables por rol y necesidad (trabajo futuro).

5.2.4. Requisitos de Seguridad

5.2.4.1. Acceso Restringido

- **REQ-SEG-01:** Acceso al sistema exclusivamente a través de VPN corporativa.
- **REQ-SEG-02:** Autenticación multifactor para acceso al sistema (trabajo futuro).
- **REQ-SEG-03:** Tiempo de sesión limitado con cierre automático por inactividad (trabajo futuro).

5.2.4.2. Control de Modificaciones

- **REQ-SEG-04:** Registro de auditoría (logs) de todas las acciones realizadas (trabajo futuro).

- **REQ-SEG-05:** Protección contra modificaciones no autorizadas de archivos críticos (trabajo futuro).
- **REQ-SEG-06:** Sistema de aprobaciones para cambios en configuraciones críticas (trabajo futuro).
- **REQ-SEG-07:** Versionado de documentos y configuraciones (trabajo futuro).

5.2.4.3. Protección de Automatizaciones

- **REQ-SEG-08:** Restricción de acceso a configuración de procesos automáticos (trabajo futuro).
- **REQ-SEG-09:** Validación de integridad de flujos de trabajo automatizados (trabajo futuro).
- **REQ-SEG-10:** Monitoreo de ejecución de automatizaciones con alertas de fallos (trabajo futuro).
- **REQ-SEG-11:** Respaldo regular de configuraciones de automatización (trabajo futuro)

5.2.5. Requisitos No Funcionales

5.2.5.1. Mantenibilidad

- **REQ-NF-01:** Código fuente documentado siguiendo estándares de la industria.
- **REQ-NF-02:** Arquitectura modular que facilite actualizaciones y extensiones.
- **REQ-NF-03:** Herramientas de diagnóstico y monitoreo integradas.

5.2.5.2. Conformidad

- **REQ-NF-04:** Cumplimiento con regulaciones de protección de datos aplicables (trabajo futuro).
- **REQ-NF-05:** Cumplimiento con estándares de accesibilidad WCAG 2.1 (trabajo futuro).

5.3. Arquitectura

La Figura N° 6 presenta la arquitectura de JANUS, mostrando la interacción entre las fuentes de datos, los conectores, la capa de mensajería, los servicios de transformación y las capas de persistencia y visualización.

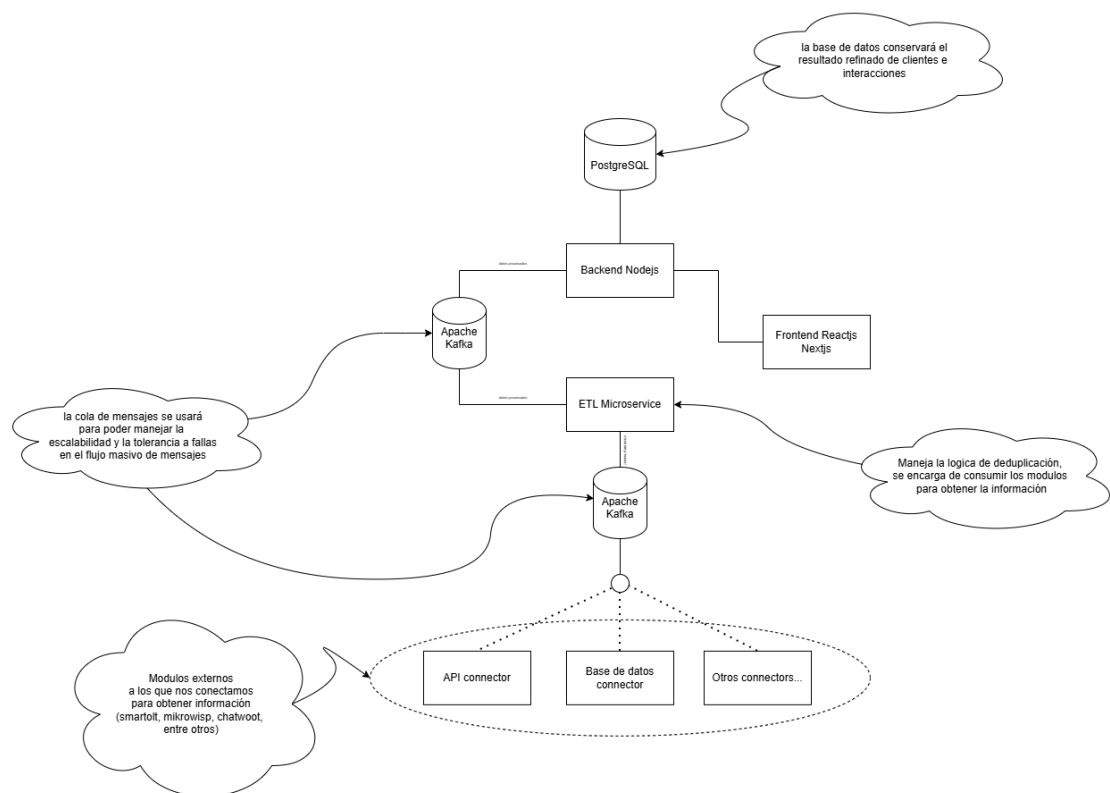


Figura N° 6: Componentes del sistema JANUS. Fuente: Elaboración propia

En este marco, los principales componentes tecnológicos desarrollados son los siguientes:

- **Conectores Propios:** Se desarrollaron microservicios específicos en Node.js que implementan el patrón de diseño Adapter, permitiendo la extracción de datos desde fuentes con interfaces heterogéneas, ausencia de APIs estandarizadas o lógicas de negocio particulares que resultan difíciles de abordar mediante conectores genéricos provistos por herramientas comerciales.
- **Infraestructura de Mensajería:** Se seleccionó Apache Kafka como capa de transporte de eventos. En la arquitectura de JANUS, Kafka no constituye el producto final, sino un componente central para garantizar la persistencia temporal de los datos y el desacoplamiento entre los procesos de extracción y transformación (conectores y microservicio ETL).
- **Lógica de Transformación Personalizada:** Se implementó un microservicio ETL dedicado, diseñado para abordar los problemas específicos de calidad de datos identificados durante el relevamiento, tales como inconsistencias de formato, duplicaciones y ausencia de claves comunes. Esta aproximación otorga un nivel de flexibilidad superior al que ofrecen las herramientas de mapeo visual estándar.

De esta manera, JANUS, beneficia a la empresa en varios aspectos:

- **Propiedad del Código:** La empresa mantiene el control total sobre la lógica de negocio y los conectores desarrollados, sin restricciones de licencias externas.

- **Adaptabilidad Extrema:** Los componentes fueron programados para interactuar nativamente con el ecosistema específico de la empresa (SmartOLT, Mikrowisp, Google Workspace), resolviendo particularidades técnicas como la autenticación variable y los formatos de datos inconsistentes detectados en el relevamiento.
- **Eficiencia de Costos:** Al basarse en componentes de infraestructura Open Source (como Apache Kafka y PostgreSQL) y lenguajes de uso libre (Node.js), la inversión se traslada del pago de licencias al esfuerzo de desarrollo e ingeniería.

5.4. Componentes del sistema

El sistema de integración de datos está conformado por siete componentes principales que operan de forma coordinada:

- **Fuentes de Datos Externas:** Sistemas preexistentes que generan información operacional (SmartOLT, Mikrowisp, Chatwoot, Ecosistema Google).
- **Conectores (Microservicios Adaptadores):** Servicios especializados que extraen datos de las fuentes externas y los publican sin transformación.
- **Capa de Mensajería (Apache Kafka):** Plataforma de streaming que actúa como buffer temporal y canal de distribución de eventos.
- **ETL Microservice:** Motor de transformación que procesa eventos crudos, aplicando limpieza, deduplicación y mapeo a esquema unificado.
- **Base de Datos (PostgreSQL):** Repositorio persistente que almacena datos integrados como fuente de verdad histórica.
- **Backend:** Servidor de aplicación que consume eventos procesados, los persiste en base de datos y expone API REST.
- **Frontend:** Interfaz de usuario web que presenta información mediante dashboards, timelines y herramientas de gestión.

En la figura N° 7 se pueden apreciar como algunos de los componentes se comunican entre sí para procesar los datos.

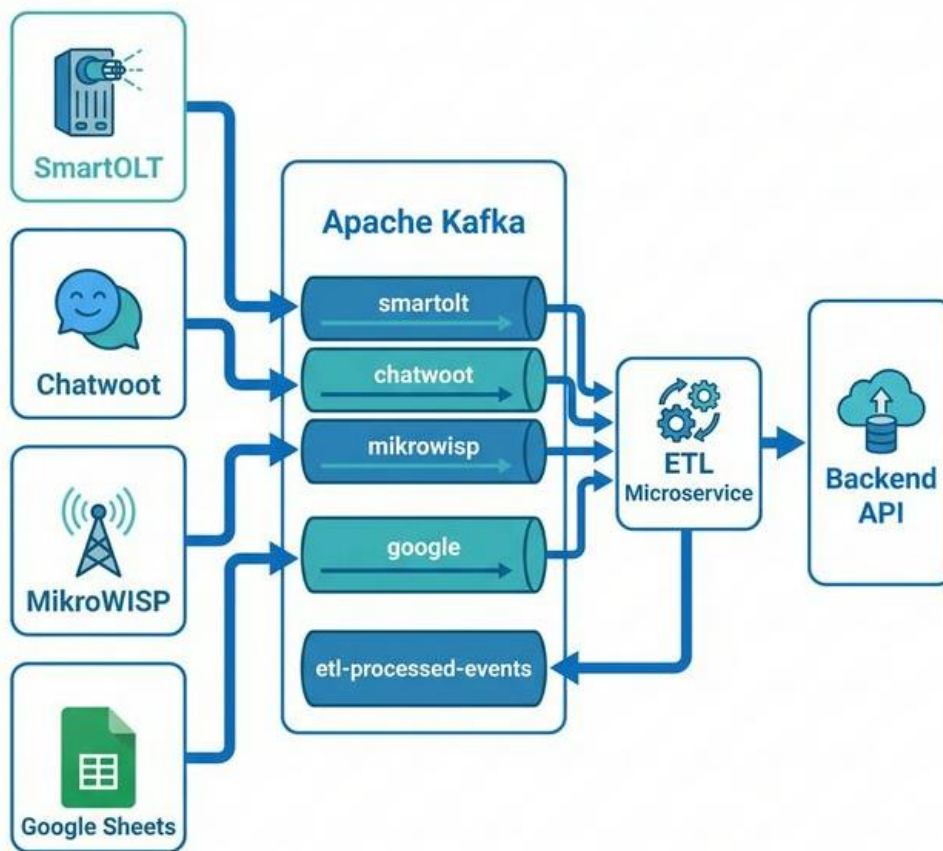


Figura N°7: Diagrama de Topología y Flujo de Datos en Kafka. Conectores publican datos crudos. ETL Microservice procesa y publica eventos para el Backend.
Fuente:Elaboración propia

5.4.1 Fuentes externas

Las fuentes de datos externas constituyen los sistemas preexistentes de la empresa que operan de manera independiente y actúan como proveedores continuos de información operacional sobre el estado de la red, la gestión de clientes y los servicios. Su interacción con la arquitectura propuesta es estrictamente unidireccional y se centraliza a través de conectores especializados, los cuales extraen la información mediante interfaces predefinidas (APIs REST, bases de datos MySQL o webhooks) utilizando operaciones de consulta periódica (polling). Las frecuencias de estas consultas se adaptan a las características técnicas de cada plataforma para equilibrar la actualización de la información y la carga de los sistemas, permitiendo extraer los casos de uso operativos necesarios —datos técnicos, administrativos, de comunicación y visitas de campo— para construir el contexto integral del cliente, todo ello sin alterar la independencia operativa de las fuentes originales ni requerir que estas tengan conocimiento del sistema de integración. En la Figura N°8 se ilustra el diagrama de casos de uso, detallando las interacciones y requerimientos funcionales específicos derivados de cada plataforma externa analizada.

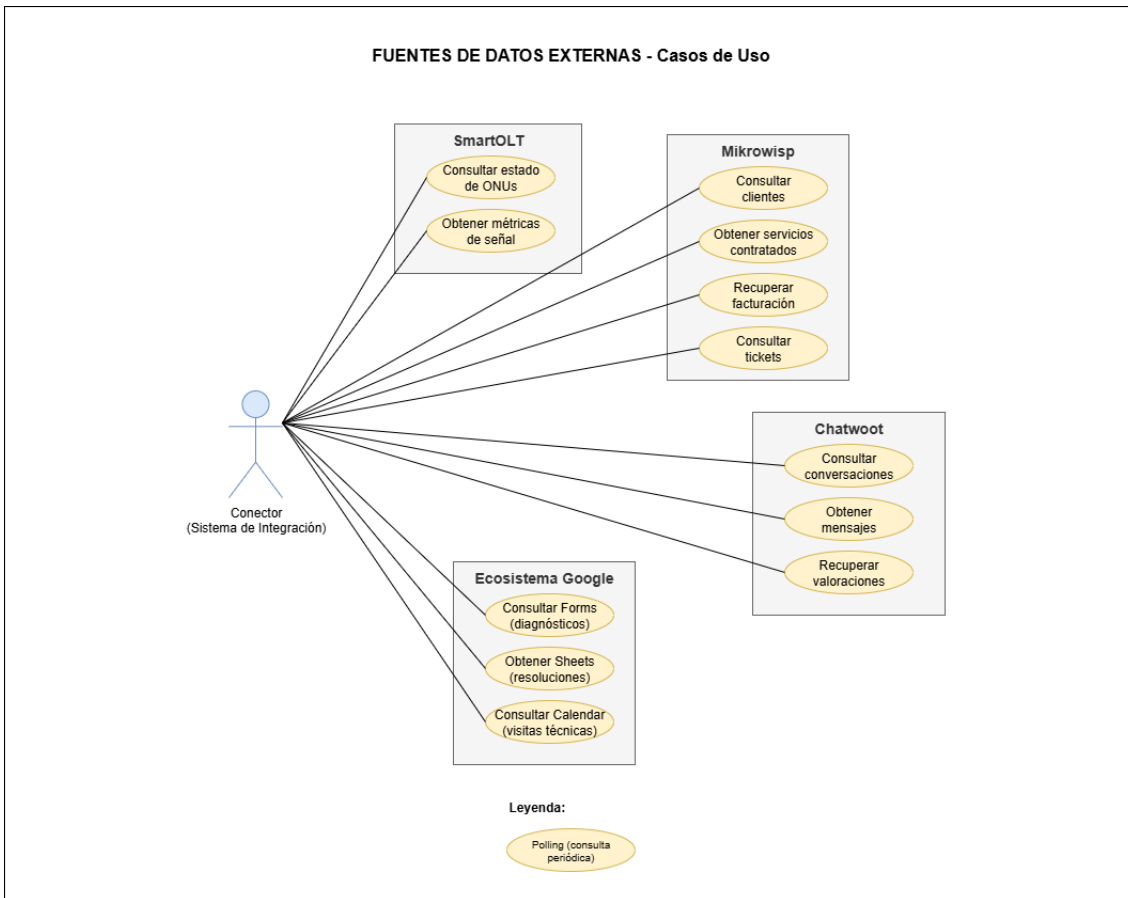


Figura N°8: Diagrama de casos de uso del sistema Janus con respecto a las fuentes externas seleccionadas. Fuente:Elaboración propia

5.4.2 Conectores

Los conectores constituyen la capa de extracción del sistema JANUS. Se implementaron como microservicios especializados desarrollados en el entorno Node.js, cuya responsabilidad exclusiva es extraer los datos desde las fuentes externas y publicarlos en su estado original (crudo) en el bus de mensajería Apache Kafka, delegando cualquier tipo de modificación, limpieza o estandarización al microservicio ETL.

Desde una perspectiva arquitectónica de software, estos componentes se construyeron aplicando los principios SOLID y empleando fundamentalmente los patrones de diseño Adapter, Strategy y Template Method (Gamma et al., 1994). El patrón Adapter permitió abstraer la complejidad técnica inherente a cada plataforma externa, unificando la interacción frente a diferencias en protocolos de comunicación, estructuras de paginación y métodos de autenticación dispares, tales como validación básica (Basic Auth) para SmartOLT, tokens de portador (Bearer Token) para Mikrowisp, y flujos de autorización OAuth 2.0 para el

ecosistema de Google. Por su parte, el patrón Strategy (Estrategia) se utilizó para definir una familia de algoritmos, encapsular cada uno de ellos y hacerlos intercambiables (Gamma, 1994). Esto estructuró el código de manera que cada fuente de datos posea su propia clase de implementación concreta, lo que garantiza que el sistema sea escalable y permite la adición de nuevas fuentes en el futuro sin necesidad de modificar el código base del orquestador. Finalmente, para orquestar la extracción de manera estandarizada, la clase abstracta base de los conectores implementa el patrón Template Method (Método Plantilla). Este patrón define el esqueleto de un algoritmo en una operación, delegando en las subclasses la redefinición de ciertos pasos sin cambiar la estructura general del mismo (Gamma, 1994), estandarizando el ciclo de vida de conexión, extracción y publicación hacia Apache Kafka.

El ciclo de vida y la ejecución de estos conectores están gobernados por una capa de orquestación centralizada denominada Scheduler. Este componente utiliza programación reactiva (mediante la biblioteca RxJS) para gestionar las operaciones de consulta periódica (polling), adaptando la frecuencia de extracción a las capacidades y limitaciones de cada interfaz externa (por ejemplo, cada 1 minuto para mensajería en Chatwoot o cada 5 minutos para el estado de la red en SmartOLT).

Además de la extracción, la capa de orquestación dota de resiliencia al sistema al implementar un manejo de errores robusto. Ante la indisponibilidad temporal de alguna de las interfaces de programación (APIs) de la empresa, el conector no interrumpe su funcionamiento, sino que aplica técnicas de reintento automático con retroceso exponencial (exponential backoff).

5.4.3 Capa de mensajería

La capa de mensajería constituye el núcleo de la Arquitectura Orientada a Eventos (Event-Driven Architecture) del sistema JANUS, funcionando como el eje principal de comunicación asíncrona para el flujo masivo de datos. Su implementación, basada en el modelo de publicación-suscripción, resulta fundamental para lograr el desacoplamiento sistémico, permitiendo una separación física y lógica entre los conectores (productores) y el microservicio de extracción, transformación y carga (consumidor). Además, esta capa actúa como un regulador intermedio que ejerce presión de retorno (backpressure), almacenando temporalmente los eventos para proteger a los servicios de destino ante incrementos súbitos en el volumen de información.

Desde el punto de vista de las decisiones de ingeniería, la selección de la infraestructura de mensajería se basó en un análisis técnico comparativo entre Redis Streams y Apache Kafka. Si bien Redis ofrece una latencia

extremadamente baja debido a su procesamiento en memoria RAM, la decisión arquitectónica se inclinó por Apache Kafka debido a su capacidad de persistencia nativa en disco y su soporte para la repetición de eventos (replayability). Esta característica resulta crítica en el contexto de las telecomunicaciones, ya que garantiza un registro auditable a largo plazo y asegura que no se pierda información operativa en caso de que el microservicio de transformación sufra una interrupción.

Para la implementación técnica, se diseñó un despliegue basado en contenedores utilizando la distribución de Confluent Platform, optimizada para entornos de alta disponibilidad. El clúster se compone de servicios interdependientes que incluyen a Zookeeper como coordinador del consenso, un Broker encargado del almacenamiento y despacho de mensajes, y un Registro de Esquemas para asegurar la gobernanza de las estructuras de datos. Para dotar de resiliencia al sistema, se establecieron políticas críticas de configuración, tales como un periodo de retención de registros de 168 horas (7 días) y la habilitación de la idempotencia del productor para mitigar cualquier riesgo de duplicidad de eventos en origen.

Finalmente, el flujo de información dentro de Kafka se estructuró mediante una arquitectura lógica de dos etapas:

1. Etapa de Recolección (Datos Crudos): Los conectores publican la información original sin alteraciones en "Temas de Entrada" o tópicos segmentados por origen (ej. smartolt, chatwoot, mikrowisp, google). Esta segmentación preserva la fidelidad de la fuente y facilita el aislamiento ante posibles fallos de extracción.
2. Etapa de Notificación (Eventos Procesados): Una vez que el microservicio ETL consume, normaliza y enriquece los datos crudos, genera eventos de negocio estructurados que son publicados en un canal de salida específico. Este tópico final sirve como puente unificado y fuente de verdad transaccional para que la API del Backend consuma las notificaciones y actualice el estado del sistema.

5.4.4 Microservicio de extracción, transformación y carga

El microservicio ETL constituye el componente central de procesamiento de la arquitectura JANUS. Su función principal es consumir los eventos crudos distribuidos por Apache Kafka, transformarlos en información estructurada y persistirlos en el almacén de datos PostgreSQL. A diferencia de los enfoques tradicionales basados en la ejecución por lotes (batch processing), este microservicio implementa un modelo de procesamiento en tiempo casi real, donde cada unidad de información se procesa de forma individual e inmediata al momento de su recepción.

Para resolver la complejidad técnica inherente a la integración de sistemas heterogéneos, este componente implementa algoritmos avanzados organizados en las siguientes etapas operativas:

- **Normalización y Clasificación Semántica:** El módulo actúa como un enrutador que interpreta el origen del mensaje y normaliza las estructuras dispares hacia un modelo relacional unificado. Por ejemplo, unifica nomenclaturas diversas provenientes de las fuentes (como "Nombre" o "Razón Social") hacia una variable estándar *name*. Además, clasifica los registros en dos rutas: "Eventos" (cambios de estado que requieren alertas inmediatas, como interrupciones de servicio) o "Información" (datos estables para consulta histórica como números de contacto del cliente).
- **Motor de Deduplicación:** Para prevenir el procesamiento redundante de información y garantizar la integridad del sistema, se implementó un motor de deduplicación basado en el algoritmo criptográfico SHA-256. El sistema genera una clave compuesta (origen + identificador de entidad + marca temporal) y calcula su hash. Si dicho hash ya se encuentra indexado en la tabla de control de PostgreSQL, el mensaje se descarta por redundancia; caso contrario, se procesa.
- **Detección de Cambios:** Con el objetivo de optimizar el consumo de recursos, el sistema detecta modificaciones reales comparando el estado nuevo con el anterior mediante un patrón de instantáneas (snapshots). Esta validación opera en dos niveles: una comparación rápida del hash del objeto completo y, si este difiere, una evaluación exhaustiva campo a campo que identifica y audita exactamente qué atributo fue modificado.
- **Estrategia de Notificación Dual:** Al finalizar la transformación y persistencia, el ETL debe comunicar los resultados al sistema central. Para asegurar la máxima disponibilidad, emplea un canal primario publicando el evento procesado en un tópico de Kafka, y un canal de respaldo vía HTTP que implementa técnicas de reintento con retroceso exponencial (exponential backoff) en caso de indisponibilidad del bus de mensajería.

5.4.5 Base de datos

El sistema de base de datos PostgreSQL desempeña el rol de "Fuente Única de Verdad" dentro de la arquitectura JANUS. Mientras que en el ecosistema original de la empresa los datos se encontraban fragmentados en múltiples plataformas con modelos y nomenclaturas dispares, este componente se encargó de consolidar la información procesada en un esquema relacional normalizado y coherente.

Para resolver la dicotomía entre la rigidez propia de una base de datos relacional y la extrema heterogeneidad semántica de las fuentes externas, se diseñó e

implementó un Modelo de Datos Híbrido, cuya estructura lógica y agrupamientos funcionales se detallan en la Figura N° 9. Este enfoque arquitectónico estructuró el almacenamiento de la siguiente manera:

- Columnas tipadas de forma estricta: Se utilizaron para los atributos comunes y transversales a todas las plataformas, lo cual permitió garantizar validaciones de esquema rigurosas y búsquedas indexadas de alta velocidad.
- Campos flexibles (JSONB): De forma complementaria, se adoptó el tipo de dato JSONB para almacenar los metadatos y atributos técnicos extendidos específicos de cada fuente que no requerían una normalización profunda. Esta decisión dotó al sistema de una alta flexibilidad, permitiendo que la base de datos pueda escalar y adaptarse a futuras integraciones de nuevas plataformas sin la necesidad de realizar migraciones de esquema constantes.

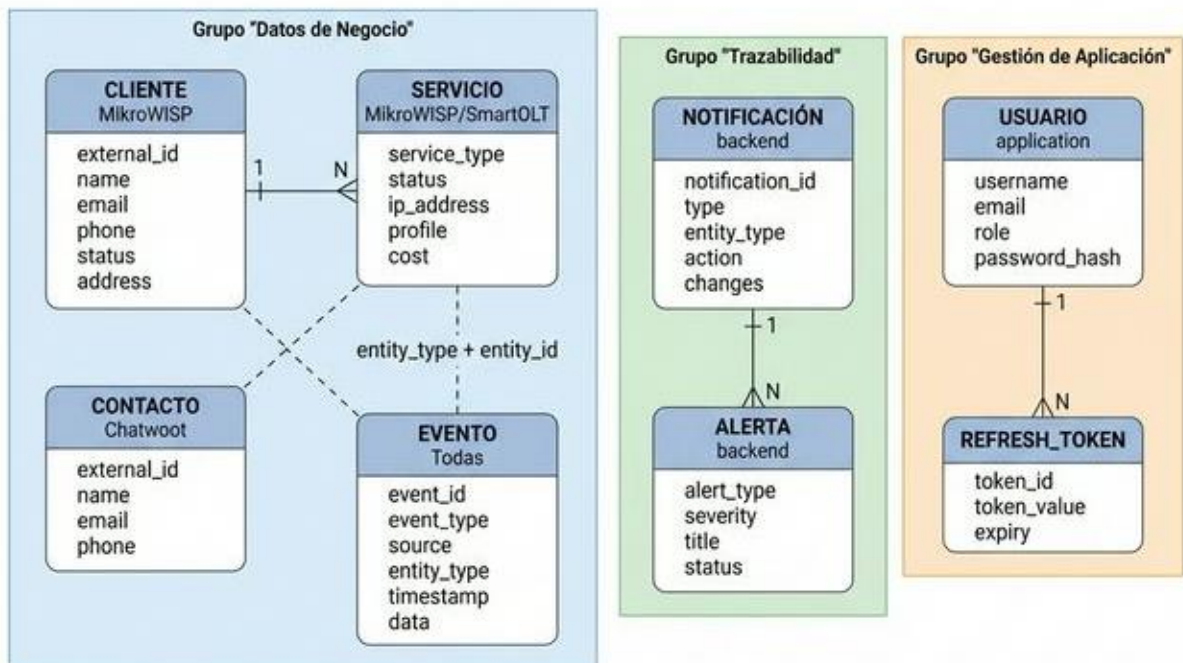


Figura N°9: Modelo entidad relación del sistema Janus. Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista de la ingeniería y la persistencia, la elección de PostgreSQL se fundamentó en su robustez, el cumplimiento de las propiedades ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad) y su soporte nativo superior para datos semiestructurados. Adicionalmente, una característica técnica determinante para su selección fue la capacidad de realizar operaciones de inserción con actualización en conflicto (upsert). Esta funcionalidad resultó vital para el sistema, ya que garantizó que el consumo de los mensajes provenientes de la capa de Kafka fuera estrictamente idempotente; es decir, evita que posibles

mensajes duplicados generen registros redundantes, manteniendo intacta la integridad referencial en todo momento.

Por último, a nivel de infraestructura, se implementó una estrategia de instancia compartida. Tanto el microservicio ETL como la API del Backend se conectaron a esta misma base de datos operando con sus propios conglomerados de conexiones (connection pools) parametrizados según su carga de trabajo (20 conexiones para el ETL y 10 para el Backend). Esta arquitectura simplificó significativamente el despliegue y permitió que el sistema de gestión consultara directamente los datos persistidos sin requerir mecanismos complejos de replicación.

5.4.6 API de Backend

El sistema de Backend opera como la capa de aplicación central de la arquitectura JANUS, sirviendo como el punto de acceso exclusivo para la interfaz de usuario. Desarrollado en el entorno Node.js utilizando el marco de trabajo Express, este componente garantiza la integridad de las transacciones, procesa las notificaciones provenientes del microservicio ETL y expone los servicios a través de una API REST estandarizada.

Desde una perspectiva de ingeniería, el código se estructuró bajo el principio de separación de preocupaciones, dividiéndose funcionalmente en controladores de ruta, consumidores de mensajería asíncrona, capa de configuración y un mecanismo de control de errores global. Su lógica de negocio no solo persiste los eventos procesados en PostgreSQL, sino que reacciona proactivamente a ellos; por ejemplo, al detectar un evento de interrupción de servicio (Outage), el sistema genera automáticamente registros de alerta de severidad alta, mientras que ante una notificación de reparación, ejecuta una lógica de resolución automática que cierra las alertas activas asociadas a la entidad afectada.

En términos de seguridad y disponibilidad, la API implementa un robusto sistema de gestión de identidad basado en JSON Web Tokens (JWT) mediante una estrategia de doble token (acceso de corto plazo y token de refresco) y cifrado de contraseñas con el algoritmo bcrypt. Para asegurar la fiabilidad de la operación, el sistema incorpora un protocolo de apagado ordenado (graceful shutdown) y emite códigos de estado HTTP explícitos (como 503 Service Unavailable) si detecta alguna indisponibilidad en la fuente de datos, evitando que el operador trabaje con información inconsistente.

5.4.7 Aplicación Frontend

El Frontend constituye la capa de presentación visual del sistema, diseñada específicamente para optimizar la eficiencia operativa de los operadores del

proveedor de telecomunicaciones. Esta aplicación web fue construida utilizando Next.js 15 (mediante la arquitectura App Router) y React 19, apoyándose en TypeScript para garantizar el tipado estático, TailwindCSS para el diseño basado en utilidades y Recharts para la visualización gráfica de métricas.

Para dar respuesta a los requisitos funcionales de la organización, la interfaz se estructuró en torno a dos dimensiones visuales principales:

- **Tablero de Control Ejecutivo (Dashboard):** Funciona como la pantalla de inicio tras la autenticación, ofreciendo una visión panorámica mediante tarjetas de métricas e indicadores clave (KPIs), tales como el total de clientes activos y el volumen de interacciones. Utiliza una estrategia de carga progresiva que renderiza primero los datos de alto nivel y carga asíncronamente los elementos secundarios.
- **Historial Cronológico (Timeline):** Es la herramienta principal para el diagnóstico del "Contexto del Cliente". Compila visualmente todas las interacciones de orígenes dispares en una sola línea de tiempo vertical, organizándolas semánticamente mediante una iconografía de colores que permite identificar rápidamente eventos críticos (en rojo brillante), resoluciones técnicas (en verde) o comunicaciones de soporte.

A nivel de seguridad y persistencia en el cliente, el sistema almacena de forma segura los tokens mediante cookies con atributos estrictos (Secure, SameSite: Lax) e implementa un patrón de Guardia de Navegación, el cual verifica la existencia y validez de la sesión antes de permitir el renderizado de cualquier vista protegida.

5.5. Interfaces principales

A continuación, se presentan las imágenes de las interfaces principales de la plataforma JANUS, las cuales ilustran la consolidación y visualización de la información integrada proveniente de las distintas fuentes (SmartOLT, Mikrowisp, Chatwoot). La Figura N°10 muestra el panel principal con un resumen de la actividad, permite visualizar la información integrada y acceder al historial de eventos de cada cliente.

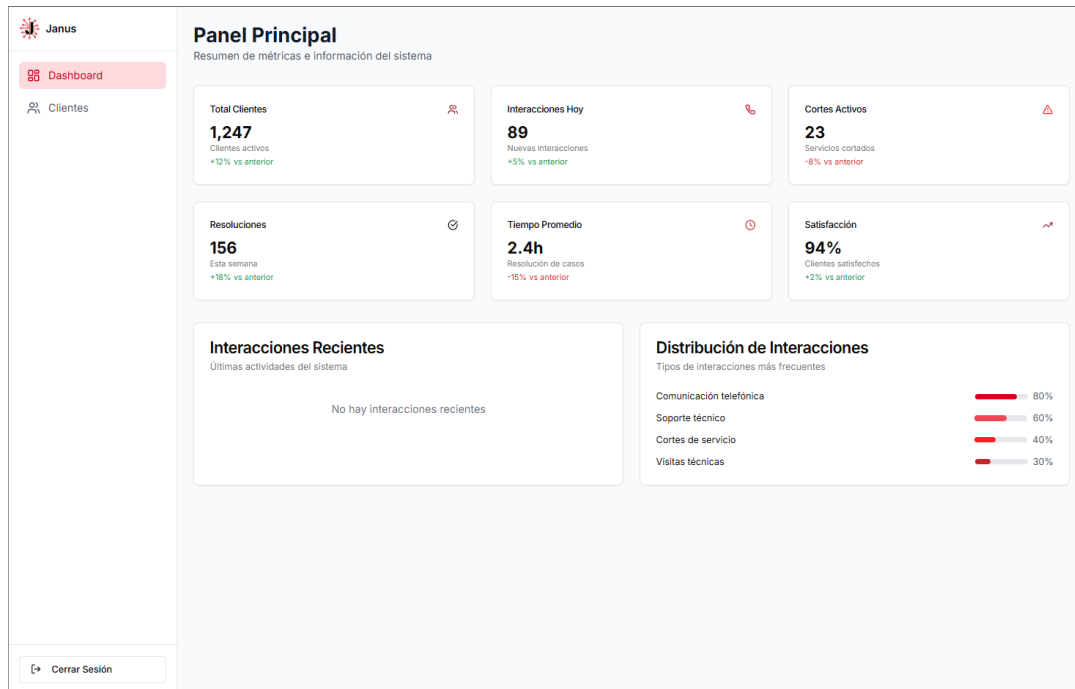


Figura N°10: Interfaz principal. Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°11 se presenta la sección de gestión de clientes, y en la Figura N°12 se detalla el "Contexto del Cliente" mediante una línea de tiempo que unifica los eventos técnicos y de comunicación.

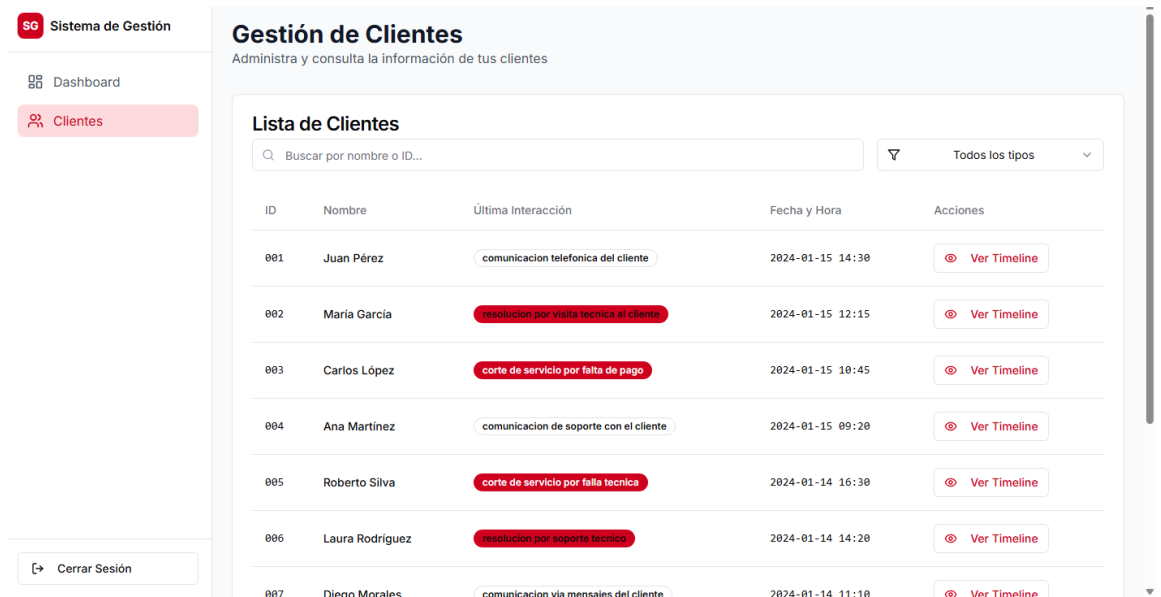


Figura N°11: Sección de clientes .Fuente: Elaboración propia

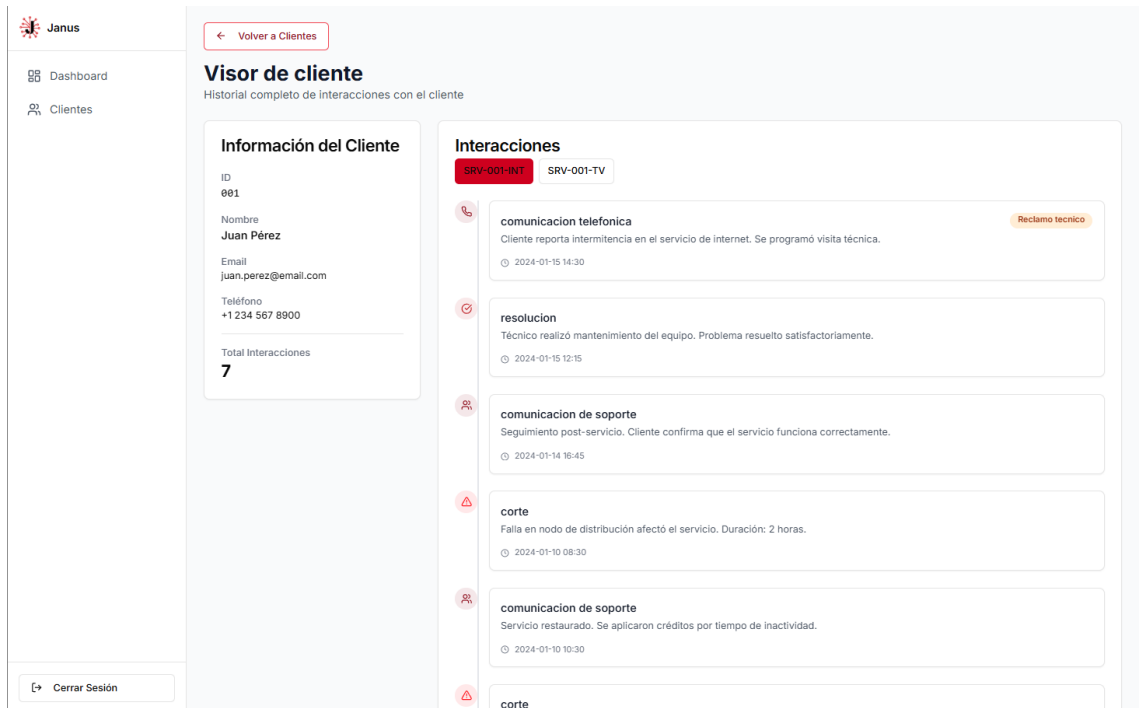


Figura N°12: Detalles de cliente específico. Fuente: Elaboración propia

La solución JANUS constituye uno de los principales resultados de esta investigación además del conocimiento adquirido, surge como una consecuencia directa del análisis y la evaluación de herramientas computacionales para la integración de datos para una empresa de telecomunicaciones. Su diseño e implementación permitieron materializar, en una solución concreta, los conceptos y criterios técnicos abordados a lo largo del trabajo, orientados a resolver problemáticas de heterogeneidad, calidad y dispersión de datos.

5.5. Validación

Para comprobar el correcto funcionamiento de la arquitectura propuesta sin comprometer la integridad de los datos de producción de la empresa ni depender de la disponibilidad de las APIs reales en la fase de pruebas, se diseñó una estrategia de validación técnica basada en datos simulados (Mock Data).

Para ello, se implementó un generador de datos capaz de producir registros realistas que replican con exactitud la estructura sintáctica y semántica de las fuentes originales. Esta estrategia permitió verificar el pipeline de integración de extremo a extremo: desde la extracción simulada, el enrutamiento a través de Apache Kafka, la transformación en el microservicio ETL, la persistencia en PostgreSQL, hasta su consumo final mediante la API del Backend y su visualización en el Frontend.

5.5.1. Simulación de Fuentes y Escenarios de Validación

El generador de datos se configuró para emitir registros correspondientes a las cuatro fuentes principales, permitiendo evaluar escenarios operativos críticos detectados durante el relevamiento de requisitos:

- SmartOLT (Estado de Red): Se simularon dispositivos de red (ONUs) asignando una distribución realista donde el 80% operaba con normalidad (online) y el 20% presentaba fallas técnicas.
 - Escenario: Se comprobó la capacidad del sistema para detectar el cambio de estado de una ONU de online a offline. Como se puede apreciar en la figura N°13, el proceso por el cual se detecta el corte comienza en el conector de SmartOLT, este envía un evento original a su tópico de mensajes en Apache Kafka. Posteriormente, el microservicio ETL procesa este cambio, generando un evento unificado de tipo corte_servicio que se almacena en la base de datos, este cambio se refleja de manera automática en la línea de tiempo (timeline) del cliente afectado en el sistema.

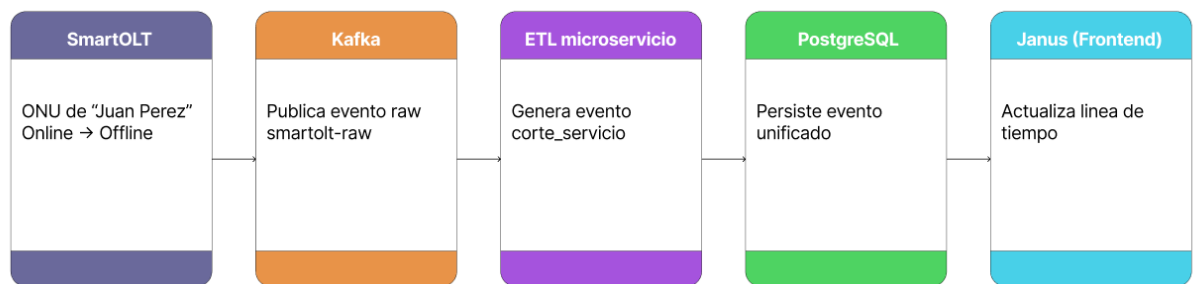


Figura N°13: Flujo de procesamiento de una detección de corte. Fuente: Elaboración propia

- MikroWISP (Facturación y Servicios): Se generaron entidades de clientes asociadas a planes de velocidad específicos, estados de cuenta y niveles de morosidad.
 - Escenario: Se introdujo un cliente de prueba con tres facturas impagas y estado general "SUSPENDIDO". Para este caso, es el conector de Mikrowisp el que detecta e informa del evento publicando en Apache Kafka en un tópico único para cada fuente. Este es consumido por el microservicio ETL y convertido en un evento y a su vez una modificación del estado del cliente en el sistema haciendo modificaciones en la base de datos de clientes e insertando el evento en la misma.

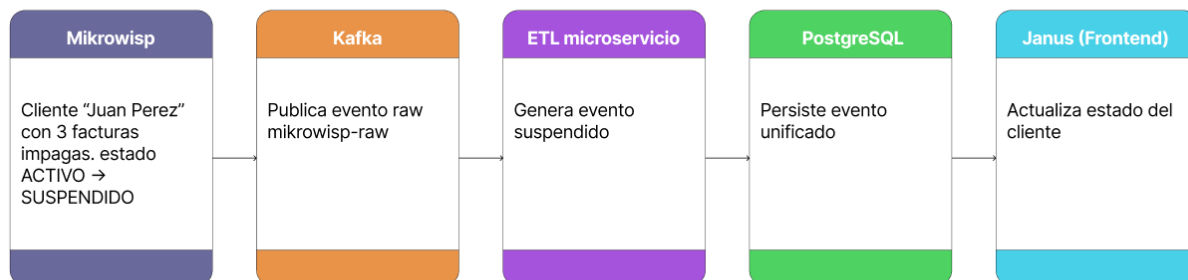


Figura N°14: Flujo de procesamiento de una detección de cliente suspendido. Fuente: Elaboración propia

- Chatwoot (Historial de Soporte): Se emularon conversaciones de mensajería incluyendo contenido en lenguaje natural, estados de resolución (open, resolved, pending) y etiquetas de categorización (soporte, urgente).
 - Escenario: Se simula un contacto del cliente. El operador, al consultar el visor del cliente en el Frontend, podía visualizar en la línea de tiempo que existía un ticket abierto hace dos días por "servicio lento". En la figura N° 15 se puede visualizar el flujo desde que el contacto del cliente se efectúa en Chatwoot y como este se propaga a Kafka, luego al microservicio ETL y posteriormente a la base de datos. Esto prueba la utilidad del contexto unificado para evitar la repetición de diagnósticos pudiendo haber surgido anteriormente esta problemática.

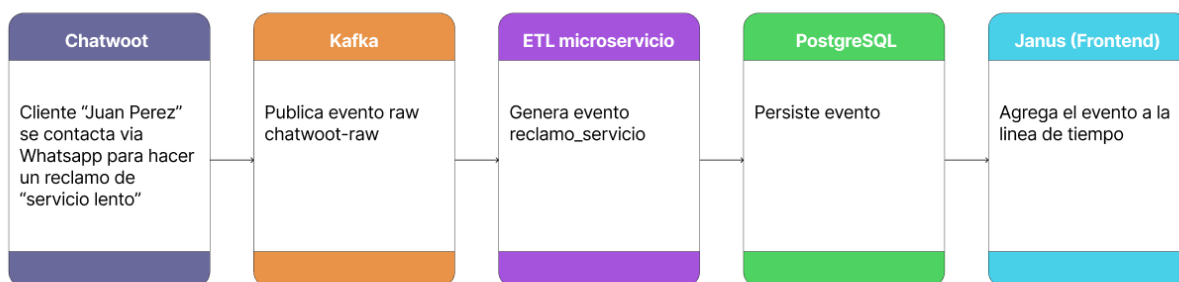


Figura N°15: Flujo de procesamiento de recepción de reclamo de cliente. Fuente: Elaboración propia

- Google Sheets (G-Suite): Se generaron filas de registros auxiliares para simular la carga de información complementaria por parte de los técnicos de campo.
 - Escenario: Se simula la documentación del técnico relacionada con el reclamo, se diagnostica una visita técnica, como se muestra en la figura N° 16. Posteriormente se realiza la visita y se da una resolución final como se ve en la figura N° 17, ambos eventos quedan registrados de forma unificada en la base de datos para ser consumidos por el sistema.

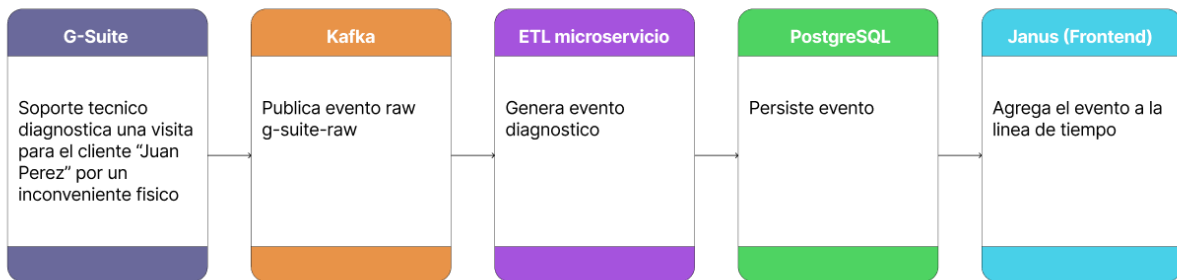


Figura N°16: Flujo de procesamiento de registro de diagnósticos. Fuente: Elaboración propia



Figura N°17: Flujo de procesamiento de registro de resoluciones técnicas. Fuente: Elaboración propia

5.5.2. Conjunto de Datos de Prueba y Resultados

Para ejecutar la prueba de concepto (Proof of Concept) (IEEE, 2017; Project Management Institute, 2017), se pobló la base de datos de PostgreSQL con una muestra controlada de 10 clientes representativos, abarcando diversos estados (Activo, Suspendido).

A cada cliente se le inyectó un volumen de entre 3 y 5 interacciones heterogéneas, cubriendo la totalidad del catálogo de eventos tipificados por el sistema:

- suspendido (Origen: MikroWISP)
- contacto_cliente (Origen: Chatwoot / MikroWISP)
- reclamo_servicio (Origen: Chatwoot / MikroWISP)
- diagnostico (Origen: Chatwoot / MikroWISP)
- corte_servicio (Origen: SmartOLT)
- reparacion (Origen: G-Suite)

En el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas.

Capítulo N° 6: Resultados, Conclusiones y Trabajos Futuros

6.1. Resultados

6.2. Conclusiones

6.3. Trabajos Futuros

Capítulo Nº 6: Resultados, Conclusiones y Trabajos Futuros

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos, las conclusiones y posibles trabajos futuros.

6.1. Resultados

En el desarrollo del proyecto se identificaron y analizaron distintas herramientas computacionales para la integración de datos en el contexto de una empresa de telecomunicaciones: Informatica IDMC, Apache Kafka + Connect, MuleSoft Anypoint y Talend Data Fabric.

El proceso de análisis permitió concluir que, si bien Apache Kafka y Talend Data Fabric fueron las alternativas más adecuadas dentro del conjunto evaluado, ninguna cubría de manera integral las necesidades específicas de la organización, especialmente considerando las restricciones presupuestarias y la necesidad de mantener el control sobre la arquitectura y los procesos de integración. Los modelos de costos basados en suscripciones, consumo de recursos (vCores) o licencias empresariales resultan elevados y poco sostenibles para una empresa con recursos limitados. Asimismo, en el caso de plataformas propietarias, la encapsulación de gran parte de la lógica interna dificulta su comprensión, adaptación y evolución, incrementando la dependencia de la organización respecto del proveedor.

En consecuencia, y en función del conocimiento adquirido, el autor decidió desarrollar un sistema de integración de datos ad hoc, denominado JANUS, concebido desde una perspectiva abierta, que permitiera a la empresa definir, controlar y evolucionar la forma en que se integran sus datos. Para su desarrollo se aplicó el método Kanban, lo que facilitó la organización del trabajo en un entorno de tareas dinámicas y requerimientos cambiantes.

Respecto a la validación, que fue realizada mediante una prueba de concepto con un conjunto de datos simulados, permitió comprobar que JANUS ingiere datos provenientes de fuentes heterogéneas, los transforma, eliminando registros duplicados durante su procesamiento, los integra bajo un modelo relacional consistente, y por último, los presenta de manera clara y oportuna a través de la interfaz de usuario. En el Frontend, esa integración se refleja en la visualización de una línea de tiempo por cliente que reúne los eventos registrados por distintos sistemas. Adicionalmente, también fue validada por los usuarios finales de la empresa.

De este modo, el objetivo central de la investigación planteado originalmente, que fue consolidar datos heterogéneos en un entorno integrado y accesible para el usuario, fue alcanzado a través de la implementación de la arquitectura propuesta.

6.2. Conclusiones

El desarrollo de este trabajo permitió identificar y evaluar herramientas computacionales para la integración de datos en el contexto de una empresa de telecomunicaciones. Se realizó una evaluación cualitativa y cuantitativa de las más utilizadas en el mercado, definiendo un conjunto de criterios técnicos y funcionales respaldados por la bibliografía especializada y por las necesidades de la organización. Estos criterios constituyen un marco claro y ordenado para evaluar la propuesta, además de constituirse en una referencia, para otras organizaciones con problemáticas similares de integración de datos.

El análisis realizado evidenció que, si bien algunas herramientas presentan capacidades técnicas relevantes, los modelos de costos y las limitaciones asociadas al control de la arquitectura (incluyendo la definición, evolución y gestión de los procesos de integración de datos), dificultan su adopción en escenarios con restricciones presupuestarias y requerimientos específicos. A su vez, permitió fundamentar la toma de decisiones de manera objetiva. Entre las evaluadas, Apache Kafka se posicionó como la alternativa tecnológicamente más adecuada en términos de paradigma arquitectónico y sostenibilidad económica.

El proceso de investigación permitió generar conocimientos para el desarrollo de JANUS, un sistema de integración de datos a medida que consolida información heterogénea en un entorno integrado y accesible para los usuarios.

JANUS fue validado mediante pruebas de concepto con lotes de datos a fin de comprobar su viabilidad funcional.

Por último, desde el punto de vista formativo, el desarrollo de este trabajo representó una experiencia significativa para su autor, al permitirle aplicar criterios teóricos a un caso real, fortalecer su capacidad de análisis crítico y profundizar en el aprendizaje de arquitecturas de integración de datos.

6.3. Trabajos Futuros

Entre los trabajos futuros que podrían resultar de interés, se propone ampliar JANUS, incorporando datos de otros sistemas fuente utilizados por la empresa, analizar y gestionar la calidad de la información, evaluar su desempeño ante la gestión de mayores volúmenes de datos, desarrollar nuevas visualizaciones que faciliten análisis más completos para apoyar la toma de decisiones, y reforzar los controles de seguridad y gobernanza de los datos. Así como también, se propone incorporar los requisitos no implementados en esta propuesta, como son:

- Implementación de módulos para exportación masiva de datos y reportes en formatos estándar (CSV, Excel, PDF).

- Transferencia masiva de archivos mediante protocolos seguros.
- Desarrollo de dashboards y gráficos interactivos, personalizables por rol (RBAC).
- Analítica avanzada para la detección de tendencias históricas y patrones.
- Visualización geoespacial de clientes (ej. Leaflet) y representación de topologías de red.
- Módulo formal para la gestión y trazabilidad de órdenes de servicio.
- Incorporación de métricas de desempeño para evaluar a colaboradores y equipos.
- Conversión automatizada de grabaciones de llamadas telefónicas a texto mediante procesamiento de lenguaje natural.
- Creación de un modelo predictivo basado en Inteligencia Artificial para medir la satisfacción del cliente.
- Integración de un asesor virtual (IA) para técnicos de campo y un bot inteligente para atención al cliente.
- Investigación e implementación de Modelos de Lenguaje Grande (LLMs) aplicados a la integración de datos heterogéneos.
- Transición a comunicaciones seguras cifradas mediante HTTPS.
- Implementación de Autenticación Multifactor (MFA) y cierre automático de sesiones por inactividad.
- Creación de registros de auditoría persistentes (logs) de todas las acciones del sistema.
- Implementación de control de versionado para documentos y configuraciones críticas.
- Establecimiento de un sistema de aprobaciones, protección y monitoreo de la integridad de las automatizaciones.
- Alineación normativa con la Ley Nacional de Protección de Datos Personales (Ley 25.326).
- Cumplimiento de los estándares internacionales de accesibilidad web (WCAG 2.1).

Referencias Bibliográficas

- Alaidaros, H., Omar, M., & Romli, R. (2021). The state of the art of agile kanban method: challenges and opportunities. *Independent Journal of Management & Production*, 12(8), 2535-2550.
- Doan, A., Halevy, A., & Ives, Z. (2012). *Principles of data integration*. Morgan Kaufmann.
- Eden, A. H. (2007). Three paradigms of computer science. *Minds and Machines*, 17(2), 135–167. <https://doi.org/10.1007/s11023-007-9060-8>
- Gartner. (2024). Business intelligence (BI). Gartner Information Technology Glossary. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-intelligence-bi>
- Goebel, R., Norman, A., & Karanasios, S. (2015). Exploring the value of business analytics solutions for SMEs. *Journal of Strategic Information Systems*, 24(3), 176–190.
- IDMC (2025) Data Integration and Engineering consultado en <https://www.informatica.com/products/cloud-data-integration.html>
- Kafka (2025) <https://kafka.apache.org/>, <https://www.confluent.io/what-is-apache-kafka/>, <https://docs.confluent.io/platform/current/connect/index.html>
- Kimball, R., & Ross, M. (2019). *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling* (3rd ed.). Wiley.
- Lenzerini, M. (2002). Data integration: A theoretical perspective. *Proceedings of the Twenty-First ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART Symposium on Principles of Database Systems*, 233–246.
- Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2015/10/frascati-manual-2015_g1g57dcb/9789264310681-es.pdf
- Mikalef, P., & Krogstie, J. (2019). Big data analytics and organizational learning: Conceptual foundations and research agenda. *Information & Management*, 56(3), 1–13.
- Mulesoft Anypoint Platform (2025) <https://www.mulesoft.com/platform/enterprise-integration>

- Ngcobo, S., Ndlovu, N., & Naidoo, S. (2024). Data integration challenges in telecommunications environments: Architectural and operational perspectives. *Journal of Big Data*, 11(1), 1–18.
- Nielsen, J. (1994). 10 usability heuristics for user interface design. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Ponniah, P. (2011). *Data warehousing fundamentals for IT professionals* (2nd ed.). Wiley.
- Reis, J., & Housley, M. (2022). *Fundamentals of data engineering*. O'Reilly Media.
- Sherman, R. (2014). *Business intelligence guidebook: From data integration to analytics*. Morgan Kaufmann.
- Talend (2025) <https://www.qlik.com/us/products/talend-data-fabric>
- Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2014). *Business intelligence and analytics: Systems for decision support* (10th ed.). Pearson.
- Wieder, B., & Ossimitz, M. L. (2015). The impact of business intelligence on the quality of decision making: A mediation model. *Procedia Computer Science*, 64, 1163–1171.
- IEEE. (2017). *IEEE standard for system, software, and hardware verification and validation (IEEE Std 1012-2016)*. IEEE.
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (6th ed.). Project Management Institute.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1994). *Design patterns: Elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley Professional.

ANEXOS

ANEXO A: CUESTIONARIO UTILIZADO PARA LAS ENTREVISTA

ANEXO B: ENTREVISTAS A INFORMANTES CLAVES

ANEXO A: CUESTIONARIO PARA LAS ENTREVISTAS

A.1. Consideraciones generales para la entrevista:

Entrevistados: Gerentes de las áreas técnica, administrativa, servicio al cliente y campo.

Duración Aproximada: 1 hora

Objetivo: Identificar requisitos de cada área relacionada con el servicio de atención al cliente.

A.2. Preguntas semiestructuradas

Las preguntas han sido organizadas en cuatro categorías (Perfil del entrevistado, Procesos Actuales, Problemas y necesidades, Expectativas).

1. Perfil del entrevistado (en este apartado se busca conocer el grado de experticia del entrevistado en relación a la gestión de servicios de Telecomunicaciones)

- ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la industria de las telecomunicaciones?
- ¿Cuál es su rol actual dentro de la empresa?
- Desde su rol, ¿qué relación tiene con la gestión de servicios?

2. Procesos actuales (en este apartado se busca conocer aspectos técnicos referentes a la gestión servicios desde cada área que interviene)

- ¿Qué sistemas, herramientas o plataformas utiliza actualmente para la gestión de servicios?
- ¿Qué datos considera? (en lo posible, que especifique detalladamente todos los datos)
- ¿En qué formato se almacenan?
- ¿Cómo están almacenados y cómo accede a ellos?
- ¿Cómo evalúa actualmente la gestión de servicios?

3. Problemas y necesidades (en este apartado se busca conocer qué obstáculos o dificultades se presentan por área, para dar respuesta a una gestión eficiente de servicios)

- ¿Cuáles son los principales desafíos en la gestión de servicios?
- ¿Cuáles son las dificultades (datos repetidos, datos incoherentes, datos incorrectos, datos esparcidos) con las que se encuentra al acceder a la información de clientes de manera eficiente?
- ¿Qué información suele necesitar con urgencia y que no está fácilmente disponible?
- ¿Qué tareas realiza de manera manual actualmente y le gustaría que estén automatizadas?

4. Expectativas (en este apartado comprender cuál es la visión de un sistema ideal para resolver los problemas que actualmente presenta la empresa)

- ¿Que debería contener, para usted, un sistema para gestionar servicios de manera eficiente?
- ¿Cómo le gustaría visualizar la información que necesita?
- ¿Qué requisitos debería considerar el sistema en cuanto a seguridad y privacidad de los datos?

ANEXO B: ENTREVISTAS A INFORMANTES CLAVES

A continuación se presenta la transcripción de algunas de las entrevistas realizadas a los informantes claves. Por la protección de datos personales se omiten los nombres de las personas entrevistadas, en su lugar se los denominará entrevistado 1, 2, etc.

Entrevista N°1

- Entrevistador: Mi nombre es Juan, soy estudiante de la licenciatura en ciencia de la computación. Me encuentro realizando una entrevista con el propósito de mi trabajo final. Eh, y actualmente me encuentro con “Entrevistado 1”.
- Entrevistado 1: Buenas tardes, mi nombre es “Entrevistado 1”, eh, actualmente soy encargado del sector de atención al cliente de la empresa y estoy acá disponible para responder las preguntas de Juan.
- Entrevistador: Bien, comenzando con la primera sección en la cual hablaremos sobre el perfil del entrevistado. Comenzaremos con la primera pregunta. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la industria de las telecomunicaciones?
- Entrevistado 1: Bueno, yo llevo trabajando actualmente ya dos años en la empresa de telecomunicaciones. Trabajo en distintos rubros, pero en esta particularmente llevo dos años.
- Entrevistador: Bien. Eh, ¿y cuál es su rol actual dentro de la empresa? ¿En qué consiste ser el encargado?
- Entrevistado 1: Bien, yo como les había comentado anteriormente, estoy en la parte de todo lo que es atención al cliente, lo cual incluye toda la parte de facturación, digamos, cuando un cliente necesita alguna ayuda con la facturación. Y con la parte técnica cuando el cliente se comunica por cualquier tipo de inconveniente con el servicio, también estoy a cargo de la parte de vendedores, la cual es la parte de ventas, así que llevamos adelante a todos los chicos para que cumplan su rol. Básicamente estamos en la supervisión de sus tareas.
- Juan: Bien, desde tu rol actualmente ¿qué relación tienes con la gestión de servicios? Me refiero a servicios de los clientes a los que, bueno, la empresa ofrece, los servicios que la empresa ofrece.
- Entrevistado 1: No entiendo la pregunta ¿la podrías expresar de otra forma?
- Entrevistador: Bueno, básicamente me refiero a cual es tu cercanía con, por ejemplo con los clientes, porque no sería lo mismo para alguien administrativo como para un vendedor o un soporte técnico.
- Entrevistado 1: Yo tengo muy poco contacto con el cliente, los que tienen contacto con los que son los que van a ser clientes, vendedores y soporte técnico. Claro. En mi rol me involucro más que nada cuando hay un problema particular o cuando un cliente pide, por ejemplo, hablar con algún encargado o superior, ahí sí tengo contacto directo con el cliente.
- Entrevistador: Bien y ¿eso es actualmente frecuente o es algo muy situacional?

- Entrevistado 1: Es algo muy situacional, la verdad que como mucho puede llegar a pasar una vez por semana, pero la verdad que es muy situacional. Muy, muy, muy situacional.
- Entrevistador: Continuando con la siguiente sección de la entrevista procederemos a consultar con respecto a los procesos actuales, con el fin de conocer los aspectos técnicos referentes a la gestión de servicios desde cada área que intervienen que en este caso sería el área de soporte técnico y atención al cliente. Para comenzar, la primera pregunta sería ¿en qué sistemas, herramientas o plataformas se utiliza actualmente para la gestión de servicios?
- Entrevistado 1: Bien, en este caso utilizamos bastantes herramientas. Eh, algunas por ejemplo son todas las de Google, Google Sheet, Google.
- Entrevistador: El ecosistema.
- Entrevistado 1: Todo el ecosistema completo. Eh, también utilizamos Wekan para algunas tarjetas, también podemos utilizar, utilizamos Isabel también para el tema de la gestión de los llamados. También utilizamos plataformas como SmartOLT, el sistema propio de Microwisp, donde tenemos toda la información de los clientes. Etcétera, son varios, la verdad, varios, varias plataformas que utilizamos.
- Entrevistador: Bien, y respecto a estas plataformas ¿qué datos considera importante para la gestión de servicios? Es decir, en el caso hipotético de un cliente, eh, qué información consideraría importante para la gestión del servicio de ese cliente
- Entrevistado 1: Bien, por ejemplo, en el caso de un cliente en el que tiene varias quejas sobre el servicio o está teniendo varios nosotros nos enfocamos mucho en los tickets, se les crea un ticket que eso equivale básicamente a cada vez que el cliente sea comunicado con nosotros. Para poder analizar qué problema está teniendo realmente, si el problema fue resuelto o no fue resuelto, si el cliente cuyo caso tuvo algún tiempo en el que no pudo gozar del servicio, por algún inconveniente que fue problema de la empresa o algo, nosotros intentamos darle una solución a través de la facturación, le podemos brindar días de servicio gratis, Para, eh, en parte poder analizar todo, todo eso y darle una retribución al cliente y no dejarlo, digamos, de lado. Eh, se consideran mucho esos datos, pequeños datos como los tickets, eh, miramos llamadas también. Analizamos todos los datos referidos al cliente. No sé si eso contesta la pregunta, pero analizamos todos los datos referidos al cliente.
- Entrevistador: Bien, continuando con el cuestionario, ¿en qué formato se almacenan esos datos?
- Entrevistado 1: Bueno se almacenan en qué formato sería en archivos, planillas de excel, de Google Sheets, más que nada, en realidad, eh, También en archivos de audio, porque por ahí si tenemos que descargar una llamada, además, también, o sea, ese formato que utiliza. No sé exactamente cuál es el formato de los audios de llamada que descarga Isabel, pero también es el formato de audio. Utilizamos la base de datos de las plataformas que utilizamos para poder

acumular datos y tener un registro que nos sirve para un futuro análisis y poder también tener un seguimiento de todo lo que va pasando.

- Entrevistador: Bien, continuando ¿Como se encuentran almacenados y como se puede acceder a ellos?
- Entrevistado 1: Mayormente están en servidores propios y también en la nube, hay muchos datos almacenados de ahí, y normalmente accedemos a todos ellos a través de nuestra cuenta de email propia de la empresa, la cual nos brindan permisos para poder ingresar a esa nube que está compartida con todos los datos. Dependiendo del sector obviamente son los permisos que tenemos disponibles también.
- Entrevistador: Bien y tomando en cuenta esto ¿Cómo se evalúa la gestión de los servicios?, es decir ¿cómo se mide el rendimiento de en este caso el sector de soporte técnico y atención al cliente?
- Entrevistado 1: Bien, utilizamos mucho la herramienta de Google, que es Luca Studio, en el cual nos trae datos de las bases de datos de los formularios que llenan los chicos. Para poder, eh, sacar, llegar a ciertos objetivos que se les plantean a ellos, eh, que son mensuales estos objetivos. Por ejemplo, en el caso de soporte técnico, eh, ellos tienen que tener una mínima valoración aceptable de 4,5 estrellas de 5 También podemos analizamos cuántas post ventas se han realizado de manera eficiente, se analizan qué tan recurrente ingresan chat de los clientes ¿Tuvo reclamo con el servicio? ¿Qué tantas veces ingresó ese cliente? O sea, ¿qué tantas veces reclamó en el mes ese cliente? Y si realmente, eh, eh, son reclamos, eh, Feacientes, digamos, son reclamos que por ahí hay clientes que se comunican simplemente para hacer una consulta nada más y no realmente es un problema técnico.
- Entrevistador: Bien, mencionaste anteriormente un puntaje, ¿esto tiene que ver con las opiniones de los clientes?
- Entrevistado 1: Sí, en el caso de la valoración de Chatwoot, que es la plataforma que usamos para la mensajería, eh, tiene directamente que ver con los clientes. El cliente puntúa directamente al operador y de esa información la trae a looker studio donde nosotros la podemos analizar.
- Entrevistador: Bien, Avanzando con la siguiente sección de problemas y necesidades, en este apartado eh, buscamos comprender cuáles son los obstáculos que se presentan en cada área eh, para poder dar una respuesta a una gestión eficiente de servicios. Empezaremos con la primera pregunta que corresponde a ¿Cuáles son los principales desafíos en la gestión de servicios?
- Entrevistado 1: Bueno en el caso de la atención al cliente por ahí los desafíos más grandes son lidiar con el cliente porque cada cliente es un mundo. Entonces, por ahí uno tiene que saber o tener el tacto de saber adaptarse y poder lidiar con el cliente con el que está tratando. Hay casos en los que por ahí es muy difícil llegar a un acuerdo con el cliente, pero nosotros siempre buscamos tratar de llegar al

acuerdo con él y brindarle el servicio y que él tenga y esté pagando un servicio en el que realmente esté contento con él mismo.

- Entrevistador: Bien, continuando con la siguiente pregunta ¿Cuáles son las dificultades con las que se encuentra al acceder a la información de clientes de manera eficiente? es decir ¿Cuáles son las dificultades para encontrar la información que nos permite detectar y resolver problemas?
- Entrevistado 1: Por ahí, nosotros tenemos, bueno, tenemos varias herramientas que son las que hemos mencionado antes para poder detectar todo este tipo de, de datos. Pero sí que por ahí es verdad que, eh, suele pasar que como estos datos vienen traídos de una base de datos en la que carga por ahí, por ejemplo, un equipo técnico o un operador o un Cualquier otro colaborador, eh, por ahí si el dato no está muy bien, no lo toma bien el sistema porque lo escribe de una manera y lo tiene que escribir de otra y no te trae el dato y por ahí los datos pueden llegar a ser Incoherentes.
- Entrevistador: ¿No hay confiabilidad en los datos?
- Entrevistado 1: Exactamente no hay mucha confiabilidad en los datos, por ahí nos está pasando ahora que hay algunos clientes que tienen el servicio de televisión, tienen la cuenta de Rocstar (proveedor de servicio), la estamos pagando, no tienen un servicio creado en Mikrowisp, no tienen un servicio, nada, o sea, no existe. Se la estamos pagando la licencia, pero él no está pagando nada, y nos hemos dado cuenta ahora porque no hemos querido meter más en el tema de automatizar, el tema de las altas de TV.
- Entrevistador: Claro yo cuando hice la integración de eso, me dijeron que lo revisaba Rosy, iba y lo cargaba.
- Entrevistado 1: Todo eso era manual y creo que hasta el día de hoy no son mil los clientes que tienen cuenta gratis, básicamente, son cien, no son mil gracias a que Rosy sigue haciendo, pero obviamente es una persona y se le han pasado cosas.
- Entrevistador: Hay ahí conflicto ahí de escalabilidad.
- Entrevistado 1: Exactamente.
- Entrevistador: La siguiente pregunta sería ¿qué información está necesitando con urgencia y que no es fácilmente disponible?
- Entrevistado 1: Bien. Información que necesitamos con urgencia, hay veces que por ciertos motivos los equipos técnicos van variando de personas, digamos. Un día tenemos un equipo formado por Pepe y Juan, por ejemplo, y al otro día Pepe está con Roberto y no está con Juan. Entonces, por ahí nos pasa que, bueno, el tema de nosotros que ofrecemos servicios corporativos en los cuales tenemos que repararlos en un periodo menor a veinticuatro horas, es decir, durante el mismo día. Tenemos alguna emergencia, por ejemplo, en un nodo o en alguna particular, alguna emergencia grave, digamos, en la que tenemos que resolver con la mayor rapidez posible y por ahí nos falta información de como por ejemplo, quién está formado el equipo, eh, quiénes, eh, quiénes son para poder comunicar con ellos y poder...

- Entrevistador: No tienen un contacto con el equipo que se encarga de las guardias
- Entrevistado 1: Exactamente, no tenemos un contacto con el equipo en el que podamos eh, comunicarnos con la guardia y poder enviarla rápidamente porque van cambiando estas guardias, o sea, tenemos técnicos que están de guardia pero siempre hay alguien de guardia, el problema es que por ahí la información no la tenemos disponible rápidamente. Eso por ahí es una información que estamos con mucha urgencia.
- Entrevistador: Bien. Pasando a la última pregunta de esta sección ¿Qué tareas realiza de manera manual actualmente y le gustaría que estén automatizadas?
- Entrevistado 1: Eh, bien. Eh, por lo pronto en la empresa trabajamos en constantes automatizaciones por lo que hay muy pocas cosas que hacemos manuales, pero hay una cosa en particular que puedo traer como ejemplo, que en el caso de eh, como habíamos hablado anteriormente, los chicos trabajan por ciertos objetivos, Los objetivos de atención al cliente, por ejemplo, uno de sus objetivos es, eh, conseguir la menor cantidad de bajas posibles en el mes. Lo cual, eh, eso lleva a un análisis, no, no, no está hecho así nomás digamos, por ejemplo, en el caso de las ventas, sobre todo las ventas de televisión, de servicios de televisión, yo lo que hago manualmente actualmente es revisar todas las llamadas y los chats para asegurarme de que esa venta esté bien realizada y que no sea que el cliente da de baja porque nunca se enteró que tenía ese servicio. Entonces eso me lleva, la verdad, mucho tiempo el análisis de las llamadas y el análisis de conversaciones. Eso estaría muy bueno que esté automatizado para que no tener que poner una persona específica a revisar eso porque la verdad que analizar llamadas y demás lleva mucho tiempo.
- Entrevistador: Bien para finalizar, la última sección, de expectativas de la del sistema a proponer ¿Que debería contener, para usted, un sistema para gestionar servicios de manera eficiente?
- Entrevistado 1: Para mí, bueno, en este caso depende, supongo, de cada empresa, de que servicio tenga que gestionar, porque por ahí los requisitos para una empresa serán diferentes que para otra, pero en general yo creo que un buen sistema para gestionar servicios de manera eficiente debería tener la gestión de todos los datos de los clientes, de los servicios, de las órdenes y las solicitudes, los tickets, los reclamos de los clientes, la asignación de recursos. Además de ello gestión de que servicios estamos brindando, por ejemplo, en nuestro caso tenemos tres grandes servicios que brindamos, internet, eh, seguridad con cámaras y televisión, eh, tener todos los datos en conjunto, eh, tener un lugar donde podamos gestionar órdenes y solicitudes o ya sean tickets de los clientes o O asignación de recursos, por ejemplo, de un equipo técnico. Eh, también que tenga la parte de facturación y pagos. Soporte y atención del cliente. Tener reportes donde se puedan ver los KPI, que desempeño y que eficiencia tienen los colaboradores. Eh, integrar automatizaciones, con CRM, todas esas cosas me parece muy necesario para tener un buen sistema para gestionar los servicios.

- Entrevistador: Bien, respecto a esto, ¿buscaría un sistema que integre todo lo que los un sistema integral nuevo que pueda abarcar todo esto. Es decir, tanto a nivel operacional como a nivel analítica? ¿O solamente a nivel analítico?
- Entrevistado 1: Eh, no, yo creo que buscaríamos, eh, buscar un sistema que integre todo, o sea, tanto analítico como operativo, porque creo que por ahí lo operativo es lo que lleva más tiempo y lo que necesita por ahí menos. Menos cabeza quizás. La parte de análisis estaría bueno que fuera también un poco automática, pero también involucrar a las personas. Pero sí estaría bueno que tenga eh, ambos análisis en un sistema completo.
- Entrevistador: Bien. Y respecto a la solución ideal, ¿Cuál sería la visualización que le gustaría que tuviera la información? es decir ¿Como le gustaría visualizar la información?
- Entrevistado 1: Bien, me gustaría un sistema que se pueda visualizar la información tanto escrita como en planilla, como también visual, con gráficos, que por ahí eh, cuando tienes que analizar muchos datos a la vez es mucho más práctico, mucho más fácil de ver y poder tomar decisiones también de forma gráfica. Así que estaría bueno hacer como Y más cuando son tantos datos los que se analizan, que sea de forma gráfica, que es un poco más fácil de entender y fácil de analizar.
- Entrevistador: Bien, y para finalizar ¿Qué requisitos debería considerar el sistema en cuanto a seguridad y privacidad de los datos ?
- Entrevistado 1: Bien, uno de los requisitos que me parece que es muy importante a la hora de la seguridad y privacidad de los datos. Es que nosotros, por ejemplo, utilizamos una herramienta en la que nos permite eh, ingresar a los datos de la empresa eh, solamente desde acá o teniendo esa herramienta. Si no, no podemos Eso me parece que es una herramienta que sirve mucho a la hora de proteger los datos.
- Entrevistador: ¿Esa herramienta en qué consistiría? ¿Qué es lo que sería esa herramienta?
- Entrevistado 1: Eh, la herramienta es una VPN con la cual nosotros nos conectamos al servidor. ingresar a la mayoría de nuestra, a toda nuestra plataforma, la cual no nos permitiría, por ejemplo, estando desde casa sin esa herramienta, sin esa VPN no podríamos ingresar.
- Entrevistador: Bien, ¿sería que todas las o la mayoría de las plataforma lo hacen por una red interna y privada?
- Entrevistado 1: Tal cual, tal cual, entramos todo a través de una red interna para evitar cualquier tipo de de ingreso de personas no deseadas, digamos, a nuestros datos.
- Entrevistador: Bien ¿y con respecto a los archivos? datos de planillas o archivos mencionados
- Entrevistado 1: Bien, en ese caso tenemos cierta granularidad a la hora de compartir los archivos. Por ahí tenemos que designar a ciertas personas

solamente que necesitan ese archivo realmente o que están involucradas en esa actividad. Y no a toda la empresa necesariamente, por ejemplo, nosotros tenemos eh, cuestionarios y formularios en los cuales solamente participa la parte técnica, por ejemplo, no tiene por qué participar, por ejemplo, la parte de depósito o la parte de atención al cliente. Ya que no le corresponde, no es un sector, entonces ahí evitamos que por ahí entre información errónea o hayan medidas de mano donde no debería haber por parte de otro sector. Ahí evitamos, protegemos mucho los datos y protegemos la seguridad de eso.

- Entrevistador: Bien, sería eh, granularizar permisos para personas que cuyos archivos o formularios no forman parte de sus tareas tengan acceso a esos recursos para ejercer su labor.
- Entrevistado 1: Tal cual, tal cual. Eh, ponemos permisos también, ya sea solamente de algunos archivos para que no se puedan modificar y también no, no puedan eh, eh, averiar o o alguna automatización que tenemos realizada también. Entonces evitamos toda “medida de pata” por ese sentido y cualquiera nos ayuda a también mantener todas las automatizaciones que tenemos funcionando el día de hoy.
- Entrevistador: Bien, con esto damos por terminada la entrevista

Entrevista N°2

Esta entrevista fue realizada al CEO de la empresa seleccionada, con el objetivo de comprender los procesos actuales, desafíos y necesidades en la gestión de servicios de telecomunicaciones desde la perspectiva de la alta dirección. Esta conversación forma parte de un análisis integral para identificar oportunidades de mejora en los sistemas de gestión de servicios de la empresa.

Entrevistador: Para comenzar, nos gustaría conocer mejor su experiencia en el sector. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la industria de las telecomunicaciones?

Entrevistado: 9 años

Entrevistador: Bien y ¿ los nueve años son de acá de esta empresa?

Entrevistado: Si señor

Entrevistador: ¿Cuál es su rol actual dentro de la empresa?

Entrevistado: Soy el CEO, Chief executive owner

Entrevistador: Bien, desde su rol como CEO, ¿qué relación tiene con la gestión de servicios?

Entrevistado: No, de la operatividad nada

Entrevistador: Ok, imagino que en un principio si, pero ahora ya no

Entrevistado: Claro, en un principio hacía todo

2. Procesos actuales

Entrevistador: Hablemos sobre los aspectos técnicos de la operación de la empresa. ¿Qué sistemas, herramientas o plataformas utiliza actualmente la empresa para la gestión de servicios?

Entrevistado: Mikrowisp, wekan, genesys, smartOLT, entre otras

Entrevistador: En cuanto a la información que maneja la empresa, ¿qué datos considera relevantes? Si es posible, nos gustaría que especifique detalladamente todos los datos con los que trabajan.

Entrevistado: Cuil, con eso lo buscamos en la base de datos

Entrevistador: ¿En qué formato se almacenan estos datos que menciona?

Entrevistado: Me encantaría decirte que es en una base de datos con todo cifrado, pero usamos sistemas que almacenan datos planos como mikrowisp

Entrevistador: Bien, ¿cómo están almacenados estos datos y cómo acceden a ellos los diferentes equipos?

Entrevistado: Partiendo de que mikrowisp es la base de datos, se acceden por interfaz gráfica y se almacenan por interfaz gráfica. Eso para los datos de los clientes, después para la conexión tenemos otras plataformas con interfaz gráfica web

Entrevistador: ¿Cómo evalúa actualmente la gestión de servicios en la empresa?

Entrevistado: Estoy medio lejos ahora, porque la verdad a nivel de evaluación el trabajo del CEO no es estar en la operatividad diaria, el 100% de todo, sino que estoy como una capa más arriba y yo me entero cuando algo de abajo sale de lo normal, cuando algo sale de lo normal yo tengo un dashboard así si quieres, un looker studio, donde tengo todo en verde o en

rojo según si está todo mal o si está todo bien y cuando pase alguna cosa rara ver que pasó.

3. Problemas y necesidades

Entrevistador: Ahora nos gustaría identificar los obstáculos que enfrenta la empresa. ¿Cuáles son los principales desafíos en la gestión de servicios desde su perspectiva como CEO?

Entrevistado: En la gestión de servicio lo más importante es cuidar la calidad del servicio esperado por el cliente, una cosa es lo que el cliente espera y lo que le brindamos, pero no a nivel técnico, sino a nivel humano, eso es lo más difícil. Porque la calidad del servicio técnico es facilísimo, vos pones un equipo, le pones un ping, si eso responde bien está flama si te da mal los tiempos está mal, puedes hacer un montón de cosas

Entrevistador: ¿Cuáles son las dificultades específicas con las que se encuentra la empresa al acceder a la información de clientes de manera eficiente? Por ejemplo, ¿se encuentran con datos repetidos, datos incoherentes, datos incorrectos o datos esparcidos?

Entrevistado: Acá el problema, el mayor problema es, como se dice cuando pasas de un montón de formatos a uno. Bueno, básicamente lo que hace esto es de pasar de datos normales, datos humanos si quieres decirlo de esa forma como “el cliente no estuvo por tema del cliente” y estandarizarlo

Entrevistador: ¿Qué información suele necesitar con urgencia y que no está fácilmente disponible en el momento que la requiere?

Entrevistado: la ubicación, la dirección de cada cliente.

Entrevistador: Bien, ¿qué tareas se realizan de manera manual actualmente en la empresa y le gustaría que estuvieran automatizadas?

Entrevistado: Me encantaría que la atención al cliente en general sea un bot, pero un bot inteligente, que te pueda ayudar a resolver de verdad problemas.

Entrevistador: que no se note que sea un bot

Entrevistado: Exactamente

4. Expectativas del sistema a proponer

Entrevistador: Para finalizar, nos gustaría conocer su visión sobre las soluciones. ¿Qué debería contener, para usted, un sistema para gestionar servicios de manera eficiente?

Entrevistado: Mirá, no creo que sea la persona indicada para responder esta pregunta, creo que desde mi perspectiva debería estar todo centralizado en mikrowisp, pero este sistema tiene sus limitaciones. Según lo que entiendo este sistema es meramente operativo, no está diseñado para hacer explotación de datos, sino que es un agrupador de datos. Entonces este agrupador, que es un gran desafío. Yo lo mostraría como una especie de línea de tiempo en la que se pueden seleccionar eventos, sean estas llamadas, chats, cortes de servicio, reclamos, respuestas de resolución de los técnicos, todos los datos que se generan en el proceso. El que debería contener puntualmente, yo no te lo sabría decir, pero si considero que debe de estar todo

Entrevistador: ¿Cómo le gustaría visualizar la información que necesita para la toma de decisiones estratégicas?

Entrevistado: Bueno como dije, me gustaría visualizarlos cronológicamente, taguear entre ver orden cronológico o tabla, poder filtrar por tipo de evento, y además poder acceder a ese elemento desde la plataforma, por ejemplo, si hay una llamada poder reproducir la grabación o si es un chat poder dirigirse a Chatwoot a la conversación específica.

Entrevistador: Bien, para finalizar, ¿qué requisitos debería considerar el sistema en cuanto a seguridad y privacidad de los datos?

Entrevistado: Primero que acá, esto es single sign on, o sea si o si la gente que se loguea se loguea con la cuenta de la empresa, entonces tenes un solo punto de entrada, segundo todas las apis tienen que autenticar el request, no voy a dar por sentado a nadie nada, y otra cosa que me gustaría que tenga es una matriz rol-funcionalidad muy granular.

Entrevista N°3

La presente entrevista fue realizada al Entrevistado n°3, Encargado de Logística del Área Externa de la empresa seleccionada, con el objetivo de comprender los procesos actuales, desafíos y necesidades en la gestión de servicios de telecomunicaciones desde su área de expertise. El análisis busca identificar puntos de dolor en la operatividad de los técnicos de calle y recolectar requisitos clave para el diseño de una solución integral que optimice la captura de datos y la toma de decisiones.

Sección 1: Perfil del Entrevistado

Entrevistador: Para comenzar, nos gustaría conocer mejor su trayectoria en el sector. ¿Podría indicarnos cuánto tiempo lleva trabajando en la industria de las telecomunicaciones?

Entrevistado n°3: Llevo aproximadamente 6 años trabajando en las telecomunicaciones.

Entrevistador: Entiendo. ¿Cuál es su rol actual dentro de la empresa seleccionada y qué responsabilidades conlleva?

Entrevistado n°3: Actualmente soy diseñador de redes e infraestructura de fibra óptica y encargado del área externa; básicamente, tengo a cargo a los técnicos de calle.

Entrevistador: ¿Ha desempeñado este mismo rol durante sus 6 años en la compañía o ha transitado por otras áreas?

Entrevistado n°3: No, en un principio era soporte técnico, tenía contacto más con los clientes. Posteriormente estuve a cargo del área externa y el área interna (depósito), manteniendo el rol de diseñador. Luego fui relegado del área interna y ahora estoy en el cargo que mencioné.

Entrevistador: Bien. Desde su posición actual, ¿qué relación directa tiene con la gestión de servicios de la firma?

Entrevistado n°3: Y desde mi rol, somos la cara visible de la empresa, ya que estoy a cargo de los técnicos y ellos son el contacto directo con el cliente.

Sección 2: Procesos Actuales

Entrevistador: Hablemos sobre los aspectos técnicos de su operatividad diaria. ¿Qué sistemas o plataformas utilizan actualmente para coordinar y gestionar los servicios?

Entrevistado n°3: Bueno, principalmente en nuestra área nos manejamos con herramientas del ecosistema de Google para registrar, agendar y resolver tareas. También hacemos uso de herramientas Kanban como Taiga o Wekan.

Entrevistador: En cuanto al flujo de información, ¿qué datos considera críticos para su gestión?

Entrevistado n°3: La información de contacto del cliente, datos personales como el domicilio, el historial del cliente y si es un cliente "conflictivo". Además de ello, nos interesa la valoración del cliente para con los técnicos: si les pareció que hicieron un buen trabajo, si tienen sugerencias o si algo no les gustó.

Entrevistador: ¿En qué formato se almacenan estos datos y cómo se asegura el acceso a ellos?

Entrevistado n°3: Prácticamente en planillas de Google Sheets, la gran mayoría vinculadas a formularios. También tenemos información en tarjetas de Kanban. Toda la información es accesible a través del ecosistema de Google.

Entrevistador: ¿Cómo evalúa actualmente la calidad de la gestión de servicios en su área?

Entrevistado n°3: Bien, bueno, nosotros tenemos un problema respecto a eso: no tenemos la valoración del cliente desde nuestra área. No contamos con información completamente fiable respecto de cómo los clientes valoran nuestro servicio.

Sección 3: Problemas y Necesidades

Entrevistador: Identifiquemos los obstáculos. Desde su perspectiva, ¿cuáles son los principales desafíos que enfrenta la gestión actual?

Entrevistado n°3: Por un lado, que no tenemos una fiabilidad de lo que el cliente percibe de los técnicos. Por otro lado, la registración de actividades: suele haber casos en los que los técnicos cargan un equipo y luego deben cambiarlo; al usar formularios de Google, se encuentran limitados para corregir lo que ya enviaron.

Entrevistador: Respecto al acceso a la información, ¿encuentra dificultades con datos inconsistentes o manuales?

Entrevistado n°3: Como muchos de los datos se registran de forma manual a través de formularios, es muy difícil que no se generen datos erróneos.

Entrevistador: ¿Qué tareas manuales identifica que deberían ser automatizadas prioritariamente?

Entrevistado n°3: Me gustaría que, para registrar las tareas, los técnicos puedan hacer uso de una herramienta que los asista en el momento de realizar las labores.

Sección 4: Expectativas del Sistema a Proponer

Entrevistador: Mirando hacia el futuro, ¿qué funcionalidades debería integrar un sistema ideal para la empresa seleccionada?

Entrevistado n°3: Debería contener lo que hoy hacemos con el ecosistema de Google, e incluso mejorar esto para maximizar la fiabilidad de los datos.

Entrevistador: ¿Se refiere a una aplicación integral que permita reportar el trabajo de forma ágil y que cuente con asistencia inteligente?

Entrevistado n°3: Exactamente. Eso abre la puerta a la posibilidad de utilizar IA; que el técnico se sienta acompañado con un asesor virtual que le permita resolver problemas por su cuenta, como un manual inteligente.

Entrevistador: ¿De qué manera le gustaría visualizar la información para facilitar su toma de decisiones?

Entrevistado n°3: Pienso que esto se tiene que visualizar en eventos, como una línea temporal personalizada por sector. Si veo que un cliente reclama por “ping alto”, ya sé que es un usuario que juega online; eso prepara al técnico para saber con qué tipo de cliente se encontrará.

Entrevistador: Finalmente, ¿qué requisitos considera indispensables en cuanto a seguridad?

Entrevistado n°3: Principalmente el tema de los roles y permisos para generar diferentes perfiles. Cada uno necesita saber solo lo necesario para ejercer su labor.

Entrevista N°4:

La presente entrevista fue realizada al **Entrevistado N°4**, quien se desempeña como **CTO (Chief Technology Officer)** de **la empresa seleccionada**. El propósito de este encuentro es relevar los procesos técnicos actuales, identificar ineficiencias en la gestión de servicios de telecomunicaciones y establecer los requisitos para una solución tecnológica en el marco de un proyecto final de Licenciatura en Ciencias de la Computación. El análisis se centra en la automatización, la fiabilidad de los datos y la mejora en los tiempos de respuesta al cliente.

Sección 1: Perfil del Entrevistado

Entrevistador: Para comenzar, nos gustaría contextualizar su experiencia en el sector. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la industria de las telecomunicaciones?

Entrevistado N°4: Yo vengo trabajando en la industria de comunicaciones hace aproximadamente unos seis o siete años. He trabajado en Tierra del Fuego, en ISPs locales, y también de manera autónoma realizando trabajos de IT en diferentes empresas.

Entrevistador: Respecto a esa trayectoria, ¿siempre se ha desempeñado en el mismo rol o ha transitado por distintas áreas técnicas?

Entrevistado N°4: No, la verdad que cuando trabajaba por mi cuenta hacía mantenimiento y proyección de redes a baja escala. Luego, en una empresa de Río Grande, trabajé en instalaciones de fibra óptica, cobre y aire, para después pasar al soporte técnico y gestión de tareas de campo. Al incorporarme a la empresa seleccionada en San Juan, inicié como Soporte Nivel 2 en mantenimiento de redes y actualmente ocupo el cargo de CTO, donde defino el crecimiento tecnológico de la compañía.

Entrevistador: Entiendo. Desde su posición actual como CTO, ¿qué relación directa tiene con la gestión de servicios enfocada en el cliente final?

Entrevistado N°4: Actualmente mis tareas se centran en mejorar y automatizar los procesos internos. El objetivo es evitar errores y optimizar los tiempos de respuesta. Hoy existen muchos procesos manuales ineficientes; mi idea es eficientizarlos para que los operadores puedan brindar una resolución más clara y personalizada sin que el cliente deba esperar tanto entre respuestas.

Sección 2: Procesos Actuales

Entrevistador: Hablemos sobre las herramientas de trabajo. ¿Qué sistemas o plataformas utiliza actualmente para supervisar y gestionar los servicios?

Entrevistado N°4: Utilizo Looker Studio para monitorear el estado de los clientes y las valoraciones de las post-ventas automáticas. También usamos Chatwoot para comunicación, Isabel para telefonía IP y Mikrowisp para la base de datos de clientes, la cual consulto diariamente.

Entrevistador: Dentro de este ecosistema de herramientas, ¿qué datos considera críticos para una gestión de servicios exitosa?

Entrevistado N°4: La valoración del cliente respecto al asesor que lo atendió es fundamental. Tenemos objetivos basados en estas métricas. Una valoración negativa me permite intervenir puntualmente para identificar si hubo un error de trato, falta de comprensión o carencia de capacidades técnicas para contener al cliente.

Entrevistador: ¿En qué formato y dónde se almacenan actualmente estos datos? **Entrevistado N°4:** Se almacenan principalmente en una base de datos PostgreSQL y también utilizamos diversos Google Sheets vinculados a formularios para el registro de tareas diarias.

Entrevistador: ¿Bajo qué criterios se evalúa hoy la calidad de la gestión de servicios en la empresa seleccionada?

Entrevistado N°4: Se evalúa mediante post-ventas tras la instalación (revisando la labor del vendedor, asesor y técnico de calle) y tras incidentes técnicos. Evaluamos desde la prolijidad del técnico hasta la claridad del soporte en la resolución. Esto nos ayuda a evidenciar carencias y enfocar las mejoras.

Sección 3: Problemas y Necesidades

Entrevistador: Identifiquemos los puntos de dolor. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta al intentar optimizar la gestión?

Entrevistado N°4: El mayor desafío es la resistencia al cambio. Cuando implementamos nuevo software o procesos para eficientizar las tareas, a los operadores les cuesta modificar sus costumbres, a pesar de las capacitaciones y manuales. Cambiar lo "ya conocido" es la dificultad más grande.

Entrevistador: En cuanto a la integridad de la información, ¿qué dificultades específicas encuentra en el manejo de los datos?

Entrevistado N°4: La falta de estandarización. Al usar formularios manuales, los datos como el DNI se cargan en múltiples formatos (con puntos, guiones, texto previo). Esto requiere un gran esfuerzo de limpieza para poder generar métricas útiles para la toma de decisiones.

Entrevistador: ¿Existe información crítica que necesite con urgencia y que actualmente no esté disponible de manera sencilla?

Entrevistado N°4: Sí, el registro del origen de los clientes (marketing). No tenemos datos claros sobre por qué medio se enteraron de la empresa porque el registro es inconsistente. Esto nos impide saber si estamos invirtiendo correctamente en Google Ads o Meta.

Entrevistador: ¿Qué procesos manuales identifica como prioritarios para ser automatizados? **Entrevistado N°4:** El cálculo de sueldos para los técnicos de calle. Es complejo porque cada tarea tiene un valor distinto, bonos y guardias. Actualmente requiere verificación manual individual para validar que la tarea se realizó correctamente antes de liquidarla. Automatizar esa post-verificación ahorraría muchísimo trabajo administrativo.

Sección 4: Expectativas del Sistema a Proponer

Entrevistador: Pensando en la solución ideal, ¿qué funcionalidades debería integrar un sistema para gestionar servicios de manera eficiente?

Entrevistado N°4: Debería permitir una comunicación automática y segmentada. Por ejemplo, si se requiere una reparación en una zona, el sistema debería permitirme notificar a los clientes afectados por mail con pocos clics, sin tener que cruzar manualmente múltiples bases de datos para identificar a los usuarios de esa zona específica.

Entrevistador: Respecto al análisis de rendimiento de los agentes y procesos, ¿cómo debería presentar la información este nuevo sistema?

Entrevistado N°4: Necesitamos un control más pulido de los indicadores. Looker Studio ayuda, pero a veces los datos no están "limpios" o pueden ser manipulados artificialmente. El sistema debería ofrecer una interfaz para detectar errores en los procesos o puntos de mejora de manera verídica y controlada.

Entrevistador: Si tuviera que evaluar la situación de un cliente puntual en la plataforma, ¿qué datos desearía ver de inmediato?

Entrevistado N°4: Un ID único, fecha de instalación, historial detallado de tickets (frecuencia y motivos) para detectar fallas recurrentes o mala praxis del soporte, estado de cuenta y medios de contacto.

Entrevistador: ¿Cómo preferiría visualizar esta información para su análisis diario? **Entrevistado N°4:** Para un cliente individual, una interfaz gráfica

atractiva y clara. Para análisis masivos o comparativas, un formato de tablas que permita ver el detalle individual cuando sea necesario.

Entrevistador: Finalmente, ¿qué requisitos de seguridad y privacidad considera innegociables para esta propuesta?

Entrevistado N°4: Un cifrado de datos robusto, acceso limitado a la base de datos (evitar el uso de usuario root para todo) y un firewall eficiente para prevenir accesos maliciosos.

Entrevistador: Excelente. Con estos detalles técnicos y operativos cerramos la sesión. Muchas gracias por su tiempo y por los aportes para este proyecto

ANEXO C: OTROS ASPECTOS DE JANUS

Este anexo detalla a bajo nivel la implementación técnica del sistema JANUS, complementando la descripción arquitectónica del Capítulo 5. Su objetivo es servir como documentación para el futuro mantenimiento y escalabilidad de la plataforma, cubriendo la estructura de código, patrones de diseño y parámetros de configuración de sus módulos.

C.1. Capa de Extracción: Estructura, Patrones y Configuración de Conectores

La implementación de los conectores de extracción, si bien se basa en los patrones *Adapter* y *Strategy*, utiliza una estructura modular estricta en Node.js para asegurar la robustez en la adquisición de datos.

C.1.1. Arquitectura de Responsabilidad Única del Microservicio de Extracción

El microservicio de extracción se organiza en las siguientes capas funcionales:

- **Capa de Orquestación (scheduler.js):** Gestiona la lectura de la configuración principal (sources.json) y coordina la interacción con el bus de Kafka. Incluye el

manejo de señales del sistema operativo (SIGINT/SIGTERM) para garantizar un cierre seguro.

- **Capa de Abstracción (baseStrategy.js):** Implementa el patrón *Template Method* a través de una clase abstracta. Define el contrato obligatorio para todas las fuentes de datos, incluyendo métodos clave como `extract()` (devuelve un Observable con los datos crudos) y `execute()` (orquesta el proceso completo de extracción y publicación), además de utilidades de red (`makeRequest()` y `getAuthHeaders()`).
- **Capa de Utilidades:** Ofrece componentes de soporte esenciales: Cliente HTTP Reactivo (`httpClient.js`) que maneja automáticamente los reintentos mediante retroceso exponencial (*exponential backoff*), y el Manejador Centralizado de Errores (`errorHandler.js`).

C.1.2. Uso de Programación Reactiva (RxJS)

En lugar de Promesas tradicionales, los conectores emplean programación reactiva con la librería RxJS para gestionar la asincronía y las operaciones de red, utilizando operadores específicos:

- `switchMap`: Para la composición segura de operaciones asíncronas consecutivas.
- `tap`: Para la inserción de efectos secundarios, como el registro de auditoría (*logs*) y la actualización del estado interno.
- `catchError`: Permite la recuperación de fallos de red, manteniendo la continuidad del flujo de ejecución (*stream*).

C.1.3. Parámetros Técnicos y Particularidades por Fuente de Datos (Estrategias Concretas)

Cada estrategia de extracción implementa configuraciones específicas para respetar las limitaciones de las API externas.

- **SmartOLT:** Frecuencia de consulta cada 5 minutos, usando autenticación Basic Auth. Destino en Kafka: `raw-data.smartolt`. Implementa un *delay* configurable entre peticiones para evitar el límite de tasa (*rate limiting*).
- **Mikrowisp:** Frecuencia de consulta cada 5 minutos, usando Bearer Token (API REST). Destino en Kafka: `raw-data.mikrowisp`. Implementación estándar.
- **Chatwoot:** Frecuencia de consulta cada 1 minuto (Alta criticidad), usando Cabecera HTTP personalizada (`api_access_token`). Destino en Kafka: `raw-data.chatwoot`. Utiliza extracción incremental por marcas de tiempo (*timestamps*), almacenando la fecha de la última ejecución en memoria para procesar solo datos nuevos o modificados.
- **Google Workspace:** Frecuencia de consulta cada 1 hora (Baja inmediatez), usando Flujo OAuth 2.0. Destino en Kafka: `raw-data.google`. El sistema realiza

renovación automática de tokens antes de su expiración.

C.2. Capa de Mensajería de Alta Disponibilidad (Apache Kafka)

La infraestructura de mensajería se implementó utilizando contenedores de **Confluent Platform** para asegurar una Arquitectura Orientada a Eventos robusta y sin pérdida de datos, con una configuración explícita para la alta disponibilidad.

C.2.1. Componentes del Clúster de Mensajería

El ecosistema de mensajería opera como un clúster interconectado, compuesto por:

- **Zookeeper (Coordinador):** Esencial para la gestión de metadatos, garantizando el consenso y la sincronización entre todos los nodos de Kafka.
- **Registro de Esquemas (Schema Registry):** Un componente de gobernanza de datos que valida que las estructuras JSON (cargas útiles) enviadas por los conectores cumplan rigurosamente con los contratos de datos predefinidos.

C.2.2. Políticas de Retención y Tolerancia a Fallos

JANUS impone parámetros estrictos en los agentes (Brokers) de Kafka:

- **Retención de Registros:** Los datos se mantienen en disco durante **168 horas (7 días)**. Esta política proporciona un margen de tiempo crítico para reprocesar eventos desde el punto de fallo ante una caída catastrófica del microservicio ETL, previniendo la pérdida de información operativa.
- **Idempotencia del Productor:** Habilitada para garantizar el **procesamiento "exactamente una vez" (exactly-once processing)**. Esto mitiga el riesgo de duplicación de inyecciones de datos causadas por interrupciones menores de red entre el conector y Kafka.

C.3. Microservicio ETL: Algoritmos de Procesamiento en Tiempo Casi Real

El núcleo analítico de JANUS, el microservicio ETL, procesa cada mensaje individualmente al momento de su consumo, operando bajo las siguientes reglas técnicas:

C.3.1. Enrutamiento Semántico y Umbrales de Detección de Red

Al recibir el mensaje crudo, el **Clasificador Semántico** determina si se trata de un Evento o de Información. Para datos de infraestructura física (SmartOLT), se aplican umbrales estrictos:

- **Umbral Crítico de Degradación Óptica:** Si la potencia de señal de una ONU desciende a **-28 dBm o menos** (fuera del rango óptimo de -10 dBm a -30 dBm), el algoritmo lo cataloga inmediatamente como un **"Evento de Severidad Alta"**, lo que dispara una alerta preventiva al sistema central.

C.3.2. Motor Criptográfico de Deduplicación

Para asegurar la unicidad en el almacén de datos, el ETL previene registros redundantes mediante un proceso criptográfico de cuatro pasos:

1. **Generación de Clave:** Creación dinámica de una clave única concatenando el origen del dato, el identificador de la entidad y la marca temporal.
2. **Cifrado Hash:** Aplicación del algoritmo **SHA-256** a la clave compuesta para generar una huella alfanumérica irrepetible.
3. **Validación de Índice:** Ejecución de una consulta de alta velocidad contra una tabla de control indexada en PostgreSQL para verificar la existencia previa del hash.
4. **Resolución:** Si el hash existe (colisión), el mensaje se descarta limpiamente. Si no existe, el flujo avanza a la transformación.

C.3.3. Algoritmo de Detección de Cambios (Snapshot-Compare)

El ETL optimiza los recursos de la base de datos minimizando operaciones UPDATE innecesarias con una doble validación:

- **Nivel 1 (Validación Rápida):** Compara el hash SHA-256 del objeto JSON entrante con el hash del último estado conocido. Si coinciden, el procesamiento se detiene.
- **Nivel 2 (Auditoría Profunda):** Si los hashes son distintos, un iterador recursivo identifica el campo exacto modificado, registrando el valor anterior y el nuevo para la tabla de trazabilidad (logs).

C.3.4. Resiliencia en la Notificación Final

Al completar el procesamiento, el ETL utiliza una **Estrategia de Notificación Dual:**

1. **Canal Primario:** Publicación del evento consolidado en el tópic de salida de Kafka.
2. **Canal de Respaldo:** Envío simultáneo a través de HTTP. Si este canal secundario falla, se aplica un **algoritmo de retroceso exponencial (exponential backoff)**, incrementando el tiempo de espera entre reintentos para prevenir la saturación del servidor receptor durante periodos de inestabilidad.

C.4. Esquema Físico y de Conectividad en PostgreSQL

PostgreSQL fue configurada como Base de Datos de Fuente Única de Verdad (etl_database), optimizada para manejar la alta concurrencia del procesamiento en tiempo real.

C.4.1. Gestión de Conglomerados de Conexiones (Connection Pools)

El acceso a la base de datos se gestiona mediante *pools* de conexiones parametrizados para prevenir la saturación bajo cargas intensivas:

- **Microservicio ETL (Mayor escritura):** Límite de 20 conexiones con un tiempo de espera inactivo de 30 segundos y utilizando 7 *scripts* SQL base.
- **API de Backend (Principalmente lectura):** Límite de 10 conexiones con un tiempo de espera inactivo de 30 segundos y utilizando 3 *scripts* SQL base.

C.4.2. Estructura Lógica y Física del Almacén de Datos

El modelo físico se organiza en tres esquemas lógicos:

- **Tablas de Datos de Negocio:**
 - clients, services, contacts: Entidades normalizadas con un modelo híbrido (columnas tipadas para búsqueda y campos JSONB para metadatos).
 - events: Tabla polimórfica para el historial de interacciones, utilizando entity_type y entity_id para la relación con las entidades.
- **Tablas de Control de Procesamiento (Núcleo ETL):**
 - processed_messages: Almacena hashes SHA-256 para asegurar la idempotencia.
 - entity_snapshots: Guarda el estado previo de las entidades para la detección de cambios.
- **Tablas de Gestión de Aplicación:**
 - users: Almacena credenciales operativas con contraseñas cifradas.
 - refresh_tokens: Gestiona la persistencia segura de las sesiones de usuario.

C.4.3. Estrategia de Indexación

Se implementaron índices B-Tree en columnas críticas (external_id, event_type, timestamp) para asegurar la mínima latencia en las consultas analíticas del *Frontend*.

C.5. Arquitectura de Seguridad y Exposición de Servicios (API REST)

El *Backend*, desarrollado con Node.js y Express, es el único punto de acceso autorizado a los datos persistentes.

C.5.1. Matriz de Seguridad: Esquema de Doble Token JWT

La protección de rutas se basa en JSON Web Tokens (JWT) y cifrado bcrypt, utilizando un esquema de doble *token* para optimizar seguridad y usabilidad:

- **Token de Acceso (*Access Token*):** Validez de corto plazo (15 minutos) para autorizar operaciones y consultas frecuentes.
- **Token de Refresco (*Refresh Token*):** Token de larga duración que se almacena de forma segura para obtener nuevos *Access Tokens* en segundo plano, previniendo la reintroducción constante de credenciales y el robo de sesiones prolongadas.

C.5.2. Estructura y Protección de Puntos de Acceso (*Endpoints*)

Los servicios expuestos siguen un formato JSON estándar y se protegen según su función:

- */api/auth*: Autenticación y gestión de sesiones. Nivel de Acceso: Público / Protegido por JWT.
- */api/clientes*: Gestión del padrón de abonados y línea de tiempo. Nivel de Acceso: JWT.
- */api/dashboard*: Consolidación de KPI y métricas ejecutivas. Nivel de Acceso: JWT.
- */api/etl*: Recepción y auditoría de notificaciones internas del microservicio ETL. Nivel de Acceso: Clave de API interna / JWT.

C.5.3. Fiabilidad Operacional: Control de Errores y Apagado Ordenado

- **Apagado Ordenado (*Graceful Shutdown*):** El protocolo finaliza las peticiones HTTP activas y cierra limpiamente los *pools* de conexión a PostgreSQL antes de la detención del servidor.
- **Control de Errores de Base de Datos:** Ante caídas de la base de datos, se emite el código HTTP 503 (*Service Unavailable*) para notificar al operador y evitar la presentación de datos inconsistentes.

C.6. Capa de Presentación: Arquitectura y Rendimiento del Frontend

El cliente de JANUS se desarrolla con Next.js 15 y el App Router, lo que optimiza la entrega de contenido combinando el Renderizado en el Servidor (SSR) con componentes React 19 reactivos en el cliente.

C.6.1. Guardia de Navegación y Prevención de Errores de Hidratación

Para proteger las rutas que requieren autenticación, se implementa una "Guardia de Navegación" en el cliente, complementando las validaciones del servidor. Para

evitar los "errores de hidratación" que surgen de leer datos del navegador (como cookies) antes de que el componente se monte completamente (debido al pre-renderizado de Next.js), el Frontend utiliza un *hook* personalizado de React. Este *hook* retrasa la validación de seguridad hasta que el componente está completamente montado, garantizando una transición segura y sin errores visuales hacia la pantalla de *login* si el *token* es inválido.

C.6.2. Estrategia de Carga Progresiva en el Tablero de Control

El Tablero de Control (Dashboard) utiliza una estrategia algorítmica de Carga Progresiva para asegurar la interactividad incluso con grandes volúmenes de datos. Los elementos de **Prioridad Alta (Síncrona)**, como la cuadrícula de tarjetas con métricas clave (KPIs), son renderizados inmediatamente utilizando datos cacheados o de resolución rápida. Los elementos de **Prioridad Baja (Asíncrona)**, como la lista de interacciones recientes o los gráficos complejos (creados con Recharts), se cargan en segundo plano.

C.6.3. Semántica Visual y Agrupación en el Historial Cronológico (Timeline)

El componente Timeline procesa y agrupa el historial de eventos de un cliente antes de su renderizado. El Frontend agrupa los datos en memoria basándose en el identificador del servicio contratado. Además, el motor de renderizado aplica Simbología y Semántica Visual evaluando el campo *event_type*:

- Los eventos de **Severidad Alta** (ej. cortes de servicio) se presentan en color rojo brillante con iconos de advertencia (mediante clases de TailwindCSS).
- Las **Resoluciones Técnicas** usan colores verde o rojo medio con iconos de confirmación.
- Las **Comunicaciones Estándar** se muestran en tonos oscuros neutros con iconos de telefonía o mensajería.

C.6.4. Persistencia Segura y WebSockets (Tiempo Real)

El Frontend gestiona el almacenamiento local y las comunicaciones con dos protocolos de alta seguridad:

- **Gestión de Cookies:** Los *tokens* JWT no se guardan en *LocalStorage*, sino en *cookies* con atributos Secure (solo HTTPS) y SameSite: Lax (prevención de ataques CSRF), mitigando el riesgo de ataques XSS.
- **Conexión WebSocket:** Para el monitoreo crítico de red, se establece un túnel bidireccional permanente vía WebSockets. Esto cambia el modelo de consulta periódica (*polling*) a un modelo reactivo (*server-push*). Si un nodo de fibra falla,

el *Backend* envía la alerta y la interfaz se actualiza instantáneamente (latencia inferior a un segundo), sin necesidad de recarga manual por parte del operador.