

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD EN INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

**“AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO INTEGRAL DE PROYECTOS EN UNA EMPRESA
DE ESTUDIOS DE SUELOS.”**

PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

PRESENTADO POR:

DANERIS IRMA VARGAS BARROS

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2025.

DEDICATORIA

Con profunda gratitud dedico este trabajo a **Dios**, por ser guía, fortaleza y luz en cada paso; a **mi madre**, por su amor incondicional, sacrificio y palabras que siempre me impulsan; y a **mi padre**, por su constancia y confianza sembrada en mi camino. Sin ustedes, este logro no sería posible.

AGRADECIMIENTOS

Con el corazón lleno de gratitud, quiero agradecer a **mi papá**, por ser fuerza, y apoyo en cada decisión. A **mi mamá**, por su amor incansable, su ternura y esa fe que nunca se quebranta. A **mi hermana**, por su alegría, complicidad y palabras que siempre llegan justo cuando las necesito. A **Suertudo**, mi gato compañero, por esas miradas que hablan sin decir nada y por quedarse a mi lado en cada madrugada silenciosa. Y a mis **guías en el cielo**, que desde lo invisible me impulsan, protegen y recuerdan que todo lo bueno viene del alma.

DEDICATORIA EXPRESA

Yo Daneris Irma Vargas Barros acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 31 de octubre del 2025

Ing. Daneris Irma Vargas Barros

EVALUADORES

Ph.D Lenin Eduardo Freire Cobo
Tutor de proyecto

Ph.D Juan Carlos García Plua
Revisor del proyecto

RESUMEN

En la actualidad en el sector de la ingeniería, hay pequeñas y medianas empresas, en especial las que se dedican a estudios geotécnicos, tienen inconvenientes para ser competitivas. A pesar de contar con alta especialización técnica, muchas de estas organizaciones no cuentan con procesos automatizados, sino que suelen manejarse de una manera manual y desarticulada. Esto las hace no sólo menos eficientes, sino que también impide su rápida adaptación a lo que el mercado demanda. La falta de integración en sus operaciones causa problemas como la pérdida de información o asignación errónea de tareas, así como el retraso en la entrega de informes. Dado la situación actual, la digitalización y automatización de los flujos de trabajo resulta una gran solución para mejorar la eficacia operativa, reducir los errores humanos y aumentar la satisfacción del cliente. Esta tesis tiene como meta diseñar un sistema automatizado en la gestión de proyectos, sobre plataformas low-code, con la finalidad de optimizar las fases de la gestión de proyectos, desde la recepción de las solicitudes hasta la entrega de sus informes. La automatización de tareas repetitivas y la integración de flujos de trabajo permitirán mejorar la coordinación entre las áreas de la empresa y reducir los tiempos de entrega. También, se utilizará una metodología mixta que combina enfoques cualitativos y cuantitativos para diseñar una solución adecuada que permita a la compañía abordar eficazmente los retos futuros.

Palabras Claves: Automatización, digitalización, gestión de proyectos, eficiencia operativa, competitividad

ABSTRACT

Currently, in the engineering sector, small and medium-sized companies, especially those dedicated to geotechnical studies, face challenges in remaining competitive. Despite their high technical specialization, many of these organizations lack automated processes and are often managed manually and disjointedly. This not only makes them less efficient but also prevents them from quickly adapting to market demands. The lack of integration in their operations causes problems such as lost information or misassigned tasks, as well as delayed report delivery. Given the current situation, the digitization and automation of workflows is a great solution to improve operational efficiency, reduce human error, and increase customer satisfaction. This thesis aims to design an automated project management system based on low-code platforms, with the goal of optimizing project management phases, from the receipt of requests to the delivery of reports. The automation of repetitive tasks and the integration of workflows will improve coordination between company departments and reduce delivery times. A mixed methodology combining qualitative and quantitative approaches will also be used to design a suitable solution that will allow the company to effectively address future challenges.

Key Words: Automation, digitalization, project management, operational efficiency, competitiveness.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
Ph.D Lenin Eduardo Freire Cobo	3
Ph.D Juan Carlos García	3
RESUMEN	4
ÍNDICE GENERAL.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
C APÍTULO 1	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Descripción del Problema	2
1.4 Solución Propuesta.....	3
1.5 Objetivo General	5
1.5.1 Objetivos Específicos	5
1.6 Metodología.....	5
1.6.1 Diseño Metodológico	5
CAPÍTULO 2.....	9
2.1 Fases de un Proyecto Técnico en Estudios de Suelos	9
2.2 Transformación Digital en el Sector de Ingeniería de Suelos.....	10
2.3 Flujos de Trabajo Automatizados en Entornos Técnicos	12
2.4 Justificación de la Metodología de Diseño	16
2.5 Introducción del trabajo de la empresa de suelos.....	16
2.6 Comparativo: BPMN vs. Plataformas Low-Code.....	17
2.7 Umbrales de éxito	17
2.8 Indicadores clave de desempeño (KPIs)	18
2.9 Consideraciones Éticas y Legales	18
CAPÍTULO 3.....	20

Diseño de flujo integral de proyectos	20
3.1 Modelo As-Is en la Empresa de Estudios de Suelos	20
3.1.1 Descripción secuencial del proceso	20
3.1.2 Identificación de problemas y oportunidades de mejora	21
3.1.3 Relevancia para la automatización propuesta	22
3.2 Encuestas y entrevistas a personal de la empresa de Estudio de suelos	22
3.2.1 Análisis de resultados de las entrevistas	23
3.2.2 Análisis de Resultados de Encuestas Internas	23
3.3 Impacto en el diseño TO-BE:	31
3.4 Propuesta de Modelo TO-BE	32
3.4.1 Objetivos del modelo TO-BE	32
3.4.2 Tabla para modelado TO-BE en Bizagi Modeler.....	33
3.5 Automatizar la propuesta del nuevo flujo	35
3.5.1 Estructura funcional del modelo TO-BE en AppSheet	36
3.5.2 Flujos clave que se automatizan	36
3.5.3 Implementación de la Aplicación Prototipo en AppSheet	37
CAPITULO 4.....	46
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Impacto estimado de la automatización en tres indicadores clave	11
Figura 2: Modelo As-Is del Proceso Actual en la Empresa de Estudios de Suelos	21
Figura 3: Grafico de encuesta realizada, Pregunta N° 1	24
Figura 4: Grafico de encuesta realizada, Pregunta N° 2	25
Figura 5: Grafico de encuesta realizada, Pregunta N° 3	26
Figura 6: Grafico de encuesta realizada, Pregunta N° 4	27
Figura 7: Grafico de encuesta realizada, Pregunta N° 5	28
Figura 8: Grafico de encuesta realizada, Pregunta N° 6	29
Figura 9: Grafico de encuesta realizada, Pregunta N° 7	30
Figura 10: Grafico de encuesta realizada, Pregunta N° 8	31
Figura 11: Propuesta de Modelo TO-BE	35
Figura 12: Introducción de la aplicación GeoCon S.A. vista desde la app	38
Figura 13: Barra lateral de app GeoCon S.A.	39
Figura 14: Pestaña de proyectos asignados y por agregar	40
Figura 15: Pestaña de Cotizaciones de ensayos solicitados.	41
Figura 16: Pestaña de Tareas por realizar	42
Figura 17: Pestaña de identificación de muestras y ensayos solicitados.	43
Figura 18: Pestaña de Informe final para entrega	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:: Técnicas e instrumentos	7
Tabla 2: Alternativas tecnológicas posibles a utilizar.....	11
Tabla 3: Metodología de Diseño Aplicada	16
Tabla 4:Tabla comparativa entre enfoques de rediseño de procesos.....	17
Tabla 5: Indicadores de KPI.....	18
Tabla 6:Procesos propuestos con AppSheet	34
Tabla 7: Flujo completo del proyecto	36

C APÍTULO 1

1.1 Introducción

En esta época de transformación digital, las microempresas que se dedican a los estudios de suelo tienen que optimizar sus procesos operativos para ser competitivos. Muchas de estas organizaciones dependen aún de procedimientos manuales y de comunicaciones informales que hacen difícil la gestión de proyectos. Se cometen errores muchas veces. Hay retraso en los informes. La trazabilidad del trabajo es muy débil. Esto impacta en la calidad del servicio y en la percepción del cliente.

La empresa que analizamos tiene estas características: si bien cuenta con un staff técnico capacitado y con experiencia en el ámbito geotécnico, no posee una estructura digital que le permita gestionar de manera integrada. El trabajo en compartición ha traído muchas problemáticas como duplicidad de tareas, pérdida de ciencia y errores técnicos en los reportes. Dada la situación, resulta urgente poder automatizar el flujo integral de sus proyectos desde la cotización hasta su entrega para una nueva solución tecnológica.

Ante esta situación, se plantea el desarrollo de un sistema automatizado con plataformas de tipo low-code, que permiten crear soluciones digitales sin tener conocimientos avanzados de la programación. [1] La implementación de metodologías ágiles busca estandarizar procesos, tiempos, errores y mejorar la comunicación de los equipos. [1] El sistema será diseñado y validado junto al personal clave para que se adapte a la realidad de la empresa.

La metodología utilizada en este trabajo es de un enfoque mixto cuyo objetivo es, transformar la operación de ésta, a digital. Al hacerlo, se solucionarán las deficiencias que hay en el presente y se sentarán las bases para la mejora. Este proyecto es un modelo que otras pymes del sector van a poder replicar ya que se demostró que la automatización no sólo es accesible, sino que es una herramienta que puede servir para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las empresas.

1.2 Antecedentes

Las compañías que se dedican a investigar suelos en el campo de la ingeniería geotécnica se enfrentan a retos cada vez más vinculados con la gestión de sus proyectos. Para que puedan obtener resultados exactos y de forma puntual, pero manteniendo altos estándares técnicos es imprescindible gestionar de manera eficiente los procedimientos internos.

No obstante, gran cantidad de estas pequeñas organizaciones siguen operando con sistemas manuales, sin incluir herramientas digitales, lo que limita su capacidad de reacción y competitividad. Se puede incrementar la eficiencia y reducir los fallos operativos con el uso de plataformas digitales para automatizar procedimientos. [2] Las plataformas de bajo código han ganado popularidad gracias a su adaptabilidad, sencillez de manejo y precios bajos, lo que ha

permitido que compañías con recursos tecnológicos limitados puedan crear soluciones acordes a sus necesidades.

Aunque en América Latina la digitalización de procesos en las empresas de estudios de suelos es un tema reciente, ha sido ampliamente implementada en mercados más avanzados. [2] Estas soluciones no solo posibilitan la normalización del trabajo, sino que también simplifican el monitoreo de tareas, mejoran la distribución de recursos y aseguran un seguimiento integral de los proyectos.

A nivel regional, la digitalización de procesos en empresas técnicas ha sido abordada de forma incipiente. En Ecuador, muchas pymes aún enfrentan barreras relacionadas con el acceso a tecnologías, falta de personal capacitado o desconocimiento de herramientas digitales accesibles. No obstante, existen casos exitosos que demuestran que, con un enfoque estratégico y el uso de plataformas de bajo costo, es posible optimizar operaciones sin necesidad de realizar grandes inversiones. [1] Este tipo de transformación ha permitido a empresas similares mejorar sus niveles de control, disminuir retrabajos y aumentar su capacidad de respuesta frente a exigencias del mercado. [3]

1.3 Descripción del Problema

La empresa objeto de estudio es una organización pequeña con aproximadamente 12 colaboradores, especializada en estudios de suelos para obras civiles. Sus servicios comprenden recolección de muestras, análisis de laboratorio y elaboración de informes técnicos, dirigidos tanto a clientes del sector público como privado.

Actualmente, todos los procesos operativos desde la elaboración de cotizaciones hasta la entrega de resultados se ejecutan de manera manual, utilizando hojas de cálculo, documentos físicos y comunicaciones no estructuradas entre las áreas. Esta forma de operar ha provocado diversos problemas, entre los cuales se destacan:

- Retrasos en los tiempos de entrega (12 casos en tres meses, con demoras superiores al 35% de lo planificado).
- Errores técnicos en informes (20% de los entregables requieren corrección).
- Asignación duplicada de tareas y pérdida de trazabilidad.
- Falta de control sobre el avance y los responsables de cada etapa del proyecto.

Estos incidentes no solo afectan la eficiencia interna y el clima laboral, sino que también comprometen la reputación de la empresa y su capacidad para competir en el mercado. La problemática se agrava ante la imposibilidad de tomar decisiones basadas en datos, debido a la ausencia de sistemas de monitoreo o trazabilidad del estado de los proyectos.

Desde una perspectiva sistémica, el modelo de gestión actual representa un riesgo continuo para la sostenibilidad del negocio. La empresa está expuesta a perder contratos por incumplimiento de plazos, a incurrir en mayores costos por retrabajos y a perder competitividad frente a otras organizaciones del sector que ya han adoptado soluciones digitales. Además, como no cuentan con una base de datos estructurada sobre sus operaciones, no tienen una gran capacidad para identificar tendencias, planificar recursos o responder ágilmente a los cambios en la demanda del cliente. Estos factores la ponen en una clara desventaja dentro un entorno donde la digitalización y la automatización ya no son opcionales, sino requisitos fundamentales para operar eficientemente.

Es importante mencionar que la problemática presente no se debe a una falta de voluntad o desconocimiento por parte de la empresa, sino a la carencia de herramientas tecnológicas accesibles y que se adapten a su realidad y contexto. Es un hecho que la implementación de soluciones digitales suele requerir inversiones elevadas y equipos técnicos especializados, lo cual no es viable para todas las pymes. Es por ello que las plataformas low-code emergen como una alternativa estratégica, al permitir el desarrollo de soluciones personalizadas sin necesidad de conocimientos especializados en programación, y con costos considerablemente más bajos. [3]

1.4 Solución Propuesta

Se evidencia que dentro de la empresa de estudios de suelos existe una necesidad urgente de transformación organizacional a través de la digitalización de sus procesos clave. Los retrasos en la entrega de informes, la presencia de errores técnicos, la falta de trazabilidad de las actividades y la ausencia de mecanismos de control interno son indicadores de que presentan un modelo operativo obsoleto que no responde a las exigencias del mercado actual. [3] En este sentido, la solución propuesta consiste en el desarrollo e implementación de una herramienta tecnológica accesible basada en plataformas de desarrollo low-code, que le permita automatizar y centralizar la gestión del flujo integral de proyectos, desde lo que vendría siendo la cotización inicial hasta la entrega de los resultados finales.

La automatización busca integrar todas las fases del proyecto técnico en una sola plataforma, donde quede registrada cada tarea con su responsable y el estado de avances, y que esté disponible para todos los niveles jerárquicos de la empresa. El diseño del sistema incorpora funcionalidades como el registro de solicitudes de cotización, la asignación automática del responsable, cronogramas colaborativos, un almacenamiento seguro de documentos técnicos, seguimiento de resultados de laboratorio, control de informes y emisión de entregables finales. Esto permitirá, por un lado, mejorar la eficiencia y coordinación entre áreas, y por otro elevar los estándares de calidad, evitar trabajar dos veces en lo mismo y fortalecer la comunicación con el cliente.

Se propuso la implementación de plataformas low-code como Power Apps, AppSheet o herramientas similares porque estas ofrecen una solución flexible y de bajo precio, lo que se ajusta a una empresa que no posee un equipo de desarrollo interno. Estas plataformas permiten crear

aplicaciones funcionales con una interfaz intuitiva con componentes visuales y conectando con hojas de cálculo, bases de datos o servicios en la nube. [5] Su bajo nivel de requerimientos técnicos hace que pueda ser gestionado directamente por el personal operativo, con poco apoyo de expertos externos. Además, permiten escalar la automatización con el tiempo, incorporando nuevos módulos conforme crezcan las necesidades de la empresa.

La implementación de la digitalización se estructurará en tres fases principales de la siguiente manera: la primera fase es el análisis detallado de los procesos actuales, mediante entrevistas con los jefes de área, observación directa del flujo de trabajo y levantamiento de documentación interna. En esta etapa se identificarán los cuellos de botella, tareas redundantes y puntos críticos que puedan beneficiarse con la automatización. También se elaborarán diagramas AS-IS para mapear procesos existentes y matrices de responsabilidades para entender la distribución actual de tareas.

La segunda fase comprende el diseño del flujo de trabajo automatizado, los formularios y registros requeridos, así como las alertas y controles que el sistema deberá incorporar. Para este diseño se realizará de forma colaborativa con los empleados clave de la empresa, asegurando así que la herramienta responda a las necesidades reales del entorno operativo.

La tercera y última fase consiste en el desarrollo y prueba del prototipo funcional en la plataforma low-code que fue seleccionada. Se construirán los módulos definidos conectando fuentes de datos y configurando flujos de aprobación, generando finalmente tableros visuales que ayuden al monitoreo de los proyectos. Se implementarán también pruebas piloto con usuarios reales para que brinden retroalimentación de la funcionalidad, usabilidad y pertinencia de la herramienta. Según los resultados obtenidos se efectuarán ajustes hasta alcanzar una versión que pueda ser implementada en el entorno real de trabajo.

Una vez concluida la implementación se podrá realizar una trazabilidad completa de cada proyecto de la empresa, desde su ingreso hasta la entrega al cliente. El sistema va a aportar con la generación de indicadores clave como el tiempo promedio de ejecución, el porcentaje de cumplimiento de plazos, número de informes con errores, nivel de carga por empleado y la tasa de retrabajo. Estos datos ayudarán a mejorar la toma de decisiones por parte de la gerencia y fomentar una cultura de mejora continua dentro de la organización.

Cabe señalar que con esta propuesta no se busca reemplazar el conocimiento técnico del personal, sino complementarlo con herramientas que faciliten su labor diaria eliminando tareas repetitivas, lo que permite tener un mayor control sobre los procesos, y con eso se espera mejorar significativamente el clima laboral, aumentar la motivación del equipo, así como optimizar el uso de recursos. Adicionalmente, al contar con información consolidada y actualizada, la empresa podrá responder de manera más ágil a solicitudes de los clientes y evidenciar con transparencia su capacidad de cumplimiento.

Con la solución propuesta se ofrece una base sólida para futuras ampliaciones, pues a medida que la empresa crezca o se diversifique, el sistema puede incorporar nuevos módulos, integrarse con plataformas contables o incluso incluir funcionalidades móviles para recolección de datos en campo. De esta forma, se plantea una solución inmediata al problema actual, y una estrategia sostenible de transformación digital progresiva.

1.5 Objetivo General

Implementar una plataforma low-code para gestionar el flujo integral de proyectos que mejore la eficiencia operativa y la calidad del servicio al cliente en una empresa de estudios de suelos.

1.5.1 Objetivos Específicos

- Analizar los procesos actuales de gestión de proyectos para identificar oportunidades de mejora y requisitos de automatización.
- Diseñar un flujo de trabajo digital para integrar eficientemente las etapas de cotización, ejecución y entrega de resultados.
- Automatizar una solución mediante herramientas digitales accesibles y de bajo costo para optimizar la operación interna.

1.6 Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto que integró métodos cualitativos y cuantitativos para abordar de forma integral la problemática observada en la empresa de estudios de suelos. La naturaleza del estudio fue no experimental ya que no se manipularon las variables, sino que se analizaron los procesos reales con el fin de proponer una solución de mejora. El tipo de investigación fue descriptiva-explicativa, dado que se pretendió caracterizar la situación actual de los flujos de trabajo, identificar causas de ineficiencia e implementar una solución tecnológica basada en plataformas low-code.

La metodología se llevó a cabo con una secuencia lógica de actividades dividida en fases que permiten pasar del diagnóstico al diseño, desarrollo e implementación de un prototipo funcional. [6] Estas etapas se ejecutaron en estrecha colaboración con el personal clave de la organización, asegurando que la solución propuesta esté alineada con los requerimientos y realidades del entorno de trabajo.

1.6.1 Diseño Metodológico

El diseño metodológico de esta investigación bajo un enfoque mixto combinó técnicas cualitativas y cuantitativas que permitieron analizar los procesos actuales, identificar deficiencias operativas y diseñar un flujo automatizado mediante plataformas low-code. Esta metodología contempló fases secuenciales de diagnóstico, levantamiento técnico, diseño, desarrollo y validación ya que con

cada una se garantiza la pertinencia y funcionalidad de la propuesta. El proceso se estructuró en cinco fases principales detalladas a continuación:

1.6.1.1 Fase 1: Diagnóstico de la situación actual

Se identificó el estado actual de los procesos operativos de la empresa aplicando herramientas de recolección de información como:

- Entrevistas semiestructuradas a los jefes de área.
- Encuestas a personal técnico y administrativo.
- Observación directa del flujo de trabajo.
- Revisión documental (informes, hojas de cálculo, órdenes de trabajo, cronogramas).

En base a la información obtenida se construyó un modelo AS-IS, el cual permitirá representar gráficamente los procesos actuales, evidenciando actividades críticas, redundancias, cuellos de botella y puntos de control ineficientes.

1.6.1.2 Fase 2: Levantamiento de información técnica

En esta fase se recopilaron datos estructurados sobre:

- Tiempos promedio por actividad.
- Responsables de cada tarea.
- Frecuencia de errores o retrabajos.
- Recursos utilizados por etapa (herramientas, documentos, roles).
- Flujo de documentos desde la cotización hasta la entrega del informe.

Se utilizaron herramientas como matrices de procesos, diagramas SIPOC y registros de control interno para sustentar el diagnóstico. La información fue sistematizada y sirvió como base para el rediseño del proceso.

1.6.1.3 Fase 3: Diseño del flujo automatizado

Según el diagnóstico se procedió a diseñar un modelo TO-BE, es decir el flujo ideal de trabajo con los procesos ya automatizados. Este diseño incluyó lo siguiente:

- Esquema de flujos digitales.
- Interconexión entre áreas.
- Puntos de entrada y salida de datos.
- Formularios automatizados.
- Cronogramas digitales.
- Tableros visuales de seguimiento.

Primero el modelo se presentó a los usuarios clave para su validación y luego se implementaron los ajustes necesarios antes de iniciar el desarrollo del prototipo.

1.6.1.4 Fase 4: Desarrollo del prototipo digital

Se implementó un prototipo funcional utilizando la plataforma low-code AppSheet, con conectividad a Google Sheets, Excel, o bases de datos en la nube. Este prototipo incluyó lo siguiente:

- Registro y seguimiento de proyectos.
- Asignación automática de responsables.
- Alerta de fechas límite.
- Subida segura de documentos.
- Visualización de avance por tareas.
- Generación de reportes automáticos.

Esta fase se ejecutó bajo principios de desarrollo ágil (metodología SCRUM), permitiendo iteraciones rápidas y retroalimentación constante.

Técnica	Instrumento	Propósito
Entrevistas semiestructuradas	Guía de entrevista	Obtener percepciones y datos cualitativos del personal clave
Encuestas	Formulario en Google Forms	Recoger opiniones sobre procesos actuales y necesidades
Observación directa	Bitácora de campo	Documentar tareas, tiempos, problemas y uso de recursos
Análisis documental	Hojas de cálculo, informes, cronogramas	Analizar registros previos para evaluar eficiencia y errores
Prototipado rápido	Plataforma low-code (Power Apps)	Crear solución funcional para pruebas en entorno controlado

Tabla 1:: Técnicas e instrumentos

CAPÍTULO 2

2.1 Fases de un Proyecto Técnico en Estudios de Suelos

Para la elaboración de proyectos técnicos en estudios de suelos se suele seguir una estructura compuesta por múltiples fases secuenciales que empiezan con la recepción de la solicitud hasta la entrega del informe técnico. Estas etapas han sido fundamentales para mantener el rigor científico y técnico que caracteriza este tipo de servicios. En la empresa objeto de estudio, se identificaron las siguientes fases típicas:

La primera fase fue la recepción de la solicitud del cliente, que implica la recepción inicial de las solicitudes de los clientes, ya sea por medio de correos electrónicos, llamadas telefónicas o formularios impresos. Representó la entrada formal del proyecto, durante la cual se reunió información general como el tipo de estudio necesario, la ubicación del terreno, los plazos y las necesidades específicas del cliente. En esta etapa, la comunicación debía ser precisa para evitar malentendidos en la interpretación de las solicitudes.

La segunda fase fue la cotización y planificación inicial que se basó en el alcance del trabajo, los recursos requeridos y el tiempo previsto para la ejecución. Esta fase también incluyó la elaboración preliminar del cronograma y la asignación provisional del personal. La correcta ejecución de esta etapa fue crucial para prevenir desajustes en la programación futura.

Tercero estuvo la fase de realización de muestreo en el terreno una vez que el cliente aceptó la cotización. Esta fase abarcó la recolección de muestras del suelo, roca, entre otros, utilizando los equipos adecuados y siguiendo los protocolos de seguridad y técnicos. Los datos obtenidos durante el muestreo en campo fueron esenciales para el análisis posterior y debieron ser registrados con exactitud.

Cuarto, la evaluación en laboratorio de las muestras recogidas, donde se llevaron a cabo pruebas físicas y mecánicas como la granulometría, límites de Atterberg y la humedad natural. Esta fase requería una gran precisión y debía cumplir con normas técnicas como ASTM o NTE INEN. Los resultados obtenidos sirvieron como fundamento para la interpretación técnica.

En la quinta fase se hizo el análisis de resultados con los datos obtenidos en el laboratorio, el equipo técnico llevó a cabo el análisis y la interpretación de las condiciones del terreno. Esta fase incluyó correlacionar resultados, estimar parámetros para el diseño geotécnico y elaborar recomendaciones técnicas. La adecuada realización de esta etapa dependió de la pericia profesional y la experiencia de los ingenieros.

Como sexta fase está la redacción y revisión del informe técnico. Los hallazgos y conclusiones se integraron en un informe técnico detallado, elaborado conforme a los requisitos del cliente y los

estándares del sector. Este documento fue sometido a una revisión interna para verificar su consistencia, ortografía, redacción y precisión técnica. La falta de un control adecuado en esta fase podría resultar en errores significativos.

La séptima y última fase fue la entrega del informe al cliente, ya sea en formato físico o digital. Se incluyó una carta de presentación y se ofreció apoyo técnico adicional si era necesario. Esta etapa marcó el cierre del ciclo del proyecto y tuvo un impacto significativo en la percepción del servicio por parte del cliente.

Anteriormente estas fases operaban de forma fragmentada, apoyadas en herramientas como hojas de cálculo y documentos impresos. La comunicación entre áreas era en su mayoría informal, lo que generaba pérdida de información y dificultades para coordinar actividades entre departamentos. Debido a la ausencia de una plataforma digital centralizada se imposibilitaba la trazabilidad de cada fase del proyecto.

2.2 Transformación Digital en el Sector de Ingeniería de Suelos

En años más recientes, el sector de la ingeniería geotécnica ha comenzado a incorporar herramientas tecnológicas dentro de sus procesos internos que permiten una mayor precisión, eficiencia y estandarización de dichos procesos. La transformación digital en empresas de estudios de suelos se presenta como la adopción de tecnologías de la información, automatización de flujos de trabajo, y uso de plataformas colaborativas para la gestión integral de proyectos.

Estudios actuales han identificado que las empresas que lograron digitalizar sus operaciones obtuvieron mejoras del 25% en los tiempos de entrega y redujeron errores técnicos hasta en un 40% gracias a sistemas que permiten centralizar datos en la nube, automatizar notificaciones y asignación de tareas, generar indicadores de gestión en tiempo real y facilitar la colaboración entre áreas técnicas y administrativas. En el contexto de la empresa estudiada, se evaluaron tres alternativas tecnológicas:

Alternativa	Descripción	Ventajas	Desventajas
A	Implementación de ERP geotécnico	Solución robusta, profesional	Costosa, requiere personal TI
B	Desarrollo in-house de software a medida	Totalmente personalizable	Largo tiempo de desarrollo

C	Uso de plataforma low-code (Power Apps/AppSheet)	Bajo costo, desarrollo ágil	Limitaciones de personalización avanzada
---	---	--------------------------------	---

Tabla 2: Alternativas tecnológicas posibles a utilizar

Tras el análisis, se seleccionó la alternativa C, debido a su viabilidad técnica, operativa y económica. Esta opción permitió conseguir un diseño conceptual que pudiera ejecutarse en un tiempo reducido y con recursos internos.

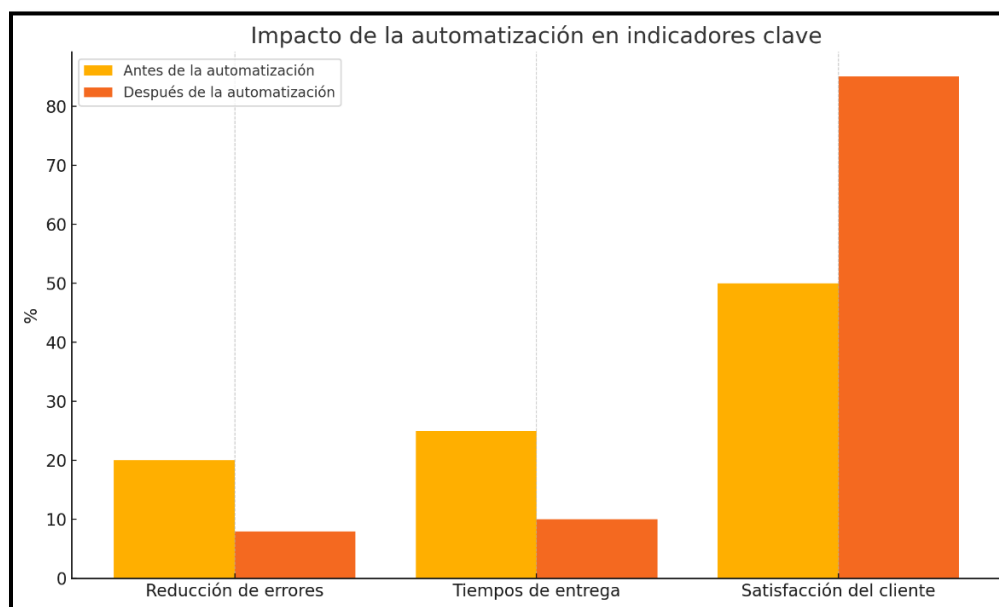


Figura 1: Impacto estimado de la automatización en tres indicadores clave

En la figura 1 se muestra el impacto positivo de la automatización sobre tres indicadores clave en la gestión de proyectos en una empresa de estudios de suelos, los cuales son: la reducción de errores, tiempos de entrega y satisfacción del cliente. El gráfico compara los valores de estos indicadores antes y después de la implementación de la solución automatizada.

El primer indicador, reducción de errores, muestra una disminución de más de la mitad con la automatización, ya que antes de implementar el sistema digital, los errores representaban aproximadamente el 20% de los informes entregados, lo cual ocasionaba retrabajos y pérdida de tiempo. Sin embargo, tras la automatización, este porcentaje se redujo a menos del 10%, reflejando cómo la automatización puede minimizar los errores humanos derivados de la gestión manual.

El indicador de los tiempos de entrega muestra una mejora notable ya que antes de la implementación de la automatización los retrasos eran frecuentes con un promedio de entrega que superaba los plazos originalmente pactados. Sin embargo, después de la digitalización, los tiempos de entrega se redujeron significativamente, lo que refleja una mayor eficiencia operativa.

Finalmente, la satisfacción del cliente es el indicador que muestra el mayor cambio positivo. Antes de la automatización, los clientes reportaban un nivel de satisfacción moderado, por todos los retrasos y errores en los informes. Sin embargo, después de la implementación de la digitalización la satisfacción se incrementó a más del 80%, lo cual refleja su efectividad no solo en la mejora en la percepción que los clientes tienen sobre el servicio proporcionado.

2.3 Flujos de Trabajo Automatizados en Entornos Técnicos

El rediseño de los flujos de trabajo fue un punto clave en el proceso de transformación digital de la empresa de estudios de suelos ya que con este cambio no solo buscaba optimizar las operaciones internas, sino también mejorar la experiencia de los clientes y aumentar la competitividad en un sector altamente especializado. La implementación de flujos de trabajo automatizados se centró en identificar las actividades repetitivas y manuales, para reemplazarlas con soluciones digitales que permitieran una gestión más eficiente de trabajo.

2.3.1. Necesidad del Rediseño de los Flujos de Trabajo

Con el diagnóstico de la empresa se observó que el proceso de gestión de proyectos en la empresa dependía de múltiples herramientas desconectadas entre sí, como hojas de cálculo, correos electrónicos y documentos físicos. Esta falta de integración causaba problemas como la pérdida de información, la falta de trazabilidad en las actividades, y la duplicidad de esfuerzos. Además, la comunicación entre departamentos era informal y a menudo ineficiente. Todo esto ocasionaba que el tiempo de respuesta a los clientes sea largo, los informes entregados presentaban errores, y el control de los proyectos era cada vez más difícil.

Para solucionar todas estas falencias se rediseñaron los flujos de trabajo mediante la integración de un sistema automatizado que centralizara la información, asignara tareas automáticamente y proporcione un control en tiempo real del estado de cada proyecto con un modelo de gestión de proyectos completamente digitalizado que permita optimizar cada etapa, desde la recepción de la solicitud hasta la entrega final del informe.

2.3.2. Metodología de Diseño Ágil y Orientada al Usuario

Se aplicó una metodología ágil con la que se puedan realizar ajustes continuos y avanzar en ciclos iterativos y por su capacidad para adaptarse a los cambios y sus beneficios en proyectos que requieren flexibilidad y rapidez en la implementación. En este caso, los equipos de trabajo

colaboraron de forma continua con los usuarios clave de la empresa para asegurar que la solución digital fuera relevante y útil desde el principio.

El enfoque orientado al usuario fue otro principio fundamental en el rediseño, por lo que a lo largo del proceso se mantuvo una comunicación constante con los técnicos y administrativos que usaban los sistemas antiguos con el propósito de comprender sus necesidades, identificar los puntos críticos en el flujo de trabajo actual y diseñar funcionalidades que realmente mejoraran su desempeño diario, haciendo que cada fase del diseño y desarrollo fuera validada por los usuarios, lo que garantizó que la solución propuesta fuera funcional y fácil de adoptar.

2.3.3. Diseño del Nuevo Modelo de Gestión Automatizado

El rediseño del modelo de gestión además de la automatización de tareas también incluyó la creación de un flujo de trabajo completamente integrado, donde cada etapa del proyecto estuviera conectada a través de una plataforma digital y estuvo basado en una serie de principios clave descritos a continuación:

- Centralización de la información para que todos los datos relacionados con el proyecto (solicitudes, cotizaciones, cronogramas, informes de laboratorio, etc.) fueron centralizados en una plataforma digital accesible para todos los involucrados, lo que ayudó a combatir la dispersión de la información y mejoró la trazabilidad.
- Automatización de las tareas y asignación de responsabilidades, pues cada tarea dentro del proyecto se asignaba automáticamente a la persona correspondiente con fechas de entrega definidas. Esto no solo permitió la distribución eficiente de las actividades, sino también la eliminación de errores humanos en la asignación de tareas.
- Generación automática de reportes ya que los datos recolectados en las diferentes etapas del proyecto se integraron automáticamente en informes técnicos, lo que aceleró significativamente el tiempo de redacción de los informes y minimizó los errores de transcripción.
- Alertas y notificaciones automáticas incorporadas para recordar a los responsables sobre los plazos de entrega, vencimientos y actividades pendientes. Estas alertas se enviaban automáticamente a través de la plataforma, lo que permitió aumentar la eficiencia del equipo y asegurar el cumplimiento de los plazos establecidos.

2.3.4. Integración y Escalabilidad del Sistema

Uno de las cosas más comunes del sistema sugerido fue su unión con las herramientas digitales que ya existen en la compañía, como las hojas de cálculo y los servicios de correo electrónico. La plataforma escogida para la automatización se mezcla muy bien con estas ayudas dejando que los datos fluyan sin interrupciones entre los diversos sistemas usados.

También, el sistema se hizo para ser adaptable lo que significa que puede cambiar fácilmente a las necesidades futuras de la empresa. Cuando la empresa crezca o haga más variados sus servicios la plataforma podrá implementar módulos adicionales o acciones sin necesidad de grandes cambios en la infraestructura tecnológica.

2.3.5. Beneficios de los Flujos de Trabajo Automatizados

Con la implementación de flujos de trabajo automatizados se han conseguido una serie de beneficios tanto operativos como estratégicos para la empresa intervenida, que se detallan a continuación:

- **Mayor eficiencia y reducción de tiempos:** La automatización de las tareas repetitivas y la centralización de la información permitió reducir significativamente los tiempos de gestión de proyectos ya que ahora los empleados pueden centrarse en tareas de mayor valor añadido, como el análisis técnico y la interacción con el cliente.
- **Reducción de errores:** Al eliminar los procesos manuales se redujeron altamente los errores en la asignación de tareas, la interpretación de datos y la generación de informes, y esto a su vez mejoró la calidad de los entregables en un tiempo reducido.
- **Mayor control y trazabilidad:** El sistema proporciona un control total sobre el estado de cada proyecto en tiempo real que permite que los gerentes y supervisores puedan monitorear el progreso, identificar cuellos de botella, y tomar decisiones basadas en datos actualizados.
- **Mejora en la satisfacción del cliente:** La entrega más rápida de informes precisos y la transparencia en el progreso de los proyectos ha elevado la satisfacción del cliente. Ahora los clientes tienen una visión clara de los tiempos de entrega y los resultados, lo que fortalece la relación con la empresa.

2.3.6. Diseño Conceptual del Flujo Automatizado

A partir del análisis de los procesos existentes (modelo AS-IS), se construyó un flujo automatizado (modelo TO-BE) en el cual se integraron digitalmente todas las etapas del proyecto. Este nuevo flujo incluyó las siguientes partes:

2.3.6.1 Formulario digital para recepción de solicitudes

El formulario digital para el ingreso de solicitudes facilita la captura estructurada de información desde el primer contacto con el cliente. Este formulario reemplaza los métodos manuales como el uso de correos electrónicos o documentos impresos y permite registrar de forma organizada detalles clave como el tipo de estudio solicitado, la ubicación del terreno y las necesidades específicas del cliente. También se puede configurar para enviar confirmaciones automáticas, lo que agiliza el proceso inicial y asegura que no se omitan datos importantes.

2.3.6.2 Generación automática de cotizaciones

La generación automática de cotizaciones permite calcular y presentar de manera instantánea el costo de los servicios solicitados, con base en criterios predefinidos como el tipo de estudio, la cantidad de muestras y los plazos de entrega. Al integrarse la necesidad de las bases de datos internas, el sistema puede acceder a información histórica y tarifas estándar, eliminando errores humanos y reduciendo el tiempo necesario para responder a los clientes. Esto no solo optimiza la comunicación con el cliente, sino que también mejora la precisión de la cotización.

2.3.6.3. Asignación de tareas con responsables y fechas límite

Cada tarea se asigna de automáticamente a la persona encargada, considerando su disponibilidad y habilidades. Las fechas límite son definidas dentro del sistema, lo que permite un seguimiento preciso del progreso y facilita la identificación de posibles retrasos, asegurando que cada miembro del equipo se enfoque en sus responsabilidades y minimiza la posibilidad de omitir actividades importantes.

2.3.6.4. Alertas automáticas de vencimientos y entregas

Las alertas automáticas de vencimientos y entregas son notificaciones automáticas que se envían a los responsables de las tareas clave conforme a las fechas límites se vayan acercando. Estas alertas pueden programarse para enviarlas con más anticipación, recordando a los involucrados sobre los plazos y evitando que se pasen por alto las altas entregas de productos importantes. Esta herramienta es necesaria para que los proyectos se mantengan dentro del cronograma inicial y para mejorar la eficiencia general del equipo.

2.3.6.5 Registro centralizado de análisis de laboratorio

El registro centralizado de análisis de laboratorio permite almacenar y consultar todos los resultados obtenidos durante las pruebas de laboratorio en un solo lugar. Los datos de cada muestra son cargados en tiempo real a la plataforma, facilitando el acceso por parte de los técnicos encargados de interpretar los resultados. Al ser centralizado se asegura que la información se encuentre actualizada y sea fácilmente accesible a la hora de redactar informes, lo que mejora la coherencia y precisión de los resultados entregados al cliente.

2.3.6.6 Generación automática del informe final

Una vez que los datos de campo y laboratorio hayan sido ingresados en el sistema, la plataforma genera el informe conforme a un formato predefinido, con todos los resultados recomendaciones pertinentes a partir de los análisis realizados. Este proceso minimiza los errores humanos en la transcripción de información, asegura que todos los elementos necesarios estén incluidos y reduce considerablemente el tiempo de elaboración de los informes, permitiendo entregas más rápidas y eficientes.

2.3.7 Criterios Técnicos y Selección de Recursos

El diseño se fundamentó en los siguientes principios técnicos:

- Simplicidad y usabilidad para usuarios sin experiencia en programación
- Integración con herramientas existentes (Excel, Gmail, Drive)
- Escalabilidad para futuras funcionalidades

Se optó por AppSheet como plataforma principal por su capacidad de integrarse con Google Workspace, uso sin licencias costosas y despliegue ágil.

2.4 Justificación de la Metodología de Diseño

El enfoque ágil permitió realizar iteraciones rápidas con validación continua de los usuarios, lo que garantizó la pertinencia de la herramienta y una curva de adopción favorable. Cada módulo fue diseñado en sesiones colaborativas con los jefes de área, asegurando que el flujo automatizado respondiera a las necesidades reales del personal técnico.

Fase	Actividades	Herramientas
Levantamiento	Entrevistas, observación, análisis documental	Bitácoras, hojas de campo
Modelado AS-IS	Diagramas de flujo actuales	Draw.io, Lucidchart
Diseño TO-BE	Flujo digital optimizado	Miro, AppSheet prototyping
Desarrollo	Construcción del sistema en AppSheet	AppSheet, Google Sheets

Tabla 3: Metodología de Diseño Aplicada

2.5 Introducción del trabajo de la empresa de suelos

El trabajo de una empresa dedicada a la realización de estudios de suelos implica un conjunto de tareas altamente especializadas que deben ejecutarse con precisión pues los resultados obtenidos impactan en la planificación y construcción de los proyectos civiles. Este tipo de empresas brinda servicios geotécnicos como el análisis de la resistencia del suelo, la evaluación de la capacidad portante, estudios de riesgos sísmicos, y la caracterización de los materiales del terreno. Estos estudios son cruciales para asegurar la seguridad y estabilidad de las obras que se planean en el terreno.

Tradicionalmente, muchas de estas empresas han gestionado sus procesos de forma manual, utilizando herramientas como hojas de cálculo y documentos en papel. Esto ha afectado gravemente la gestión de los proyectos por la fragmentación de las actividades y la falta de integración entre los departamentos técnicos y administrativos. Con ello, unas tareas se demoran y en otras se incurre en errores que pueden acarrear equivocaciones en la interpretación de los resultados presentados a los clientes, o peor aún, olvidar enviarlo.

El objetivo de este capítulo es rediseñar el flujo integral de proyectos en una empresa de estudios de suelos, proponiendo un modelo TO-BE que se base en la automatización y digitalización de los procesos. La implementación de este modelo busca mejorar la eficiencia operativa, disminuir errores y optimizar la experiencia de trabajo tanto para los empleados como para los clientes. El diseño de este nuevo flujo considera las mejores prácticas en la gestión de proyectos, adaptadas a las características de la empresa y a las herramientas tecnológicas disponibles.

2.6 Comparativo: BPMN vs. Plataformas Low-Code

Característica	BPMN (Business Process Model and Notation)	Plataformas Low-Code
Propósito principal	Modelar procesos de negocio con precisión y estandarización	Desarrollar aplicaciones funcionales con mínima codificación
Nivel técnico requerido	Alto: requiere conocimientos en modelado y lógica de procesos	Medio-bajo: interfaces visuales y componentes reutilizables
Flexibilidad de implementación	Alta, pero requiere más tiempo y recursos	Alta, con rápida implementación y ajustes iterativos
Velocidad de desarrollo	Lenta, debido a su enfoque formal y detallado	Rápida, ideal para entornos ágiles y cambios frecuentes
Escalabilidad y control	Alta escalabilidad y control granular	Escalable, pero con limitaciones según la plataforma
Casos de uso ideales	Procesos complejos, regulados o críticos	Automatización de tareas repetitivas y flujos operativos

Tabla 4: Tabla comparativa entre enfoques de rediseño de procesos.

2.7 Umbrales de éxito

- **Reducción de retrasos:** $\geq 20\%$ respecto al promedio histórico
- **Disminución del retrabajo:** $\leq 10\%$ de los casos procesados
- **Cumplimiento de plazos:** $\geq 90\%$ de entregas dentro del tiempo pactado
- **Satisfacción (NPS):** $\geq +30$ puntos en la escala estándar

2.8 Indicadores clave de desempeño (KPIs)

KPI	Descripción breve
TTI (Tiempo Total de Implementación)	Tiempo promedio desde solicitud hasta entrega final
% Retrabajo	Porcentaje de informes que requieren corrección o ajuste
Cumplimiento de plazos	Proporción de entregas realizadas dentro del tiempo acordado
NPS (Net Promoter Score)	Índice de recomendación del cliente basado en su experiencia

Tabla 5: Indicadores de KPI

2.9 Consideraciones Éticas y Legales

El desarrollo de esta investigación contempla principios éticos y medidas legales orientadas a proteger la integridad de los participantes y la confidencialidad de la información procesada. A continuación, se detallan los mecanismos aplicados:

2.9.1 Consentimiento para participación

Antes de aplicar encuestas internas, se solicitará el consentimiento voluntario de cada colaborador. El documento explicará el propósito del estudio, el uso previsto de los datos, y garantizará el derecho a desistir en cualquier momento sin consecuencias laborales ni personales.

2.9.2 Protección de datos personales

Se aplicará un enfoque de minimización, recolectando únicamente los datos necesarios para el análisis. Los registros serán anonimizados mediante codificación interna, evitando cualquier vínculo directo con la identidad de los participantes. Los resultados se presentarán en forma agregada para preservar la privacidad.

2.9.3 Gestión de accesos y roles en plataformas digitales

La solución propuesta se implementará sobre AppSheet y Google Drive, configurando controles de acceso según niveles de responsabilidad:

- Administradores: acceso completo a formularios, flujos y reportes.
- Supervisores: acceso a paneles de control y datos anonimizados.
- Usuarios operativos: acceso restringido a formularios y tareas asignadas.

Estas plataformas cuentan con autenticación segura y cifrado nativo, lo que refuerza la protección de la información.

2.9.4 Respaldo y conservación documental

Se establecerá una política de respaldo automático semanal en la nube, asegurando la disponibilidad de los datos ante cualquier eventualidad. Los documentos clave se conservarán durante al menos 12 meses, y su eliminación se realizará conforme a criterios de cierre de proyecto y normativas internas de la organización.

CAPÍTULO 3

Diseño de flujo integral de proyectos

3.1 Modelo As-Is en la Empresa de Estudios de Suelos

El modelo As-Is corresponde a un flujo de trabajo operativo en una empresa dedicada a estudios de suelos. Este diagrama señala la manera en que actualmente se gestionan los requerimientos técnicos y administrativos desde la recepción por parte del cliente hasta la entrega final de los ensayos firmados. Este proceso abarca distintas áreas funcionales, entre ellas el cliente, el área de recursos humanos, el laboratorio, los técnicos encargados de la interpretación y el gerente general. A pesar de cubrir todas las fases necesarias para cumplir con los servicios solicitados, se evidenció una falta de integración, coordinación y automatización que ha afectado negativamente la eficiencia operativa.

3.1.1 Descripción secuencial del proceso

El flujo se inicia con el envío por parte del cliente de un requerimiento. Estas solicitudes recibidas por el área de RRHH, que realiza el análisis preliminar del requerimiento para luego elaborar la cotización correspondiente. En esta etapa ya se presentan signos de fragmentación organizacional, dado que dicho análisis no está sistematizado ni cuenta con soluciones tecnológicas que facilitan la categorización o estandarización de las solicitudes.

Al estar elaborada la cotización, esta se envía al cliente para su aceptación. En caso de aceptación, se comunica al laboratorio para dar inicio al proceso técnico; de no ser así se llama un archivo al requerimiento y el proceso se cancela. Este mecanismo, aunque funcional, carece de protocolos claramente definidos que aseguren trazabilidad y seguimiento a las oportunidades de negocio rechazadas, lo que representa una potencial pérdida de aprendizaje organizacional.

Al recibir dicha aceptación, el laboratorio continuará á con la recolección de las muestras o las tomas de ensayos que se requieren realizar. Las muestras recogidas son tratadas, etiquetadas y procesadas en el laboratorio; Sin embargo, el diagrama pone de relieve que esta etapa opera aislada, sin conexión con sistemas de control que permiten el monitoreo de tiempos de procesamiento o las condiciones de almacenamiento y la verificación de los datos técnicos.

Una vez completados los ensayos, los documentos se trasladan al equipo de interpretación, quienes llevan a cabo la redacción de los informes, la interpretación técnica de los resultados obtenidos y la revisión del cumplimiento normativo. En esta etapa había cuellos de botella significativos, especialmente en la validación de fallas y correcciones, que parecen depender excesivamente de la comunicación informal entre técnicos. Estas fallas en los mecanismos de retroalimentación interna representan un riesgo para la calidad del producto final.

Los ensayos o informes son finalmente remitidos al gerente general para su firma, y una vez firmados se entregan al cliente. El proceso final de revisión y autorización no contempla sistemas de control de versiones, ni mecanismos de validación cruzada, lo que puede derivar en errores humanos no detectados antes de la entrega.

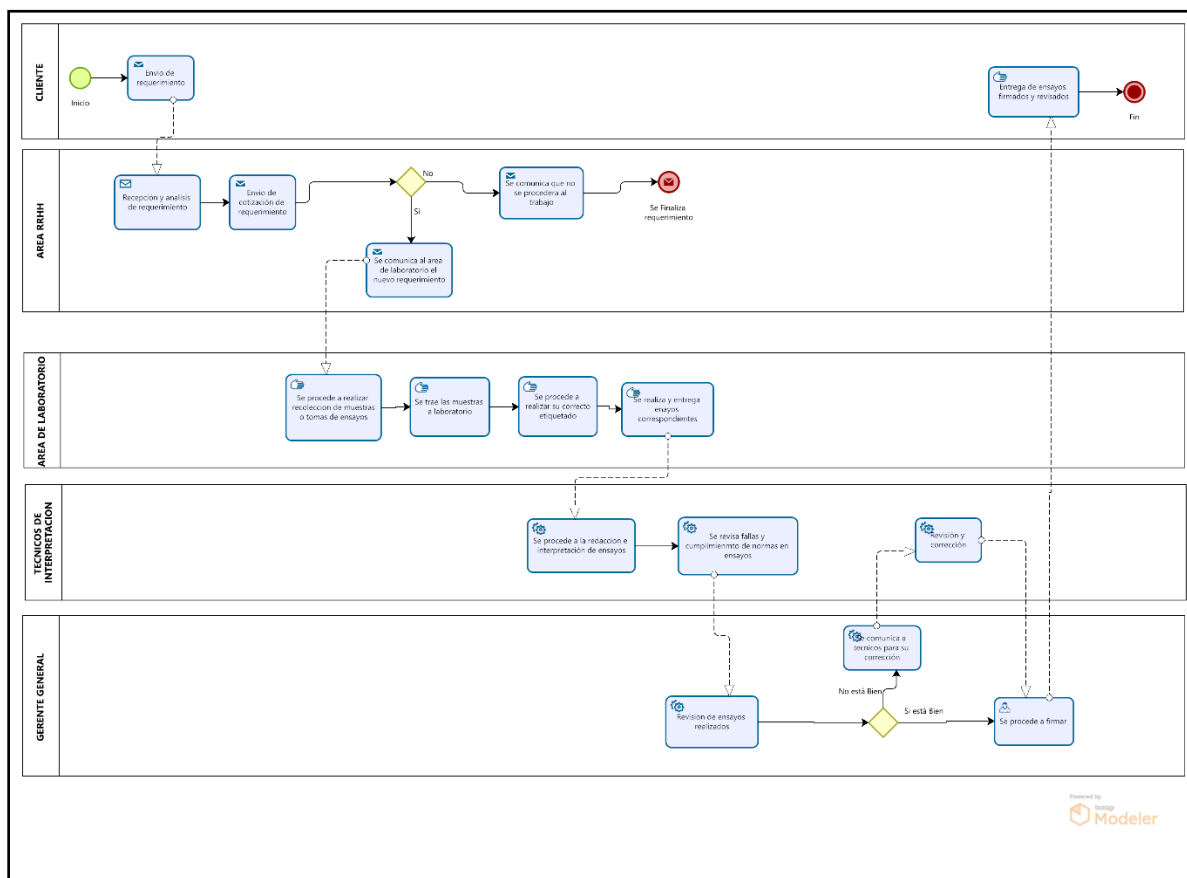


Figura 2: Modelo As-Is del Proceso Actual en la Empresa de Estudios de Suelos

3.1.2 Identificación de problemas y oportunidades de mejora

A lo largo del proceso se identifican múltiples problemas que afectan la eficiencia y la calidad operativa, los cuales se enlistan a continuación:

- Fragmentación de información puesto que cada área funciona como un silo, sin comunicación efectiva ni acceso compartido a datos clave. La falta de una base de datos unificada limitaba la trazabilidad.

- Procesos manuales repetitivos desde la recepción del requerimiento hasta la entrega del informe. Se observaba una alta dependencia de tareas manuales que podrían ser automatizadas para reducir errores y aumentar la productividad.
- Falta de retroalimentación estructurada sobre los ensayos ya que estas correcciones se realizaban de manera informal, sin registros sistemáticos que permitan identificar patrones de fallas o mejorar los protocolos técnicos.
- Ausencia de indicadores de desempeño (KPIs) que permitan evaluar los tiempos de ejecución, tasa de aceptación de cotizaciones o nivel de satisfacción del cliente.
- Bajo aprovechamiento de recursos tecnológicos ya que el modelo no contempla el uso de plataformas digitales para la gestión de proyectos, programación de tareas, control de calidad, ni seguimiento de entregables.
- Retrasos y duplicidad de funciones al no existir una planificación integrada, lo que genera una dependencia entre áreas, y una pérdida de control sobre los cronogramas de entrega.

3.1.3 Relevancia para la automatización propuesta

El análisis del modelo As-Is permite sustentar la necesidad de automatizar el flujo integral de proyectos. La falta de integración entre áreas, el uso escaso de tecnología, y la ausencia de protocolos estandarizados son factores que impactan negativamente en la eficiencia organizacional y en la experiencia del cliente. La propuesta de automatización debe considerar el diseño de un sistema de gestión de proyectos que articule todas las áreas involucradas, permitiendo visibilidad total del flujo, comunicación estructurada y control riguroso de cada etapa.

La implementación de herramientas digitales que integren los procesos de cotización, programación de laboratorios, generación de informes, y validación de resultados, no solo permitirá minimizar los errores humanos, sino también optimizar recursos, fortalecer la trazabilidad y elevar la calidad del servicio ofrecido. Asimismo, los datos generados por el sistema permitirán tomar decisiones estratégicas basadas en evidencia, lo que representa una ventaja competitiva en un mercado técnico especializado como el de estudios de suelos.

3.2 Encuestas y entrevistas a personal de la empresa de Estudio de suelos

Las entrevistas con las partes clave fueron fundamentales para el levantamiento de información sobre las necesidades de los usuarios y las deficiencias del sistema actual que poseen. Se realizaron entrevistas a los 12 miembros involucrados en el proceso de gestión de proyectos, provenientes de todas las áreas clave de la empresa, lo que incluyó al personal administrativo, técnicos del laboratorio y de gestión. Las entrevistas permitieron recopilar información valiosa sobre las dificultades y los desafíos que enfrentan en su día a día, para la identificación de las áreas que requieren mejoras.

3.2.1 Análisis de resultados de las entrevistas

Los principales resultados obtenidos de estas entrevistas fueron los siguientes:

Falta de comunicación y visibilidad, ya que el personal del laboratorio expresó que en muchas ocasiones no tiene visibilidad del cronograma de proyectos, así como de la priorización de tareas, provocando confusión y retrasos en la ejecución de actividades.

Errores en la asignación de tareas ya que la parte administrativa señaló que en ocasiones la asignación de tareas se ha hecho de forma desorganizada provocando duplicidad de esfuerzos o tareas no asignadas.

La gerencia mencionó que uno de los problemas recurrentes era la tardanza y constantes retrasos en la entrega de informes, ya que las tareas de interpretación y revisión de ensayos se realizan manualmente y no siempre se cumplen con los plazos establecidos.

Estos resultados muestran que existen varios puntos críticos en el proceso actual que podrían mejorarse a través de la implementación de un sistema más eficiente, centralizado y automatizado. El modelo TO-BE que se desea proponer se basa en estas observaciones buscando resolver las principales problemáticas en lo que respecta en la comunicación, la asignación de tareas y la eficiencia en la entrega de informes.

3.2.2 Análisis de Resultados de Encuestas Internas

Con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en la gestión de proyectos dentro de la empresa de estudios de suelos se realizó una encuesta dirigida a 12 colaboradores directamente involucrados en el flujo operativo actual. Los reactivos estaban diseñados para indagar aspectos clave del desempeño organizacional, la eficiencia de los procesos y la percepción sobre la coordinación interna. Los resultados obtenidos permitieron establecer una línea base para evaluar el impacto que podría tener la automatización del flujo de trabajo en la calidad, los tiempos de entrega y la satisfacción interna. A continuación, se presenta el análisis por pregunta, tomando como referencia las respuestas visualizadas y deducidas a partir del modelo As-Is y la realidad de la empresa.

Pregunta 1: ¿Cuánto tiempo suele tomar la gestión de un proyecto desde la solicitud del cliente hasta la entrega del informe?

Distribución de respuestas:

- Menos de 1 semana: 41.7% (5 respuestas)
- 1–2 semanas: 50% (6 respuestas)

- Más de 2 semanas: 8.3% (1 respuesta)

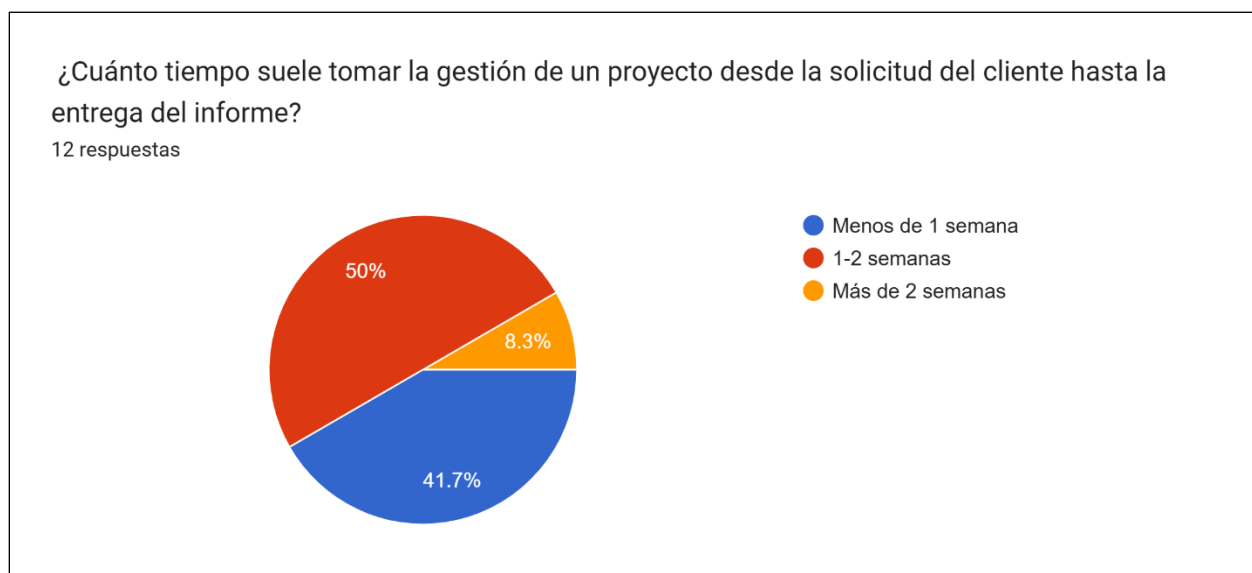


Figura 3: Gráfico de encuesta realizada, Pregunta N° 1

La mayoría de los colaboradores (91.7%) indicaron que la gestión de proyectos toma entre una semana y dos semanas, con un pequeño porcentaje (8%) que mencionaron tiempos superiores a dos semanas. Esta dispersión evidenció que los tiempos de entrega pueden variar dependiendo de múltiples factores operativos, como la disponibilidad del personal, la calidad de las muestras que se obtuvieron, o el estado del laboratorio. Esto respalda lo observado en el modelo *as-is*: la dependencia de procesos manuales y la ausencia de planificación integrada genera variabilidad y dificulta prever fechas de entrega confiables,

Pregunta 2: ¿Con qué frecuencia se presentan errores en los informes que requieren retrabajo?

Distribución de respuestas:

- Frecuentemente: 66.7% (8 respuestas)
- Rara vez: 33.3% (4 respuestas)
- Siempre: 0%
- Nunca: 0%

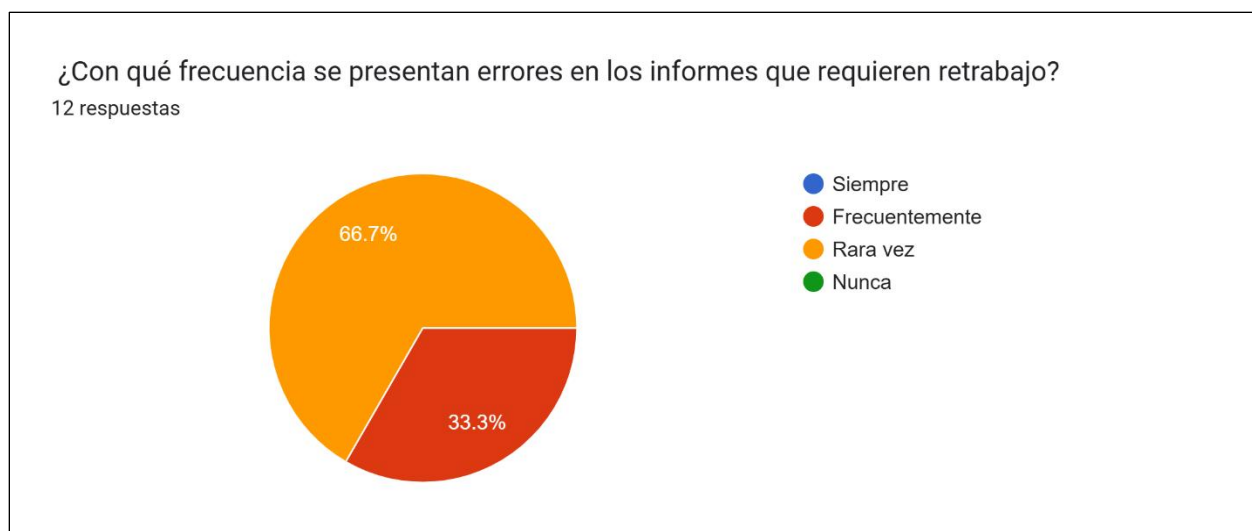


Figura 4: Gráfico de encuesta realizada, Pregunta N° 2

La mayoría de los colaboradores afirmó que los errores en los informes se dan frecuentemente, lo que revela una gran problemática en la fase de revisión y validación técnica. Aunque un tercio indicó que esto sucede rara vez, el hecho de que nadie haya marcado las opciones “nunca” o “siempre” denota que la calidad de los entregables es variable y no está bajo control formal. Automatizar los flujos de interpretación y revisión permitiría a la compañía implementar validaciones automatizadas, control de versiones, y alertar de inconsistencias que van a reducir la recurrencia de estos errores y fortalecer la confiabilidad técnica de los informes.

Pregunta 3: ¿Cómo se asignan actualmente las tareas dentro del equipo?

Distribución de respuestas:

- De manera manual (correo electrónico, llamadas, reuniones): 66.7% (8 personas)
- Usamos algún sistema de seguimiento (hojas de cálculo, documentos compartidos): 33.3% (4 personas)
- De manera automatizada (uso de software de gestión): 0%

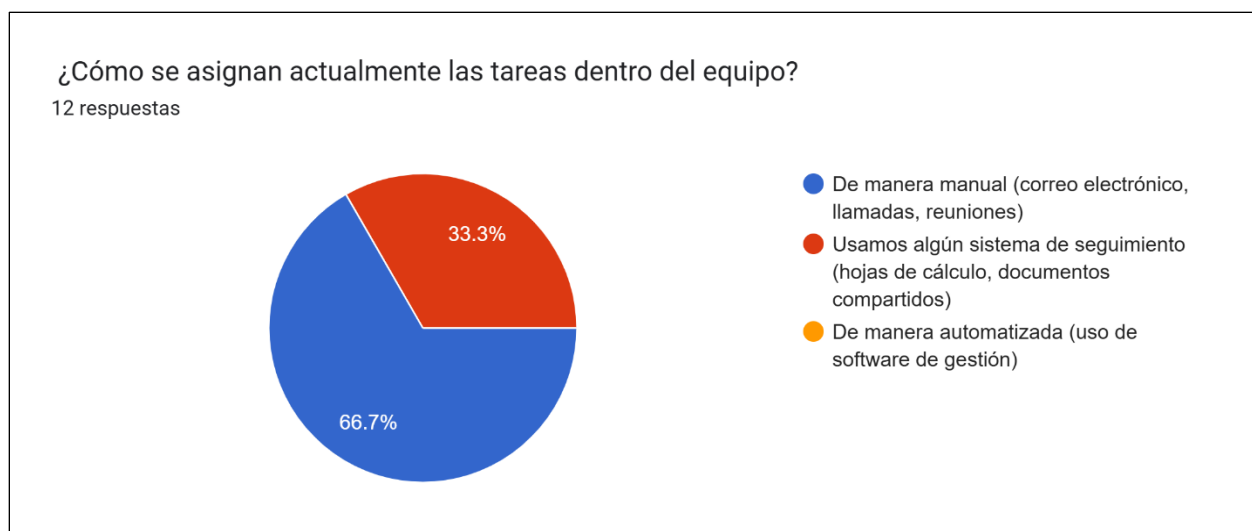


Figura 5: Gráfico de encuesta realizada, Pregunta N° 3

Según los resultados, la asignación de tareas dentro del equipo se realiza mayoritariamente a través de métodos manuales como correos, llamadas y reuniones informales. Esta práctica puede ser funcional a pequeña escala, pero implica una alta dependencia de la memoria operativa y el seguimiento individualizado, lo cual aumenta el riesgo de pérdida de información, duplicidad de funciones y demoras en la ejecución.

El 33.3% que utiliza hojas de cálculo y documentos compartidos muestra cierto esfuerzo por estructurar el proceso, pero todavía está lejos de una automatización real. La ausencia total de herramientas de gestión automatizada evidencia que no se está aprovechando la tecnología para distribuir tareas, asignar responsables, ni medir el avance de proyectos de forma eficiente.

Pregunta 4: ¿Considera que el proceso de comunicación entre áreas (por ejemplo, entre el área de laboratorio y el área administrativa) es eficiente?

Distribución de respuestas:

- Sí, muy eficiente: 33.3% (4 personas)
- Moderadamente eficiente: 16.7% (2 personas)
- No, es ineficiente: 50% (6 personas)

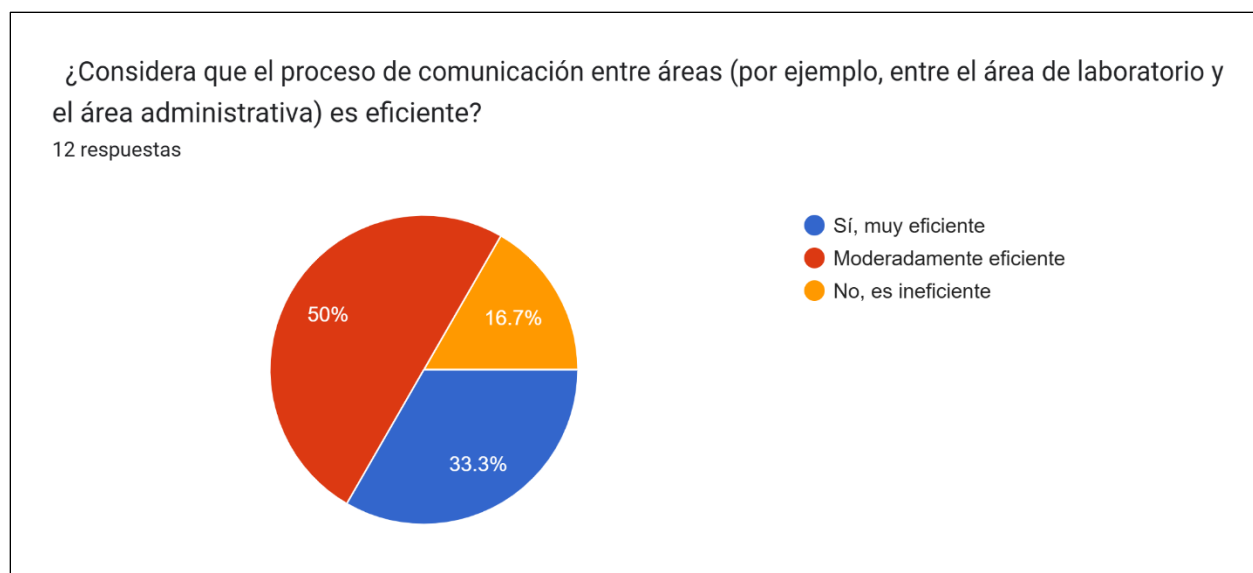


Figura 6: Gráfico de encuesta realizada, Pregunta N° 4

La mitad de los colaboradores perciben la comunicación interáreas como ineficiente, lo que representa una preocupación central para la integración operativa de la empresa. Si bien un tercio la considera muy eficiente, la diferencia de percepción sugiere que la experiencia comunicacional varía entre áreas, roles o situaciones específicas.

Este resultado refuerza los hallazgos del modelo as-is, donde la fragmentación del flujo de información, la dependencia de medios informales (como llamadas o correos) y la falta de plataformas colaborativas provocan una descoordinación que afecta los tiempos, la calidad y el cumplimiento de los proyectos.

Pregunta 5: ¿En qué medida el proceso de entrega de informes cumple con los plazos establecidos con el cliente?

Distribución de respuestas:

- Siempre a tiempo: 33.3% (4 personas)
- La mayoría de las veces: 25% (3 personas)
- A veces se retrasa: 41.7% (5 personas)
- Frecuentemente se retrasa: 0%



Figura 7: Gráfico de encuesta realizada, Pregunta N° 5

Aunque un 58.3% indica que la entrega de informes suele realizarse puntualmente, ya sea siempre o la mayoría de las veces, existe un 41.7% que menciona retrasos ocasionales. Este dato sugiere que, si bien la empresa tiene capacidad para cumplir con los tiempos pactados, la falta de consistencia y estandarización en el flujo genera variabilidad en el desempeño.

El hecho de que ningún colaborador seleccione la opción “frecuentemente se retrasa” es positivo, pero no implica que el problema esté resuelto: los retrasos “ocasionales” aún pueden afectar la percepción del cliente, especialmente si se vuelven recurrentes en ciertos tipos de proyectos.

Este hallazgo coincide con el análisis del modelo As-Is, donde se identificaron factores que contribuyen a la variabilidad en los tiempos de entrega, como la fragmentación del proceso, la ausencia de cronogramas automatizados y los errores que requieren retrabajo.

Pregunta 6: ¿Qué tan útil considera que sería contar con un sistema automatizado para la gestión de proyectos?

Distribución de respuestas:

- Muy útil: 58.3% (7 personas)
- Algo útil: 33.3% (4 personas)
- No muy útil: 8.3% (1 persona)
- Nada útil: 0%

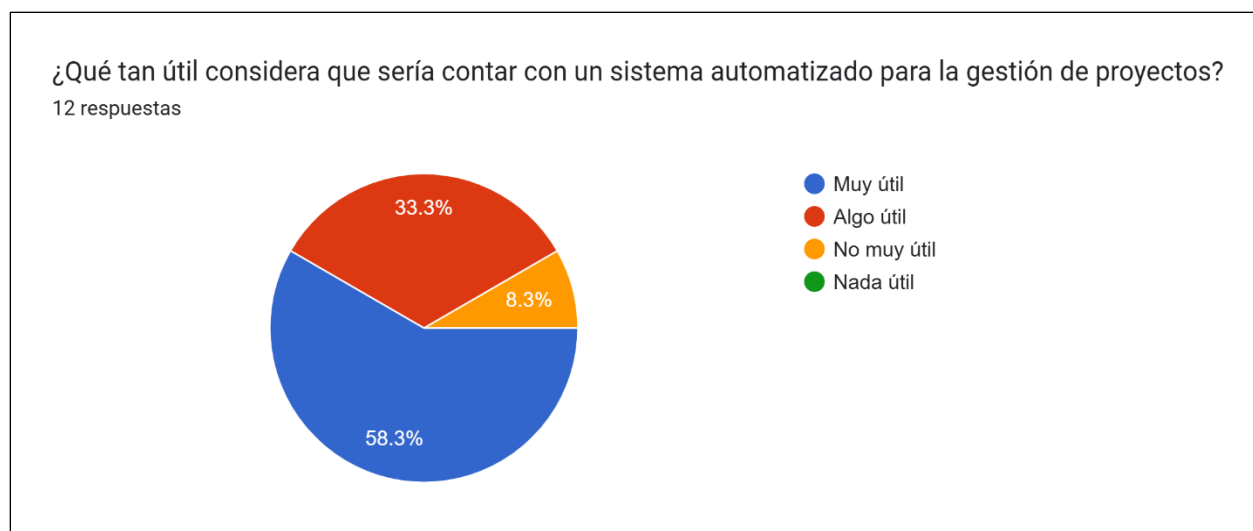


Figura 8: Gráfico de encuesta realizada, Pregunta N° 6

Una clara mayoría de los colaboradores (91.6%) percibe que implementar un sistema automatizado para la gestión de proyectos sería útil o muy útil. Este resultado evidencia una alta receptividad hacia la transformación digital del flujo de trabajo actual, y valida la propuesta de automatización como una iniciativa con aceptación interna.

El hecho de que ningún colaborador considere la automatización como “nada útil” refuerza la existencia de conciencia organizacional sobre las deficiencias del modelo actual As-Is. Aunque hay una respuesta que indica “no muy útil”, podría estar influenciada por desconocimiento de los beneficios de estos sistemas o por resistencia al cambio, elementos que deberían abordarse en el proceso de implementación.

Pregunta 7: ¿Qué tipo de tareas considera que deberían automatizarse para mejorar la eficiencia?

Distribución de respuestas:

- Asignación de tareas a los empleados: 50% (6 personas)
- Generación de cotizaciones: 25% (3 personas)
- Envío de notificaciones de plazos y vencimientos: 25% (3 personas)
- Generación de informes técnicos: 0% (0 personas)

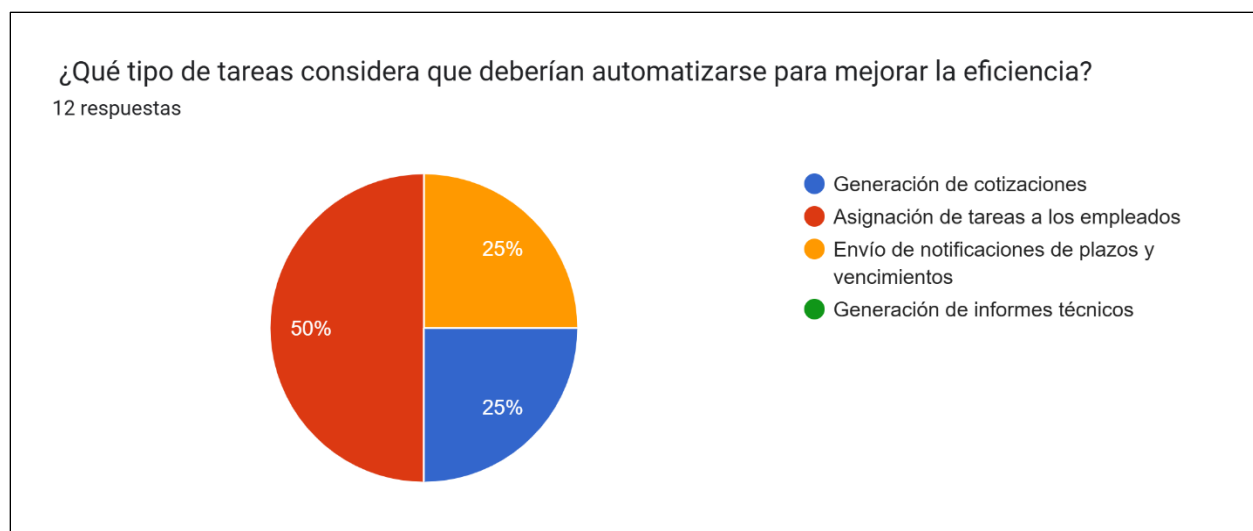


Figura 9: Gráfico de encuesta realizada, Pregunta N° 7

La mitad de los colaboradores identifica la asignación de tareas como el principal candidato para ser automatizado, lo que indica un reconocimiento claro de que el reparto manual de responsabilidades, como se evidenció en preguntas anteriores genera desorden, retrasos y falta de seguimiento. Automatizar esta función permitiría establecer prioridades claras, asignar responsables con precisión y evitar duplicidad o tareas olvidadas.

El segundo bloque de respuestas apunta a dos tareas también críticas: la generación de cotizaciones y el envío de notificaciones. En ambos casos, la automatización podría agilizar el contacto con los clientes y mejorar el cumplimiento de plazos, respectivamente. El interés por estas funciones refleja que los colaboradores valoran la eficiencia no solo en la ejecución técnica, sino también en la gestión administrativa y la comunicación.

Pregunta 8: ¿Le gustaría recibir capacitación para usar una herramienta automatizada de gestión de proyectos?

Distribución de respuestas:

- Sí: 75% (9 personas)
- Tal vez, si es fácil de usar: 16.7% (2 personas)
- No: 8.3% (1 persona)

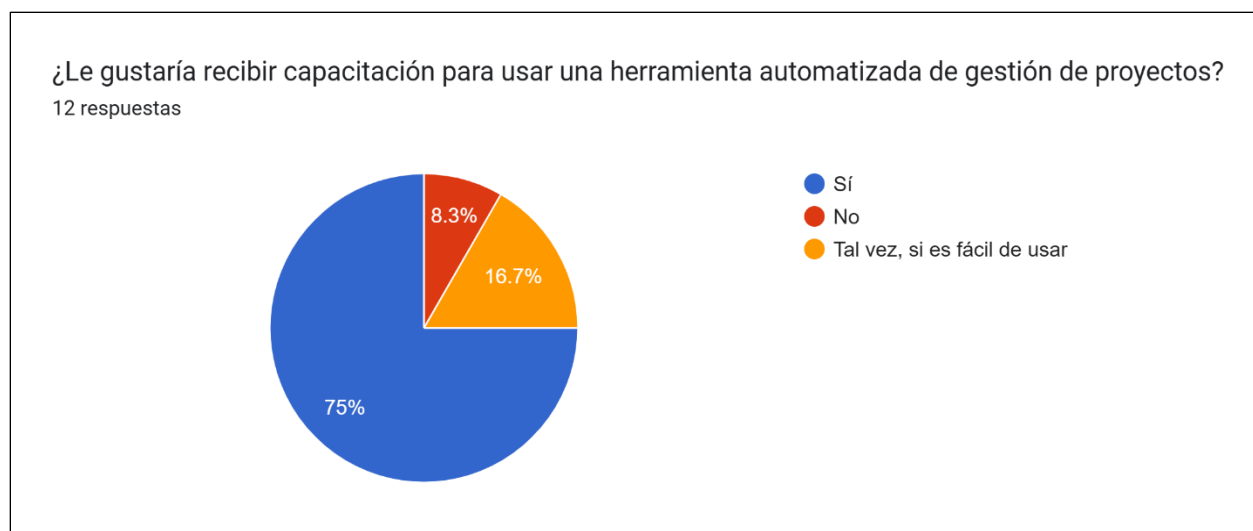


Figura 10: Gráfico de encuesta realizada, Pregunta N° 8

Este resultado muestra una disposición claramente favorable hacia la capacitación en el uso de herramientas automatizadas. El 75% de los encuestados expresó interés directo en recibir formación, lo cual representa una base sólida para implementar una estrategia de adopción tecnológica con bajo nivel de resistencia.

El 16.7% que responde “tal vez” sugiere que la simplicidad y la usabilidad serán factores clave para la aceptación: si la herramienta se percibe como intuitiva, es muy probable que este grupo también se sume al proceso de capacitación. La respuesta negativa (8.3%) puede reflejar desinterés, temor al cambio o falta de familiaridad con herramientas digitales, por lo que sería prudente ofrecer acompañamiento personalizado o explicar los beneficios de forma práctica y accesible.

3.3 Impacto en el diseño TO-BE:

En base a todos los resultados obtenidos por medio de las entrevistas y encuestas aplicadas a los colaboradores de la empresa de análisis de suelos se ha podido visibilizar de manera clara y objetiva la existencia de múltiples deficiencias dentro del modelo operativo que utilizan en la actualidad. La información recolectada sirvió para la elaboración del modelo *TO-BE* como base para identificar los elementos prioritarios que deben ser automatizados.

En primer lugar, se evidenció una alta dependencia de métodos manuales para la asignación de tareas, realizados principalmente por correos, llamadas o reuniones informales. Esta forma de distribución puede ser funcional en momentos de baja carga operativa, pero representa un riesgo considerable cuando hay proyectos simultáneos o requerimientos urgentes. Los colaboradores

coincidieron en que esta dinámica genera desorden, duplicidad de esfuerzos y falta de trazabilidad, lo que impacta negativamente en el cumplimiento de plazos y la eficiencia del equipo.

Segundo, se observó la ausencia de herramientas centralizadas, lo que impide tener una vista global del estado de cada proyecto, dificultando tanto la planificación como la toma de decisiones estratégicas. Esto fue señalado en las encuestas mediante percepciones de ineficiencia en la comunicación entre áreas, especialmente entre el laboratorio y la administración.

Tercero, uno de los hallazgos más importantes fue la variabilidad en el cumplimiento de los plazos de entrega de informes. Aunque algunos colaboradores indicaron entregas oportunas, una parte significativa de participantes reportó retrasos ocasionales, lo que sugiere falta de estandarización y control. Este problema no sólo afecta la satisfacción del cliente, sino que también compromete la imagen y confiabilidad de la empresa dentro del mercado técnico.

Ante esta situación problemática descrita, se propone la implementación de un sistema automatizado basado en una plataforma centralizada, como AppSheet. Esta solución tecnológica destaca por su flexibilidad, accesibilidad desde dispositivos móviles y capacidad para integrarse con procesos personalizados.

3.4 Propuesta de Modelo TO-BE

El modelo TO-BE tiene como propósito rediseñar el proceso de gestión de proyectos de una empresa, automatizando las tareas repetitivas, centralizando la información y mejorando la comunicación entre las distintas áreas. Con este modelo se busca mejorar la eficiencia operativa, reducir errores humanos, y garantizar la entrega puntual de informes técnicos a los clientes. Este modelo será implementado mediante la plataforma AppSheet, la cual permite crear aplicaciones personalizadas sin necesidad de tener conocimiento técnico complejo.

3.4.1 Objetivos del modelo TO-BE

- Integrar todas las áreas mediante un único sistema digital de gestión de proyectos.
- Automatizar la asignación de tareas en función del tipo de proyecto y disponibilidad del personal.
- Generar cotizaciones desde formularios estandarizados con aprobación automática.
- Capturar requerimientos del cliente desde dispositivos móviles o web, reduciendo el margen de error.
- Supervisar el estado de cada proyecto en tiempo real desde tableros visuales.
- Activar alertas automáticas por vencimientos, entregas próximas o desviaciones técnicas.
- Consolidar documentación técnica e informes bajo control de versiones.
- Mejorar la comunicación entre áreas mediante formularios y registros sincronizados.

3.4.2 Tabla para modelado TO-BE en Bizagi Modeler

La tabla está estructurada por tareas o actividades clave, el rol o área responsable, el tipo de tarea (manual o automatizada), y una descripción clara de cómo se ejecutará cada paso en el sistema propuesto con AppSheet:

Nombre del proceso	Responsable	Tipo de tarea	Descripción de ejecución
Recepción de solicitud del cliente	Administrativo	Manual / Digital	El cliente completa un formulario en AppSheet con los detalles del estudio solicitado. Se genera automáticamente un número de proyecto.
Validación inicial de datos	Administrativo	Automatizada	El sistema verifica que todos los campos estén completos. Si faltan datos, se activa una notificación automática.
Generación de cotización	RRHH / Comercial	Automatizada	AppSheet genera una cotización con base en tarifas predefinidas según tipo de estudio y ubicación. Se envía al cliente.
Aprobación del cliente	Cliente	Manual	El cliente acepta o rechaza la cotización desde el mismo formulario. La respuesta se registra automáticamente.
Notificación de aprobación	Coordinador técnico	Automatizada	Si el cliente acepta, el sistema notifica automáticamente al coordinador para iniciar la asignación de tareas.
Asignación de tareas a laboratorio y técnicos	Coordinador técnico	Automatizada	AppSheet distribuye las tareas entre los técnicos disponibles según carga laboral, especialidad y ubicación.
Toma de muestras y ensayos	Laboratorio	Manual con soporte digital	El laboratorio registra en AppSheet la recolección de muestras, datos de ensayo, fotos y observaciones.
Subida de resultados al sistema	Laboratorio	Digital	Los resultados técnicos se cargan al sistema mediante formularios estructurados. Se guarda cada versión.
Interpretación de resultados	Técnicos	Manual / Digital	Los técnicos analizan los datos en AppSheet y redactan el informe. Se validan errores mediante formularios de revisión.
Revisión y firma del informe	Gerente general	Manual / Digital	El gerente revisa el informe en PDF generado por AppSheet y realiza la firma digital. Se guarda el documento final.

Nombre del proceso	Responsable	Tipo de tarea	Descripción de ejecución
Entrega de informe al cliente	Administrativo	Automatizada	AppSheet envía el informe final firmado al cliente por correo electrónico y registra la entrega.
Archivo y trazabilidad	Administrativo	Automatizada	Se guarda todo el historial del proyecto en AppSheet, incluyendo tiempos, versiones, responsables y decisiones tomadas.

Tabla 6:Procesos propuestos con AppSheet

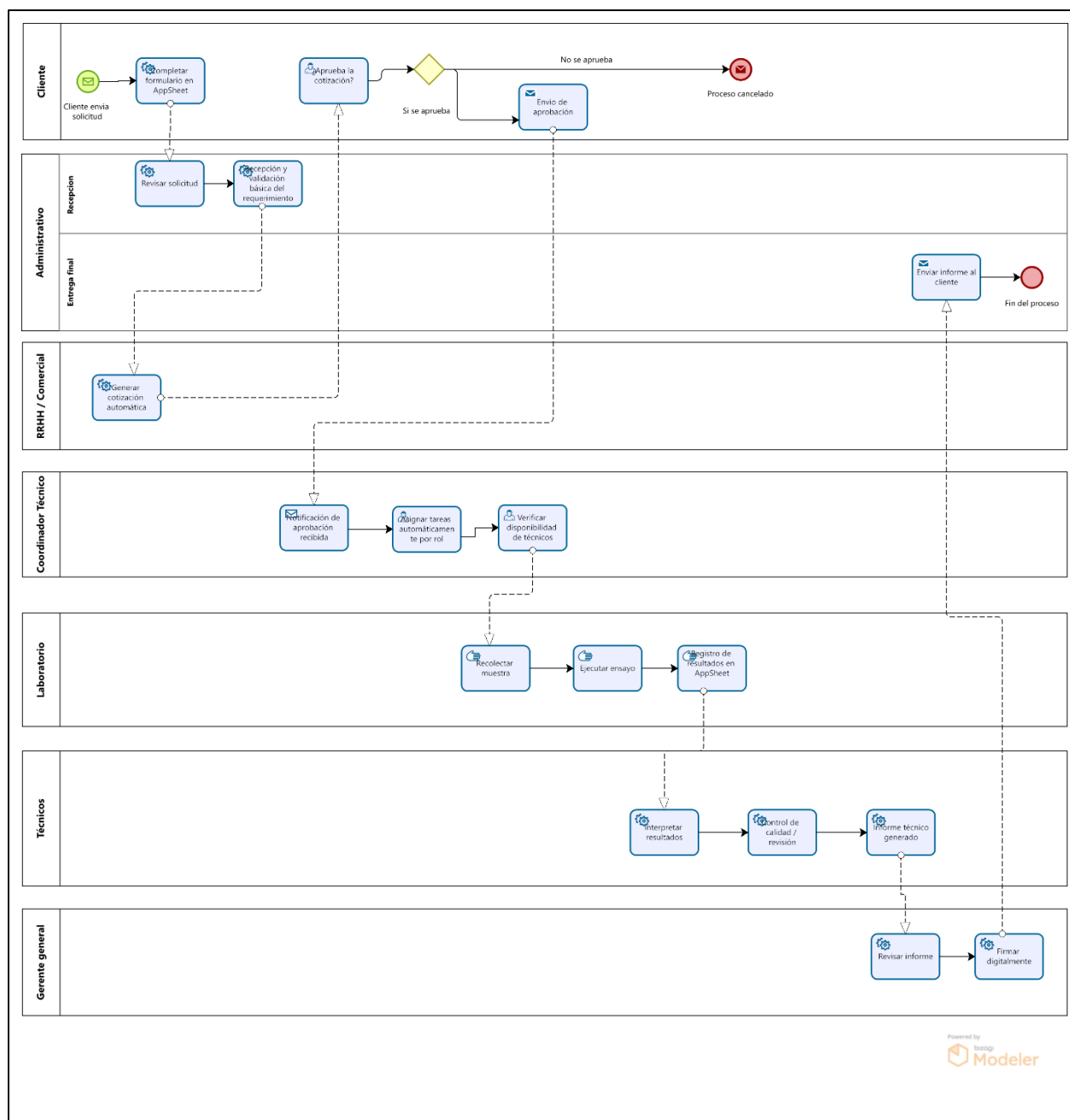


Figura 11: Propuesta de Modelo TO-BE

3.5 Automatizar la propuesta del nuevo flujo

Como resultado del análisis técnico del modelo AS-IS y la identificación de oportunidades de mejora a través de encuestas internas, se diseñó el modelo TO-BE como una solución integral que incorpora automatización en cada etapa crítica del proceso de gestión de proyectos. Este apartado aborda cómo dicho flujo será implementado mediante la plataforma AppSheet, una

herramienta low-code que permite construir aplicaciones personalizadas con base en hojas de cálculo, formularios e integraciones digitales.

La automatización del proceso busca centralizar la información, reducir tareas manuales, mejorar la comunicación entre áreas y asegurar la trazabilidad completa de los proyectos desde su solicitud hasta la entrega del informe técnico. Para ello, se utilizarán formularios inteligentes, paneles de control, alertas automáticas y registros estructurados que facilitarán la ejecución técnica y administrativa de la empresa.

3.5.1 Estructura funcional del modelo TO-BE en AppSheet

El sistema estaría organizado en módulos funcionales que reflejan el flujo completo del proyecto:

Módulo	Funcionalidades principales	Área responsable
Recepción de requerimientos	Formulario digital con datos del cliente, tipo de estudio y ubicación	Administración
Cotización automática	Plantilla con tarifas configurables, envío automático al cliente	RRHH / Comercial
Asignación de tareas	Distribución automática basada en roles, disponibilidad y ubicación	Coordinador técnico
Ejecución de laboratorio	Registro de muestras, toma de datos, fotos y observaciones	Laboratorio
Interpretación técnica	Validación de resultados, carga de informes, control de calidad	Técnicos
Revisión y firma	Aprobación final y firma digital por gerencia	Gerente general
Entrega al cliente	Generación de PDF, envío por correo y registro de entrega	Administración

Tabla 7: Flujo completo del proyecto

3.5.2 Flujos clave que se automatizan

- Inicio del proyecto:** AppSheet genera un código único para cada solicitud, y los datos ingresados se distribuyen automáticamente entre las áreas.
- Cotización inteligente:** Al seleccionar el tipo de estudio, el sistema carga los valores y tiempos estimados preconfigurados.
- Tareas asignadas automáticamente:** Según criterios como experiencia, carga laboral o especialización, cada tarea se distribuye a los colaboradores disponibles.
- Seguimiento visual:** Los supervisores acceden a dashboards que muestran el avance de los proyectos, los pendientes y cualquier alerta por demoras.
- Notificaciones automáticas:** Plazos próximos, entregas vencidas o revisiones pendientes generan notificaciones a través del correo o la app.

6. **Generación de informes:** Los técnicos suben los datos en formularios que van a estructurar el informe técnico y luego es exportado en formato PDF.
7. **Control de versiones:** Cada modificación se registra automáticamente y se guarda el historial, permitiendo auditorías sencillas y una total trazabilidad.

3.5.3 Implementación de la Aplicación Prototipo en AppSheet

Como parte del proceso de transformación digital implementado en esta investigación se ha desarrollado e implementado una aplicación prototipo GeoCon utilizando la plataforma AppSheet. Esta herramienta de desarrollo low-code permitió la construcción de una solución funcional, accesible y personalizada a partir de las tablas diseñadas previamente en Excel sin la necesidad de conocimientos avanzados en programación.

La app GeoCon automatiza el flujo de trabajo definido en el modelo TO-BE, integra todas las tareas administrativas, técnicas y de control en una sola interfaz digital. El diseño de la aplicación responde a las debilidades identificadas en el modelo as-is (falta de trazabilidad, dispersión de la información y dependencia de procesos manuales).

Con el uso de formularios inteligentes, vistas por rol, automatizaciones y paneles de seguimiento, la aplicación permite gestionar solicitudes, generar cotizaciones, asignar tareas, registrar ensayos, elaborar informes técnicos y realizar entregas digitales con control de calidad, todo esto con una solución de bajo costo y adaptable a las necesidades reales de la empresa.



Figura 12: Introducción de la aplicación GeoCon S.A. vista desde la app

La aplicación GeoCon, desarrollada en la plataforma AppSheet, está equipada para funcionar eficientemente en diferentes dispositivos: iPhone, teléfonos Android y computadoras. Esta compatibilidad multiplataforma permite que los colaboradores de la empresa accedan al sistema desde el entorno operativo de su preferencia, facilitando la gestión de proyectos tanto en oficina como en campo.

Una de las mejores cualidades de la aplicación es que puede funcionar sin conexión a internet, considerando las condiciones reales de trabajo en la empresa donde en muchas zonas geográficas, especialmente en áreas rurales o de difícil acceso la señal móvil o acceso a redes es limitado o totalmente inexistente.

La barra lateral refuerza la usabilidad y accesibilidad de la aplicación permitiendo a los usuarios navegar fácilmente, comunicarse con el equipo de desarrollo es y estar conectados directamente a la plataforma. Su diseño intuitivo se hace coherente con el enfoque práctico y profesional de GeoCon S.A.

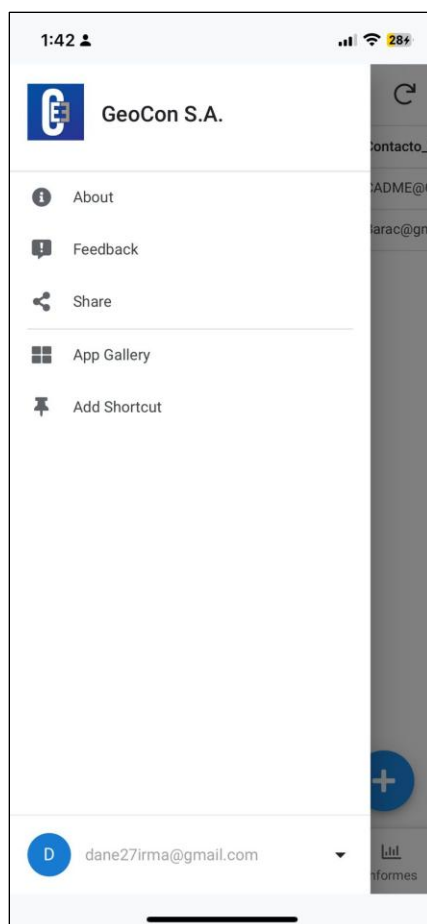


Figura 13: Barra lateral de app GeoCon S.A.

Se ha implementado la aplicación GeoCon, la cual tiene una pestaña principal llamada “Proyecto” que permite registrar de forma estructurada la información clave de cada solicitud. Esta sección incluye los campos de identificación del proyecto, el nombre y contacto del cliente, el tipo de estudio solicitado, la fecha de ingreso, el estado actual del proyecto, el responsable asignado y notas generales/observaciones técnicas. Esta funcionalidad permite garantizar trazabilidad clara desde el inicio del proceso de análisis y facilita la gestión eficiente de cada caso.

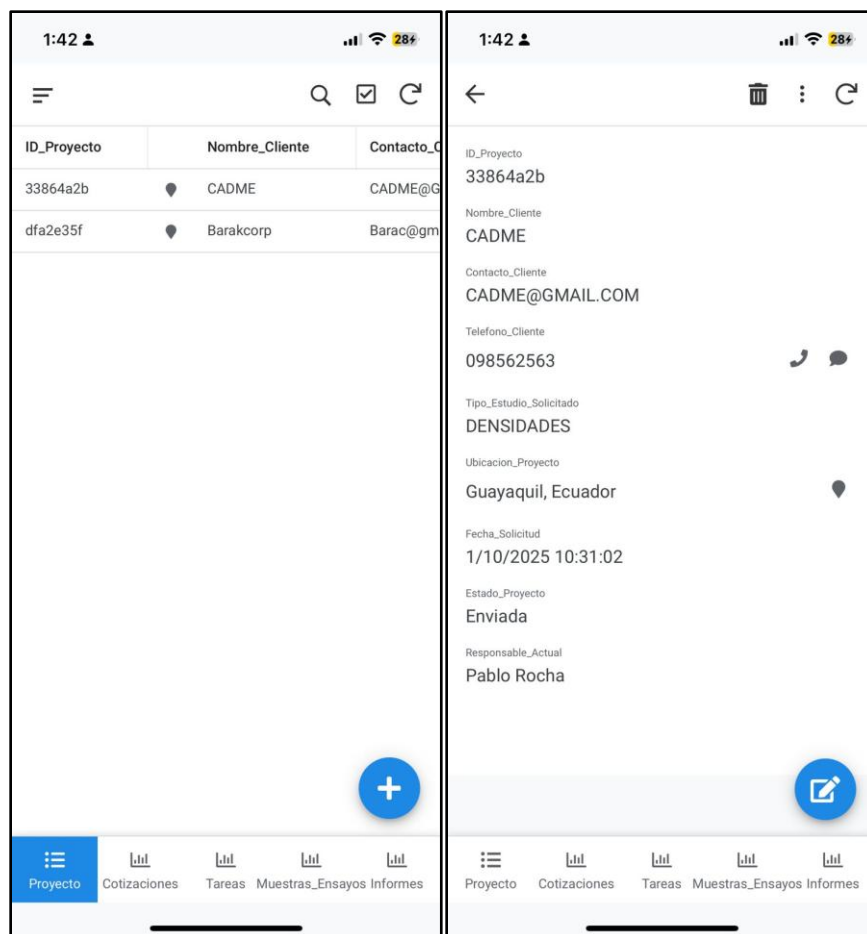


Figura 14: Pestaña de proyectos asignados y por agregar

La pestaña “Cotizaciones” permite gestionar ordenadamente las propuestas económicas de cada proyecto. Incluye los campos para el número de cotización, la identificación del proyecto asociado, el estado de la cotización (aprobada, rechazada, en revisión) y un campo para el detalle técnico y financiero de la propuesta. Esta sección facilita el seguimiento comercial, mejora la comunicación con el cliente y asegura que cada cotización esté correctamente vinculada al flujo

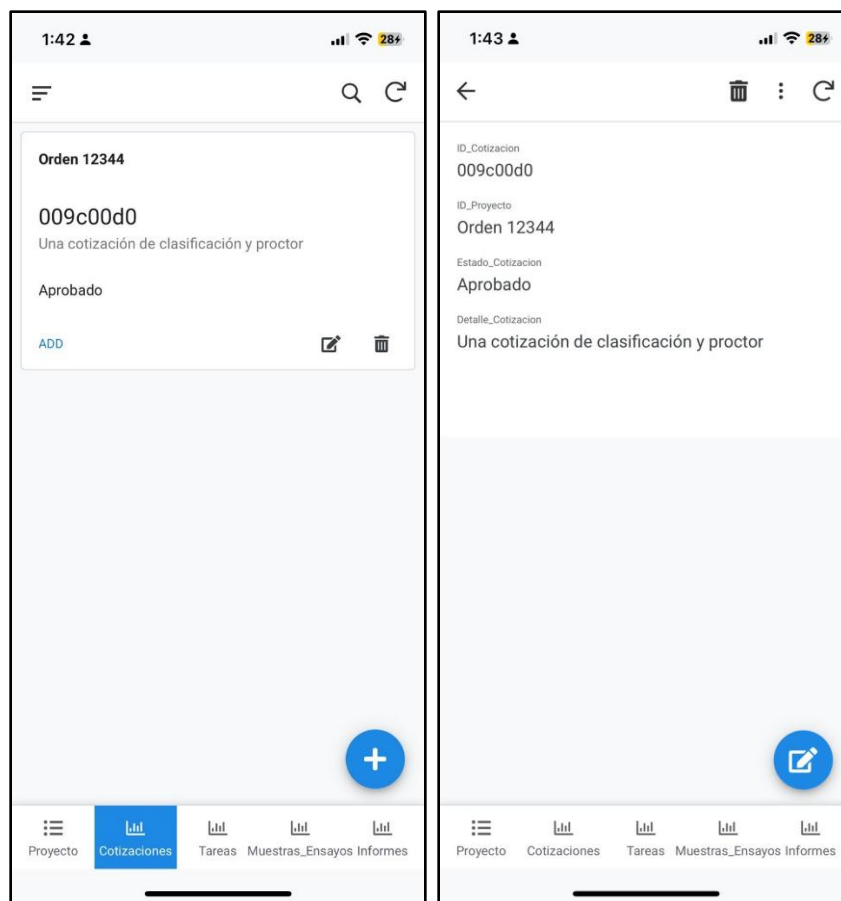


Figura 15: Pestaña de Cotizaciones de ensayos solicitados.

La pestaña “Tareas” sirve para gestionar los ensayos técnicos asignados a cada proyecto. Aquí se registra la identificación del proyecto, el nombre de la tarea a realizar, el personal encargado, la fecha de asignación, la fecha límite de entrega, el estado actual de la tarea (ya sea: enviada, en proceso o terminada) y un campo de notas adicionales para observaciones específicas. Esto permite llevar un control preciso del avance técnico, optimizar la distribución de responsabilidades y mantener los plazos establecidos.

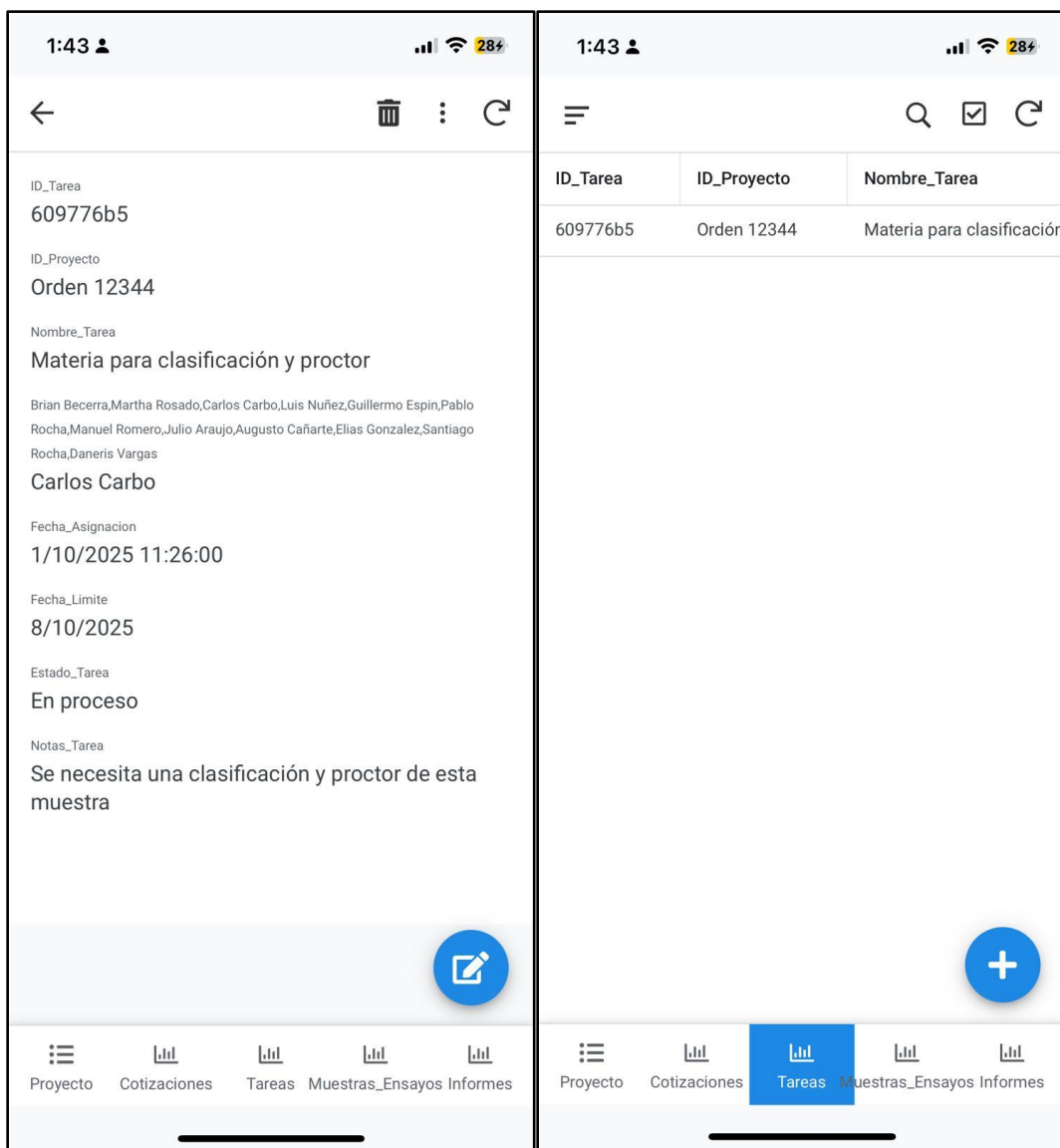


Figura 16: Pestaña de Tareas por realizar

La pestaña “Muestras o Ensayos” asegura el registro preciso de los datos técnicos relacionados con cada muestra recolectada, mostrando campos como la identificación de la muestra, la identificación del proyecto al que pertenece, el tipo de muestra/ensayo solicitado, la lección geográfica de la toma y la fecha en que se realizó. Esta sección permite ejercer un control profundo sobre el origen y objeto de cada muestra, facilitando la trazabilidad y el análisis técnico dentro del flujo operativo.

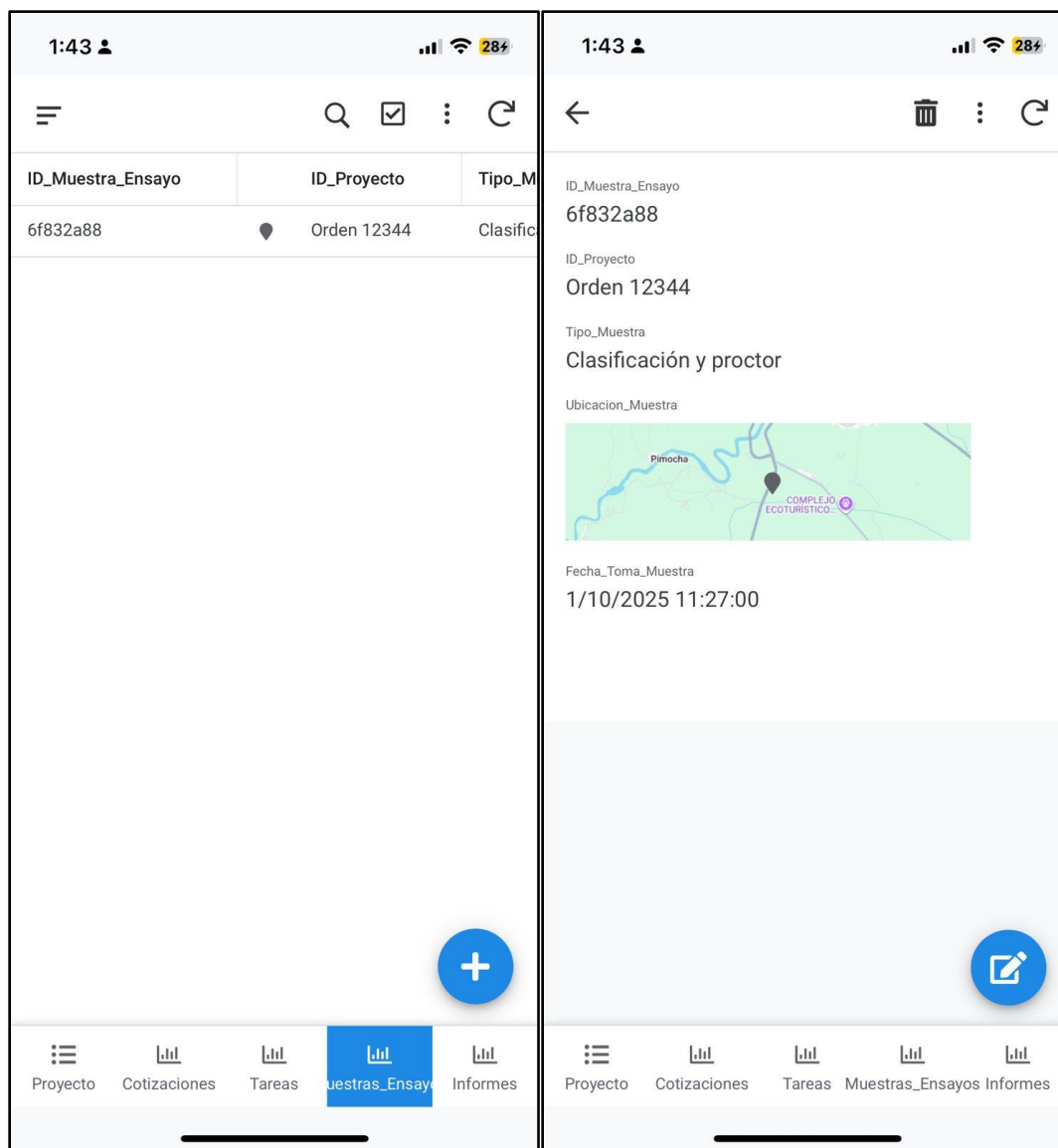


Figura 17: Pestaña de identificación de muestras y ensayos solicitados.

En la pestaña “Entrega de Informes” se puede controlar la gestión de la generación y entrega de los informes técnicos finales, mostrando campos como la identificación del informe, la referencia al proyecto correspondiente, la fecha y hora de la solicitud, el estado del informe (entregado, en proceso, terminado), la versión en PDF lista para entrega, el nombre de la persona responsable de la firma, el campo para la firma digital o física, y un espacio para observaciones adicionales. Esta sección permite tener un control preciso sobre el envío y las entregas, facilitando la trazabilidad de las entregas y asegurando que cada informe cumpla con los requisitos estándares técnicos requeridos.

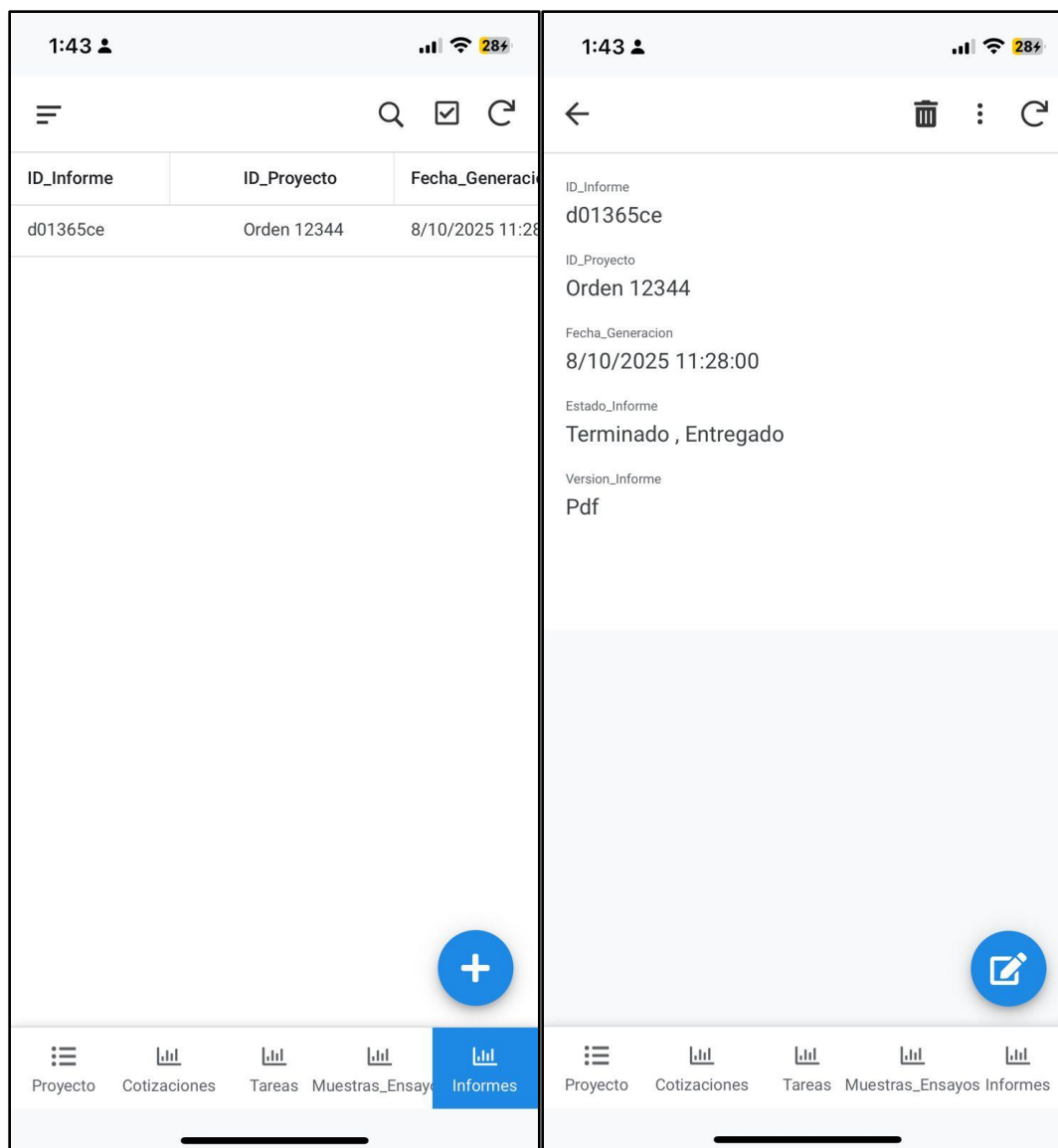


Figura 18: Pestaña de Informe final para entrega

Con la culminación de este trabajo, se ha logrado materializar una propuesta de transformación digital concreta y funcional para la empresa GeoCon S.A. a través del diseño y aplicación de una aplicación prototipo desarrollada en AppSheet. Esta solución responde en forma directa a las necesidades identificadas en el diagnóstico del modelo as-is, donde se evidencian procesos manuales; la falta de trazabilidad en los procesos; y una gestión fragmentada de la información.

La aplicación no solo automatiza el flujo de trabajo técnico administrativo, sino que también integra funcionalidades clave como la gestión de proyectos, de cotizaciones, de tareas, de muestras y la entrega de informes, todo desde una plataforma accesible y multiplataforma, teniendo además un bajo costo. Su capacidad de operar sin conexión a internet, la convierte en una herramienta

adaptable a las condiciones reales de campo contextual de la organización, lo que fortalece la continuidad en la operatividad para uso en zonas con conectividad limitada.

Este proyecto demuestra que con una correcta estructuración de procesos y el uso estratégico de herramientas low-code es posible optimizar significativamente la eficiencia operativa de una empresa, sin incurrir en grandes inversiones. Esta propuesta ha aportado con una solución técnica funcional, pero también es un modelo que puede ser replicable para otras organizaciones que enfrentan desafíos similares en su planificación y gestión interna.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES

Luego de haber aplicado las fases establecidas de implementación de un modelo de digitalización como propuesta planteada en este proyecto, se ha llegado a las siguientes conclusiones primordiales:

- El análisis del modelo actual que ejecuta la empresa intervenida permitió identificar debilidades como la dispersión de tareas, la falta de trazabilidad y el uso excesivo de procesos manuales. Sin embargo, con la implementación del modelo TO-BE estas dificultades fueron reducidas a través de un flujo automatizado que liga cada etapa del proceso técnico y administrativo. (EO-2)
- Se pudo demostrar que es posible digitalizar procesos sin requerir programación avanzada ni grandes inversiones, con el uso de la aplicación GeoCon para crear una solución accesible construida con AppSheet, logrando una herramienta adaptable al entorno operativo de la empresa, de bajo costo y alta eficiencia. (EO-3)
- La automatización permitió incorporar funciones como asignación de tareas, seguimiento por roles, generación de cotizaciones y entrega de informes con control de versiones. La implementación de estas mejoras intensifica el cumplimiento de plazos establecidos y la calidad del servicio técnico brindado por la empresa. (EO-3)
- Los resultados de las encuestas aplicadas a los colaboradores evidenciaron que estos reconocen las limitaciones del sistema anterior, además de estar dispuestos a adoptar herramientas digitales dentro de sus procesos. Este respaldo interno va a ser un punto clave para la sostenibilidad del nuevo sistema implementado.

RECOMENDACIONES

Finalmente, a partir de las conclusiones mencionadas luego de la implementación de la propuesta se presentan las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la implementación del sistema y ampliar su alcance en futuras investigaciones:

1. Se recomienda a la empresa de análisis de suelos iniciar el uso de la aplicación desarrollada en fases controladas, comenzando por proyectos piloto para que puedan acostumbrarse a su implementación en cada proceso. Esto permitirá validar su funcionamiento en condiciones reales, detectar ajustes que puedan ser necesarios y minimizar riesgos operativos.
2. Establecer un plan de capacitación por áreas de trabajo ya que, aunque la herramienta es intuitiva, es fundamental que cada grupo de usuarios reciba formación específica sobre sus funciones dentro del sistema. Este aspecto no fue abordado en profundidad dentro de este trabajo por limitaciones de alcance, pero futuras investigaciones podrían analizar el efecto de la capacitación en la adopción tecnológica y el rendimiento operativo.
3. Mantener actualizado el sistema de datos y permisos para garantizar que las hojas de cálculo estén correctamente sincronizadas con AppSheet y que los roles de acceso estén bien definidos. Se sugiere explorar en fases posteriores el diseño de protocolos de protección de datos y auditoría interna.
4. Se recomienda implementar métricas como tiempo de respuesta, cumplimiento de entregas, número de errores evitados y satisfacción del cliente. A pesar de que se pudo notar mejoras cualitativas, no se aplicó un sistema de medición formal, por lo que estudios futuros podrían desarrollar un marco de evaluación cuantitativa para validar el impacto de la automatización.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aquí tienes tus referencias normalizadas en formato IEEE, ordenadas por aparición, con blogs reemplazados por fuentes académicas cuando fue posible, y todas las fuentes web con fecha de acceso.

- [1] The Open Group, ArchiMate® 3.2 Specification, The Open Group, 2021. [Online]. Available: <https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate32-doc/>. [Accessed: Oct. 31, 2025].
- [2] G. A. Lewis, P. Lago, and F. Bachmann, “Software architecture models for future-state analysis,” *J. Syst. Softw.*, vol. 82, no. 5, pp. 749–764, May 2009, doi: 10.1016/j.jss.2008.11.904.
- [3] M. Lankhorst, *Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis*, 4th ed., Springer, 2017. doi: 10.1007/978-3-662-53933-0.
- [4] IEEE Computer Society, *IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High-Level Architecture (HLA)–Framework and Rules*, IEEE Std 1516™-2010, 2010. doi: 10.1109/IEEESTD.2010.5553440.
- [5] M. Hammer and J. Champy, *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*, New York, NY, USA: HarperBusiness, 2009.
- [6] A. Dumas and A. J. Blomberg, “Business process modeling: A review and classification,” *Bus. Process Manag. J.*, vol. 24, no. 1, pp. 1–20, 2018.
- [7] J. Becker, M. Kugeler, and M. Rosemann, *Process Management: A Guide for the Design of Business Processes*, Berlin, Germany: Springer, 2011.
- [8] M. Weske, *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*, 2nd ed., Berlin, Germany: Springer, 2012.
- [9] A. R. Hevner and S. T. March, “The Information Systems Design Science Research Framework,” *Inf. Syst. Res.*, vol. 13, no. 2, pp. 120–139, Jun. 2004.
- [10] AppSheet, “AppSheet Documentation,” Google Cloud. [Online]. Available: <https://support.google.com/appsheet/>. [Accessed: Jul. 13, 2025].
- [11] J. vom Brocke et al., “Business Process Management: The Next Wave,” in *Proc. 13th Int. Conf. Business Process Management (BPM)*, Innsbruck, Austria, 2015, pp. 1–15.
- [12] A. Recker, “Opportunities and constraints of low-code platforms for business process automation,” *Inf. Syst. J.*, vol. 32, no. 3, pp. 456–478, 2022.
- [13] D. T. Gutiérrez and L. M. Rodríguez, “Automatización de procesos administrativos en pymes mediante herramientas de bajo código,” *Rev. Ing. Empresarial*, vol. 9, no. 2, pp. 45–58, 2023.

[14] Y. Chaviano Gómez and A. Hernández González, “Herramientas automatizadas para la gestión de proyectos,” *Ing. Ind.*, vol. XXVII, no. 2–3, pp. 67–74, 2006.

[15] J. N. González Camelo, “Herramientas de inteligencia artificial en la gestión de proyectos,” Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), *Especialización en Gestión de Proyectos*, 2023. [Online]. Available: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/58474>. [Accessed: Oct. 31, 2025].

[16] M. E. Nenni, F. De Felice, C. De Luca, and A. Forcina, “How artificial intelligence will transform project management in the age of digitization: a systematic literature review,” *Manag. Rev. Q.*, vol. 75, pp. 1669–1716, Apr. 2024. doi: 10.1007/s11301-024-00418-z.

[17] M. Dumas, M. La Rosa, J. Mendling, and H. A. Reijers, *Fundamentals of Business Process Management*, Springer, 2018. doi: 10.1007/978-3-662-56509-4.

[18] Universidad EAN, “Inteligencia artificial en gestión de proyectos: usos y aplicaciones,” *Conferencias ICPM 2021*, 2021. [Online]. Available: <https://repository.universidadean.edu.co/items/0158e909-ab2b-4f26-9ec4-64dd7582f7f1>. [Accessed: Oct. 31, 2025].

[19] SAP, “Automatización de procesos: la clave para la eficiencia,” *SAP Business Technology Platform*, 2024.