



Automatización y gestión de datos para la eficiencia en la creación de documentos y presupuestos para proyectos de granjas solares en la empresa ERCO ENERGÍA S.A.S

Juan Diego Valencia Mejía

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Civil.

Asesor

Andrés Mauricio Álvarez Rengifo, Ingeniero Ambiental - Profesor de Cátedra Escuela Ambiental

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Medellín, Antioquia, Colombia
2024

Cita	(Valencia, 2024)
Referencia	Valencia Mejía, J. (2024). <i>Automatización y gestión de datos para la eficiencia en la creación de documentos y presupuestos para proyectos de granjas solares en la empresa ERCO ENERGÍA S.A.S</i> [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi madre, la cual fue mi motor y me brindó todo lo que estuvo en sus posibilidades para yo poder conseguir este logro, que este y mis futuros logros y éxitos los puedas disfrutar como si fueran tuyos.

Agradecimientos

A mi familia, que siempre se sintieron orgullosos y creyeron en que podía conseguirlo desde el principio y nunca dejaron de animarme y darme fuerza para lograrlo
A mis amigos, los cuales fueron un apoyo incondicional en los momentos difíciles durante estos años de carrera.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Planteamiento del problema	12
1.1. Antecedentes	13
2 Justificación.....	14
3 Objetivos	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
3.2.1.....	15
3.2.2.....	15
3.3.3.....	15
4 Marco teórico	15
4.1. Zona de estudio	20
5 Metodología	21
5.1. Generador de documentos	22
5.1.1. Observación y sugerencias.....	22
5.1.2. Plantilla de Word.	22
5.1.3. Formato de Excel.	23
5.1.4. Código de intercambio de datos.....	23
5.1.5. Puesta en marcha y control.	24
5.2. Base de datos de proveedores e insumos	24
5.2.1. Formato de recolección de información.	24

5.2.2. Análisis de los ítems del presupuesto.	24
5.2.3. Cotizaciones.	25
5.3. Evaluación de impactos.....	25
6 Resultados y discusión	25
6.1. Herramienta de automatización de documentos.....	25
6.1.1. Observación y sugerencias.....	25
6.1.2. Plantilla de Word.	26
6.1.3. Formato de Excel.	26
6.1.4 Código de intercambio de datos.....	28
6.1.5. Puesta en marcha y control.	30
6.2. Base de datos de proveedores e insumos	33
6.2.1. Formato de recolección de información.	33
6.2.2. Análisis de los ítems del presupuesto.	34
6.2.3. Cotizaciones.....	35
6.3. Observación y encuestas	36
8 Conclusiones	40
Referencias	43
Anexos.....	45

Lista de tablas

Tabla 1 Formato de ingreso de datos generales27

Tabla 2 Formato de ingreso de datos plan de manejo ambiental28

Tabla 3 Actividades con mayor peso de los presupuestos35

Tabla 4 Resultados espacio de retroalimentación40

Lista de figuras

Figura 1 Mapa de ubicación de la empresa.....	21
Figura 2 Diagrama metodológico.....	22
Figura 3 Plantilla de Word con los marcadores de reemplazo de datos.....	23
Figura 4 Documento generado con los reemplazos de texto.....	26
Figura 5 Estructura de archivos del entorno virtual necesarios para el funcionamiento del generador de documentos.....	30
Figura 6 Identificación inicial de errores en la herramienta	31
Figura 7 Resultado del pegado de tablas mediante VBA.....	33
Figura 8 Mapa de tendencias de ejecución de proyectos	34
Figura 9 Resultados a la pregunta: En una escala del 1 al 10. ¿Cómo evaluarías la reducción de tiempo en la creación e documentos técnicos desde la implementación de la nueva metodología?	36
Figura 10 Resultados a la pregunta: ¿Cuánto tiempo, aproximadamente, consideras que ahora ahorras semanalmente en la creación de documentos técnicos gracias a esta metodología?.....	37
Figura 11 Resultados a la pregunta: ¿Has podido destinar más tiempo a otras actividades críticas del proyecto gracias a la reducción de tiempo en la creación de documentos?	37
Figura 12 Resultados a la pregunta: ¿Cómo calificarías la calidad y consistencia de los documentos generados con la nueva metodología en comparación con los creados manualmente?	38
Figura 13 Resultados a la pregunta: ¿Consideras que la nueva metodología ha mejorado la uniformidad en el estilo y formato de los documentos técnicos?	38
Figura 14 Resultados a la pregunta: ¿Qué tan satisfecho estás con la nueva metodología de generación de documentos?	39

Siglas, acrónimos y abreviaturas

UdeA	Universidad de Antioquia
VBA	Visual Basics
APU	Análisis de Precios Unitarios
PMI	Project Management Institute
BIM	Building Information Model
IA	Inteligencia Artificial
EPM	Empresas Públicas de Medellín

Resumen

Este trabajo explora la implementación de soluciones de automatización y gestión de datos en ERCO ENERGÍA S.A.S para aumentar la eficiencia en la creación de documentos y presupuestos en proyectos de construcción. Se utiliza herramientas de ofimática como Excel y Word, y lenguajes de programación como Python y VBA. En el contexto actual, donde el control de costos, tiempo y calidad es crucial para el éxito de los proyectos, es esencial integrar herramientas tecnológicas que optimicen procesos y minimicen errores.

Se revisa la evolución de la automatización en la historia (Shimon Y. Nof, 2023) y se estudia la importancia de implementar sistemas de automatización en diversas actividades en proyectos, los cuales son indispensables para optimizar tiempos, mejorar la capacidad de respuesta y reducir riesgos (Berkun et al., 2008). Beneficios valiosos para mejorar la gestión en el sector de la construcción, que es aún reticente a las nuevas tecnologías (Shimon Y. Nof, 2023).

La metodología propuesta se divide en dos fases: la implementación de una herramienta de automatización documental y el desarrollo de una base de datos de proveedores, se detalla el proceso desde la configuración de plantillas hasta la recopilación y análisis de datos y todo el proceso de apoyo mediante la IA. Se evalúa el impacto de estas herramientas mediante análisis cualitativo usando encuestas y observaciones, de las cuales, para el tiempo de ejecución de 6 meses se obtuvieron resultados e impactos positivos en la optimización del tiempo con la creación de documentos; por otro lado, la gestión de datos de proveedores no tuvo un impacto significativo en los presupuestos para el tiempo considerado.

Palabras clave: Automatización, documentos, presupuestos, proyectos, calidad, tiempo, rendimiento, productividad

Abstract

This work explores the implementation of automation and data management solutions at ERCO ENERGÍA S.A.S to increase efficiency in creating documents and budgets for construction projects. Office tools like Excel and Word, as well as programming languages such as Python and VBA, are utilized. In the current context, where cost, time, and quality control are crucial for project success, integrating technological tools that optimize processes and minimize errors is essential.

The evolution of automation throughout history is reviewed (Shimon Y. Nof, 2023), and the importance of implementing automation systems in various project activities is studied. These systems are indispensable for optimizing time, improving responsiveness, and reducing risks (Berkun S, et al). These benefits are valuable for improving management in the construction sector, which is still resistant to new technologies (Shimon Y. Nof, 2023).

The proposed methodology is divided into two phases: the implementation of a document automation tool and the development of a supplier database. The process is detailed from template configuration to data collection and analysis and the entire process of support through AI. The impact of these tools is evaluated through qualitative analysis using surveys and observations. Over a six-month execution period, positive results and impacts were obtained in time optimization for document creation. However, supplier data management did not have a significant impact on budgets within the considered time frame.

Keywords: Automation, documents, budgets, projects, quality, time, performance, productivity

Introducción

El mundo de los proyectos financieros tiene factores que son impredecibles, no se puede controlar totalmente cual va a ser el éxito final de un proyecto, por esto es necesario ser minucioso en cada etapa y con cada parte responsable de un proyecto, ya que un error, un retraso, o un fallo en la calidad puede suponer diversidad de problemas que al final se verán traducidas en costos adicionales y finalmente en una reducción de la rentabilidad del proyecto. En el entorno del diseño y la ejecución de los proyectos civiles los factores más críticos a la hora de determinar el éxito y la rentabilidad final son posiblemente los costos, el tiempo y la calidad, por lo que en todo momento es fundamental controlar estos tres factores desde el inicio hasta el fin de un proyecto si se quiere contar con un margen de seguridad en las utilidades proyectadas. (Kerzner, 2017)

Por suerte, el mundo de hoy permite tener al alcance multitud de herramientas tecnológicas que simplifican muchas de las tareas que conciernen al diseño y ejecución de proyectos, desde tareas simples como automatizar la generación de documentos, contratos y alcances, hasta procesos más avanzados como la creación de una base de datos de proveedores, insumos y maquinaria propia de la empresa. El sector de la construcción es lento para adoptar nuevas tecnologías (Castro-Lacouture, 2023) por lo que se podría esperar que tareas simples como estas, hoy en día se sigan realizando de manera manual en muchas empresas, tal es el caso que se identifica en la empresa ERCO ENERGÍA S.A.S, y por el que se propone realizar este proyecto, ya que se busca mejorar la calidad de las personas del equipo encargado otorgándoles herramientas que permitan mejorar la eficiencia y la calidad y evitar los problemas que se pueden generar a raíz de realizar ciertas tareas manualmente, por ejemplo: la generación de documentos se convierte en un trabajo repetitivo y tedioso que resta tiempo, en ocasiones innecesariamente, tiempo que se puede emplear en aumentar la productividad en otras áreas más importantes del proyecto; por otro lado, en muchas ocasiones se hace uso de información desactualizada de cotizaciones pasadas, se tienen rendimientos aproximados, o se usan proveedores de diferentes zonas, esto hace que los APU (insumos, transporte, maquinaria, mano de obra, etc.) y los presupuestos tengan cierto margen de incertidumbre, los cuales se tendría que estudiar particularmente por proyecto que tanto afectaría esto al valor final del presupuesto.

En este texto se presenta a continuación el proceso primero de automatización de documentos técnicos mediante las herramientas de Python y Office. Y segundo, la creación de una base de datos de proveedores, insumos y maquinarias de los lugares en los que existe mayor tendencia de ejecución de proyectos por parte de la empresa haciendo uso de la herramienta de Excel. Este proyecto se pensó a partir del modo de trabajo del equipo de ofertas a gran escala de la empresa ERCO ENERGÍA S.A.S, en el cual se reciben y presentan ofertas de manera continua, por lo que el tiempo y la precisión en los presupuestos son fundamentales para el éxito del equipo.

1 Planteamiento del problema

Se logró identificar que dos de los factores más importantes a la hora de tener éxito en la presentación de una oferta es la calidad y el tiempo (Shafique et al., 2023), en el caso particular de la empresa ERCO Energía S.A.S, se identifica que estos factores van tomando más peso a medida que se va volviendo más costoso un proyecto debido al riesgo creciente que involucran inversiones cada vez mayores. La calidad es importante desde el punto de vista de la imagen y reputación de la empresa y desde la confianza que le genera a una persona como cliente el ver una propuesta económica bien detallada, bien estructurada y con unos alcances bien definidos, la cual no dé lugar a tener dudas en si se desea invertir en el proyecto (Kerzner, 2017). Por otro lado, el tiempo es crítico para la empresa que presenta la propuesta desde el punto de vista competitivo, el tener tiempos muy extensos para la presentación de una oferta comercial puede dar lugar a que se presenten dudas o replanteamientos por parte del cliente, lo que finalmente puede terminar llevando a que este considere contratar el proyecto con otra empresa, lo cual no es beneficioso para los negocios propios (Berkun, 2008).

A partir de lo anterior, lo ideal para ser una empresa competitiva en el mercado sería poder presentar proyectos con la mayor calidad en el menor tiempo posible, con el fin de poder cerrar los contratos que sean posibles con los clientes (PMI, 2017). Pero entonces ¿Cómo se logra tener una oferta con la mejor calidad posible teniendo que emplear tiempos cortos de entrega?, ¿Cómo se pueden optimizar los tiempos en el proceso de creación de una oferta para un proyecto de infraestructura?, ese “¿cómo lograrlo?” es la gran pregunta bajo la cual se busca encontrar

soluciones en este texto, ya que la problemática radica en que aunque se necesite reducir el tiempo, este no se puede reducir de todas las actividades como lo puede ser el diseño o el análisis de costos del proyecto. En actividades que requieren de suma atención, no se puede esperar que se obtenga una mejor calidad al reducir el tiempo que se tiene para realizar estas, por lo que entonces ese interrogante del “¿cómo lograrlo?” debe ir respaldado por un “¿es viable?”, ya que quizá las soluciones más obvias no sean las mejores para lograr el objetivo.

1.1. Antecedentes

La gestión de proyectos es algo que ha estado en uso durante cientos de años, proyectos como el canal de Panamá, aplicaciones de software comercial, e incluso casos más antiguos como la gran muralla China o las pirámides de Giza, estos proyectos son resultado de la aplicación de principios, procesos, herramientas y técnicas de gestión de proyectos, las cuales fueron usadas por las personas encargadas de dirigir estos proyectos con el fin de satisfacer a las personas involucradas en los mismos (PMI, 2017), Los autores en su guía del PMBOK se centran en proporcionar detalles sobre los conocimientos acerca de la dirección de proyectos, fundamentos tanto tradicionales utilizados a través de la historia y de prácticas innovadoras emergentes, y proporciona información acerca de cómo aplicar herramientas y técnicas a la gestión de proyectos.

Autores como Berkun (2008), destacan la necesidad de una planificación meticulosa para asegurar que los proyectos se desarrollen sin contratiempos, uno de los principios centrales del texto es la eliminación de actividades que no agregan valor, el autor sugiere que los gerentes de los proyectos deben identificar y eliminar desperdicios en los procesos para mejorar la eficiencia, esto incluye simplificar procedimientos, reducir la burocracia y evitar reuniones innecesarias que consumen tiempo valioso. El uso de herramientas tecnológicas y la automatización de tareas repetitivas es otro aspecto discutido por el autor; la implementación de software de gestión de proyectos, herramientas de colaboración y sistemas de seguimiento puede ahorrar tiempo considerable al reducir la carga administrativa y mejorar la coordinación de equipo.

De forma más específica en los proyectos de construcción en Colombia, Beltrán et al. (2016), como parte de un trabajo de grado de especialización y basándose en el PMBOK, diseñan

una guía metodológica para la planeación y control de alcance, tiempo y costo que permita la estandarización de procesos gerenciales en la realización de proyectos de construcción para la Constructora CHM S.A.S, la cual sería aplicada en uno de sus proyectos, esto aprovechando el interés creciente de las empresas de construcción para estandarizar procesos y optimizar tiempos y costos.

Finalmente, si se habla en específico de casos de automatización en proyectos de construcción, el mejor ejemplo de los beneficios que se puede obtener con esta es la metodología BIM, Wong et al. (2014) destacan los beneficios de esta metodología como el acceso remoto, la colaboración en tiempo real y la automatización de procesos a partir de la gestión e integración de datos. Se presenta además casos de estudio en los que se ha usado esta herramienta, casos de proyectos de construcción o rehabilitación en los que se han podido reducir hasta 25% los tiempos de diseño y construcción.

2 Justificación

En el ámbito de los proyectos de infraestructura, es fundamental, además de poseer conocimientos técnicos ingenieriles, contar con conocimientos administrativos, de gestión, de documentación, manejo de información y habilidades de trato interpersonal, entre otros. En la empresa ERCO Energía S.A.S se evidencia que esta interdisciplinariedad es esencial para lograr éxito en la creación y gestión de ofertas de proyectos ya que se suelen tener tiempos limitados para la entrega de una de estas y en ocasiones se ve la necesidad de contar con más tiempo para lograr realizar entregables con la calidad esperada.

Es por esto que este trabajo se centra en desarrollar herramientas que permitan optimizar los tiempos que requieren las actividades menores como la generación de documentos o el mapeo de proveedores para las cotizaciones de los presupuestos, actividades que, si bien no son complejas, la metodología con la cual se estaban realizando estas actividades requería de un tiempo considerable, por lo que se identificó una oportunidad de mejora prometedora en estas actividades.

Estas herramientas serán de gran importancia porque permitirán reducir el tiempo empleado en las actividades menores antes mencionadas, esto sería positivo para el equipo porque permitiría

aumentar la productividad al utilizar ese tiempo ahorrado en tareas que tengan una mayor importancia como los diseños o los presupuestos, por lo que se esperaría que la calidad de las ofertas presentadas por el equipo sea mejor con respecto a la metodología antigua.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Incrementar la productividad en la elaboración de documentos técnicos y presupuestos para proyectos de granjas solares en la empresa ERCO ENERGÍA S.A.S, mediante la implementación de soluciones de automatización y gestión de datos.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1. Diseñar e implementar un sistema automatizado para la creación de documentos técnicos comunes, utilizando las herramientas Word, Excel y el lenguaje de programación Python.

3.2.2. Desarrollar y establecer una base de datos integrada de proveedores, insumos y maquinaria de construcción, empleando las plataformas Excel y Access, para optimizar la selección y el uso de recursos en los proyectos.

3.3.3. Monitorear y evaluar el impacto de la automatización y gestión de datos en la productividad del equipo de ofertas a gran escala, a través de observación directa y análisis de encuestas.

4 Marco teórico

El término “automatización” proviene del griego *automatos* que significa “actuar por sí mismo”, en su esencia se refiere a la capacidad de operar, actuar o regularse de manera independiente sin

intervención humana directa, mediante el uso de sistemas y tecnologías diseñados para realizar tareas específicas de manera eficiente y precisa. A lo largo de la historia, la automatización ha experimentado una evolución significativa, desde sus primeras manifestaciones en forma de mecanización en donde máquinas y dispositivos simples realizaban tareas básicas, hasta la incorporación de elementos de control automático y más recientemente la integración de la inteligencia artificial y la robótica. Desde los primeros artefactos mecanizados hasta los complejos sistemas cibernéticos, la automatización ha demostrado ser un impulsor clave del progreso tecnológico y socioeconómico, esto a raíz de la necesidad de aumentar la productividad, mejorar la calidad, reducir costos y, en última instancia, satisfacer las crecientes demandas y desafíos de una sociedad en constante cambio (Shimon Y. Nof, 2023)

Las tecnologías de automatización han emergido como una posible mejora en la industria de la construcción e ingeniería civil, ofreciendo multitud de herramientas que revolucionan los procesos tradicionales y abren nuevas oportunidades para la eficiencia, la seguridad y la innovación. Kim et al. (2015) mencionan que la industria de la construcción desempeña un papel significativo en las economías nacionales y globales, la cual contribuye en promedio el 13% del PIB a nivel global (Global ABC, 2021) y alrededor del 17% en Colombia (DANE, 2024), sin embargo, a pesar de su importancia económica, la industria de la construcción ha sido históricamente lenta en la adopción de tecnologías de automatización en comparación con otras industrias. Esto ha resultado en una baja productividad y condiciones de trabajo riesgosas para los trabajadores. En este sentido, las tecnologías de automatización ofrecen oportunidades significativas para abordar estos desafíos y transformar la industria de la construcción hasta el punto de convertirse en una herramienta importante en la optimización de la gestión del tiempo, los costos y los recursos (Faghihi et al., 2015)

Conociendo la definición y utilidad de lo que es la automatización, es pertinente que se busque relacionar a ámbitos como la ingeniería civil y determinar beneficios que se pueden obtener al aplicar tecnologías de automatización en entornos como la construcción, el diseño de proyectos y en ámbitos más empresariales y de negocios e incluso en trabajos de oficina. En los entornos empresariales, la automatización de tareas administrativas y de procesamiento de datos permite

aumentar la eficiencia, reducir errores humanos y agilizar las operaciones. Esto se logra mediante la implementación de sistemas de gestión empresarial (ERP – Enterprise Resource Planning) y herramientas de automatización de procesos, que ayudan a coordinar actividades, gestionar recursos y optimizar flujos de trabajo (Watson III & Schwarz, 2023). En el caso de trabajos de oficina y manejo de información, la automatización puede abarcar desde la generación automática de informes y la gestión de correos electrónicos hasta la automatización de tareas repetitivas en hojas de cálculo y bases de datos. Esto libera tiempo para que el personal se enfoque en tareas más estratégicas y creativas, al tiempo que reduce los errores asociados con la entrada de datos (Watson III & Schwarz, 2023).

Ahora bien, se puede estudiar la importancia de la automatización en la industria de la construcción, especialmente en áreas como los presupuestos o la gestión de proyectos. Esta ha sido fundamental para abordar las problemáticas asociadas con la gestión y elaboración de presupuestos en proyectos de construcción al automatizar procesos como la recopilación de datos, el cálculo de costos y la generación de informes, se han logrado mejoras significativas en la precisión, eficiencia y transparencia de los presupuestos, además de que ha permitido la facilidad en el manejo de datos, lo que ha mejorado la colaboración entre diferentes partes interesadas en el proceso de diseño y construcción de un proyecto, esta asociación permite una mejora en el monitoreo de proyectos lo que garantiza un mejor monitoreo y transparencia de la información (Sarkar et al., 2023). Estas mejoras se han podido dar gracias a los sistemas de gestión de construcción y herramientas BIM, mediante estos se ha logrado automatizar tareas como la recopilación y análisis de datos para la elaboración de presupuestos, el seguimiento de la disponibilidad y precios de materiales con proveedores y la gestión eficiente de la logística de materiales en el sitio de construcción. La automatización permite una planificación más precisa, una asignación de recursos más eficiente y una comunicación fluida entre todas las partes involucradas en el proyecto, lo que conduce a una ejecución más eficiente y rentable de proyectos de construcción (Castro-Lacouture, 2023)

La importancia de reducir tiempos y costos en los proyectos de construcción y en cualquier proyecto en general, se destaca en mucha de la literatura. La gestión eficiente del cronograma y los costos es fundamental para el éxito de cualquier proyecto, esto implica no solo cumplir con los plazos establecidos, si no también minimizar los gastos y tiempos sin comprometer la calidad del

resultado final (PMI, 2017), en este caso, automatizar procesos permite ejecutar tareas administrativas y técnicas de manera más rápida y precisa, reduciendo errores y optimizando el uso de recursos. Esta capacidad de automatización no solo acelera la recopilación y análisis de datos, sino que también mejora la capacidad de respuesta ante cambios y facilita la toma de decisiones estratégicas, por lo que integrar herramientas de gestión de proyectos automatizadas no solo simplifica la coordinación de actividades complejas como la programación y asignación de recursos o actividades de diseño, sino que también libera a los equipos de tareas simples y repetitivas para enfocarse en aspectos críticos del proyecto, como la calidad y mitigación de riesgos.

Desde esta misma perspectiva, Berkun (2008) enfatiza que “la optimización de tiempo no solo acelera la entrega del proyecto, sino que también reduce los riesgos asociados con posibles variaciones en los costos y permite una asignación más efectiva de recursos financieros”, la automatización de procesos, según el autor, es esencial para alcanzar estos dos objetivos. Al implementar herramientas automatizadas, se agilizan actividades como la generación de informes, el seguimiento de cambios y la coordinación de equipos multidisciplinarios, esto además de incrementar la eficiencia operativa, fortalece la capacidad de adaptación del proyecto frente a condiciones variables del entorno, además de permitir una mejora continua de procesos, permitiendo identificar y corregir áreas o actividades ineficientes.

Conociendo los beneficios de la automatización en proyectos de construcción se puede estudiar en casos específicos como lo pueden ser los proyectos de granjas solares las cuales hacen parte de las opciones más implementadas como parte de la transición hacia fuentes de energía más limpias y renovables, estas al depender de la luz solar se ven condicionadas por factores como el terreno, la geografía y el clima, además de consideraciones económicas como lo puede ser un entorno de mercado de constante cambio, por lo que la ubicación se vuelve un factor fundamental a la hora de diseñar y ejecutar proyectos de granjas solares (Biggins et al., 2023). La automatización a través de modelos de programación lineal mixta y algoritmos de control predictivo de modelos permiten una gestión eficiente de las granjas solares al optimizar los cálculos de generación de energía considerando las condiciones climáticas cambiantes; por otro lado, el uso de modelos climáticos y sistemas de información geográfica integrados con técnicas de toma de decisiones ha

sido una estrategia para evaluar la idoneidad de las zonas de implantación de granjas solares en diversas regiones del mundo y comprender como los cambios en el clima pueden afectar la idoneidad de las zonas para granjas solares (Wati & Meukam, 2024).

En Colombia, las metodologías de automatización aplicadas al sector legal han demostrado notables beneficios al transformar procesos manuales en flujos de trabajo más eficientes; la automatización de documentos legales, incluyendo los contratos inteligentes, ha reducido significativamente el tiempo y los costos asociados a la creación y ejecución de contratos, mejorando la precisión y minimizando errores, estos contratos inteligentes se ejecutan automáticamente al cumplirse condiciones predefinidas por lo que proporcionan una mayor seguridad y autonomía para las partes involucradas. Estos avances, alineados con la Cuarta Revolución Industrial, están redefiniendo la práctica legal, ofreciendo un enfoque más dinámico y tecnológicamente avanzado, aunque aún persisten desafíos tecnológicos que deben abordarse para maximizar el potencial de estas herramientas, garantizando una adopción más amplia y eficiente en el futuro del sector legal (Cárdenas & Molano, 2022).

En la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, se han desarrollado proyectos acerca mejoras notables en la eficiencia y precisión de los procesos basados en metodologías de automatización. El autor de este texto bajo una metodología cualitativa que incluye observación, entrevistas y cuestionarios desarrolla una herramienta de automatización que optimiza la gestión de los recursos públicos al abordar variables que causan retrasos en la ejecución presupuestal. Esta automatización permite generar informes en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informadas y reduciendo los errores humanos, además contribuye a una mejor planificación y control financiero, aspectos cruciales para el desarrollo sostenible de la institución y que, en conjunto, esta implementación proporciona una ventaja estratégica al mejorar la transparencia y eficiencia en la gestión de los recursos (Massery Ayala, 2021).

4.1. Zona de estudio

La empresa ERCO ENERGIA S.A.S nace en el año 2010 iniciando como una empresa de comercialización de paneles solares, gracias a un proceso de fortalecimiento de emprendimientos por parte de la universidad EAFIT y Parque E en la ciudad de Medellín, la compañía empezó a explorar las tendencias y necesidades del mercado. El startup obtuvo sus primeras inversiones en el año 2016 por parte de EPM, gracias a esta inversión y al trabajo de la compañía hoy ERCO ha logrado en poco tiempo ser una empresa altamente competitiva en el mercado, incursionando incluso en el mercado latinoamericano Al ser esta una empresa relativamente nueva sigue estando en un proceso de mejora continua, y este proyecto de herramientas en base a la automatización se concibe como parte de ese proceso de mejora de la empresa.

La empresa tiene el propósito de construir un futuro más sostenible a través de las diferentes líneas de negocio con las que cuenta: proyectos residenciales, empresariales y a gran escala, permitiéndole a sus clientes brindar el primer paso hacia el Net Zero, el cual según las Naciones Unidas (UN) significa recortar las emisiones de gases de efecto invernadero hasta dejarlas lo más cerca posible a las emisiones nulas, por lo que la empresa ofrece un portafolio de servicios que impactan la cadena completa de energía: desde la construcción de proyectos de energía solar, infraestructura de carga para movilidad eléctrica y almacenamiento, hasta la generación y comercialización de energía por medio de NEU, el primer comercializador de energía digital de Latinoamérica, lo que le ha permitido a la empresa posicionarse como una de las principales en proyectos de energía solar en el país y Latinoamérica. En la Figura 1 se puede observar su ubicación georreferenciada en la ciudad de Medellín.

Figura 1

Mapa de ubicación de la empresa



Nota. Fuente: realización propia mediante QGIS

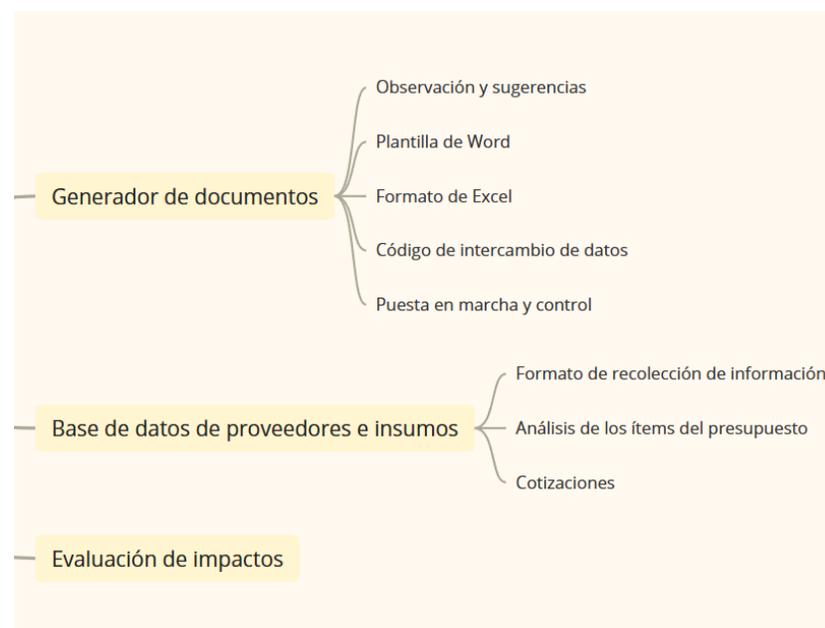
ERCO cuenta con distintos equipos dedicados a ofertar, diseñar, ejecutar, manejar y comercializar proyectos de energía solar, tanto en pequeña, mediana y gran escala. El objetivo durante este proceso fue apoyar al equipo de ofertas a gran escala, el cual ha tenido un crecimiento acelerado y exponencial. A raíz de esto surge la necesidad de optimizar actividades y procesos para lograr suplir esa demanda de proyectos que llegan a la empresa sin perder la calidad.

5 Metodología

El proceso metodológico se estructura en 3 etapas: la primera etapa inició con un proceso de observación y conversación con los miembros del equipo para crear un pliego de sugerencias de como debían mejorarse estos métodos de la empresa, a partir del pliego de sugerencias se inició

la segunda la etapa de investigación y diseño de las herramientas, y finalmente la tercera etapa que consistió en ejecutar versiones preliminares para evaluar su funcionamiento y realizar correcciones pertinentes. Finalizando todo este proceso, se encuentra la etapa de encuestas de satisfacción, estas con el fin de medir el impacto que tuvieron las herramientas en la productividad de las personas del equipo.

Figura 2
Diagrama metodológico



5.1. Generador de documentos

5.1.1. Observación y sugerencias. La fase preliminar consistió en un periodo de observación de la metodología con la cual se estaban trabajando los documentos y de un proceso de creación de un pliego de sugerencias del equipo, los cuales a partir de su experiencia deberían poder identificar cuáles eran los puntos que más requerían atención o con los que estaban presentando mayor problema a la hora de crear nuevos documentos de ofertas comerciales.

5.1.2. Plantilla de Word. Se inició a partir de los últimos documentos de oferta presentados y sobre la información que ya contenían estos formatos, a partir de estos se identificó la información que era permanente en las ofertas como lo que es la presentación de la empresa, cláusulas de contrato y demás información técnica y contractual que se identificó que se mantenía constante en

los documentos presentados. La información que se determinó que sería variable se separó del resto del documento de modo que quedara una plantilla sobre la cual se añadiría la información para las nuevas propuestas comerciales y se definieron marcadores a partir de los cuales se iba a agregar la nueva información como se puede ver en la Figura 3.

Figura 3

Plantilla de Word con los marcadores de reemplazo de datos



Nota. Obtenida de la plantilla de Word del generador

5.1.3. Formato de Excel. Teniendo lista la plantilla con toda la información básica, se procede a plantear como se va a llevar el manejo de toda la información que iba a ser ingresada para cada nuevo proyecto, en esta información va contenido todo el tema de información puntual particular de cada proyecto, planos, tablas de alcances, tablas de presupuesto, observaciones sobre el proyecto, entre otras. Debido a que toda esta información viene de distintas partes del equipo, esta debía ingresarse en una plataforma que fuera accesible y fácil de usar para cualquier persona o personas en conjunto que estén a cargo de crear el documento, así que se planteó tener un documento de Excel global al cual puede acceder todo el equipo y puede ingresar la información correspondiente de manera fácil y sin tener que distraerse en otros aspectos del documento. Se creó entonces un libro de Excel, con todos los inputs asociados al documento técnico, de manera que todo el documento final de Word se pueda crear desde el ingreso de información en Excel sin necesidad de modificar nada en el mismo Word.

5.1.4. Código de intercambio de datos. Teniendo listos los formatos entre los que se intercambiaría la información se procedió a crear el entorno el cual realizaría ese intercambio. Se escogió inicialmente realizarlo mediante Python ya que este permite una mayor versatilidad en las herramientas que se pueden crear, las librerías, dependencias y demás ajustes necesarios se presentan en el Anexo 1. Al final de crear toda la estructura del código se empaquetó en un entorno

virtual mediante la librería de Python “venv”, esto con el fin de que cualquier persona pueda utilizar la herramienta en cualquier momento de manera fácil sin tener que realizar la instalación de Python o sus dependencias en otro dispositivo, por lo que finalmente el código funcionará simplemente mediante un ejecutable y lo único que debería realizar una persona que quiera usar el generador sería solo descargar toda la estructura de carpetas resultante del entorno virtual, llenar la información en Excel y activar el ejecutable y ya se tendría generado el documento final sin tener que realizar pasos adicionales.

5.1.5. Puesta en marcha y control. Finalmente, luego de tener toda la estructura de plantillas y el código para el intercambio de información y que estos sean funcionales, se realizará un periodo de operación y monitoreo del funcionamiento de la primera versión del generador de documentos con el fin de identificar posibles errores de ejecución o posibilidades de mejora que surjan durante la creación de los documentos de oferta mediante la herramienta, en caso de encontrar se realizará el ajuste pertinente a la herramienta.

5.2. Base de datos de proveedores e insumos

5.2.1. Formato de recolección de información. Este proceso inició con la creación del formato en donde se iba a almacenar toda la información de los proveedores, la necesidad principal de esta es que el proveedor con el que se estableciera contacto y se lograra una cotización, se almacenara su información asociándolo a una zona específica con el fin de que la información se pueda usar para futuros proyectos que se desarrollen en esas zonas específicas, para esto se usó un libro de Excel ya que el proceso de software solo correspondería al ingreso de datos a medida que se cotizara.

Luego de tener el formato se iniciaría se identifica a partir de proyectos existentes y nuevas ofertas en proceso, los sitios con mayor tendencia de implantación ya que se tendría una mayor necesidad de obtener información sobre estas zonas.

5.2.2. Análisis de los ítems del presupuesto. Lo siguiente en el proceso fue identificar las obras civiles que se ejecutan en cada proyecto e identificar cuáles de estas son las que representan mayor peso en las obras civiles, la idea de realizar este paso es crear una coordinación entre el equipo de ofertas en el cual me encuentro y el equipo de cadena de suministros en la empresa con el fin de que de parte de cadena de suministros se haga un control y actualización de los precios de

las obras regularmente a partir de los proveedores que se encuentren y de los que tengan ellos en sus bases de datos.

5.2.3. Cotizaciones. Luego de identificar las prioridades y de crear el formato se procede con el proceso de cotizaciones y a nutrir la base de datos conforme se vayan realizando proyectos nuevos, la idea es darles prioridad a las obras civiles que más peso representen sobre el presupuesto, pero lo ideal es que se coticen todas las obras civiles, aunque estas no representen mucho sobre el total pero que sumadas si llegan a ser considerables, por lo que también se debe tener costos aterrizados de estos.

5.3. Evaluación de impactos

Con el fin de evaluar el impacto real que presentaron las herramientas se diseña una encuesta de satisfacción en Google Forms, la cual será diligenciada por las personas del equipo, y a partir de las respuestas obtenidas en esta se podrá analizar el impacto real en la productividad en base a la percepción individual que ha tenido cada persona desde la puesta en marcha de la herramienta en comparación a la metodología antigua. La descripción y preguntas de la encuesta se presentan en el Anexo 4.

6 Resultados y discusión

6.1. Herramienta de automatización de documentos

6.1.1. Observación y sugerencias. Luego de conversar con el equipo de trabajo y de obtener ideas de cómo se podía llevar el proceso, se creó una lista inicial de pendientes a resolver de la actividad de generación de documentos, los cuales debían agilizarse de modo de que no requiriera de tanto tiempo ni de una atención minuciosa en todos sus detalles, de esa manera, la generación de documentos podría quedar a cargo de pocas personas, y el resto del equipo destinar su tiempo a tareas técnicas como realizar diseños o presupuestos. Los pendientes por resolver inicialmente fueron:

- Separación de información variable y no variable
- Automatización en la asignación de formatos y estilos
- Colocación de imágenes, tablas y texto en puntos específicos del documento

- Sistema de control de la información ingresada

Adicionalmente, a partir de lo planteado en la reunión se designó que la generación de documentos técnicos quedaría a cargo de los auxiliares del equipo y que esa carga pudiera reducirse de los analistas, por lo que inicialmente con esta designación de tareas se obtuvo el primer aumento en el rendimiento general condensando al equipo de trabajo en dos personas, por lo que ese tiempo dedicado inicialmente a la generación de documentos se pudo liberar y emplear a otras tareas que requieren mayor atención técnica.

6.1.2. Plantilla de Word. El resultado del reemplazo de datos se presenta en la Figura 4, esta información será variable para cada proyecto de planta solar, por lo que inicialmente la plantilla de Word no se modificará a menos de que sea un caso extraordinario. El primer reemplazo correspondería al nombre de la planta solar, la imagen correspondería al logo de la empresa cliente que cotiza el proyecto y el tercer reemplazo corresponde a la fecha en la que fue generado el documento, de la misma manera funcionan el resto de reemplazos del documento según la información que se requiera.

Figura 4

Documento generado con los reemplazos de texto



Nota. Obtenida del documento final generado

6.1.3. Formato de Excel. Gracias al formato de ingreso de datos se consiguió dar una primer mejora al flujo de trabajo desde el punto de vista que ya cada persona sabe explícitamente donde se tiene que agregar la información correspondiente sin tener que buscar en un documento de en promedio 20-30 páginas, en qué punto o puntos va la información, cuantas veces se repite y si tiene el formato y estilos adecuados; con esta nueva forma simplificada solamente se ingresa la

información en la casilla que corresponde del Excel y no habría que preocuparse del resto de aspectos, por lo que entonces ya se tendría una mayor agilidad con respecto a la metodología antigua de creación de documentos, parte del formato de ingreso de datos se presenta en la Figura 4 y Tabla 2. En esta figura se puede observar por ejemplo que el ítem de “prueba” de la Figura 4, correspondería al “Nombre de la planta solar” en el ingreso de datos de la Tabla 1.

Tabla 1

Formato de ingreso de datos generales

DATOS GENERALES	
ITEM	DATO
OGE	
Nombre de la planta solar	
Versión del documento	
Municipio	
Departamento	
Coordenadas cerramiento	
Tipo de estructura	
Norma de equipos mayores	
Norma de instalaciones eléctricas	
Norma de construcción de infraestructura	
Tipo de contrato	
Validez de la oferta	
Cronograma del proyecto (meses)	
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PARQUE	
Potencia pico [CC] MWp	
Potencia nominal [CA] (MWn)	
Ratio	
Área del parque (ha)	

Nota. Obtenida del formato de ingreso de datos en Excel. La tabla con los formatos y estilos de letra usados por empresa ERCO Energía S.A.S se presenta en el Anexo 3

Tabla 2

Formato de ingreso de datos plan de manejo ambiental

ALCANCES PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	
ITEM	OBSERVACIÓN
Ingeniero ambiental y auxiliar	
Profesional Social y Auxiliar	
Plan de Manejo Ambiental ejecución fichas sociales y ambientales	
Los costos en que incurre la empresa, para la recolección, almacenamiento, acopio, transporte, manejo y disposición final de residuos.	
Aprovechamiento forestal	
Ahuyentamiento fauna y reubicación de epifitas - Biología	
Informe de cumplimiento Ambiental (Semestral)	
Implementación de plan de manejo arqueológico	
Arqueología publica y tenencia	
Plan de Compensación	
Plan de inversión social (ERCO en proceso de estandarización)	

Nota. Obtenida del formato de ingreso de datos en Excel. La tabla con los formatos y estilos de letra usados por empresa ERCO Energía S.A.S se presenta en el Anexo 3

6.1.4 Código de intercambio de datos.

En este trabajo, la inteligencia artificial desempeñó un papel fundamental al proporcionar orientación para conceptualizar y encaminar el código que se desarrolló. Inicialmente se usaron prompts encaminados a realizar un aprendizaje sobre herramientas y consideraciones que se debían tener en cuenta para el desarrollo, por ejemplo, el entorno de programación más adecuado para desarrollar el código de automatización de documentos. Al comenzar el proyecto, se realizaron consultas específicas como “¿Qué entornos de programación son más recomendables para Python?”, a lo que la IA respondió que “PyCharm es una opción robusta ideal para proyectos grandes, mientras que Visual Studio Code es versátil y ligero, y Jupyter Notebooks es útil para pruebas rápidas y aprendizaje” (OpenAI, 2024), luego de explorar estas alternativas se optó por usar el Visual Studio Code. Además, se plantearon preguntas del tipo “¿Cómo debería estructurarse

el proyecto para asegurar el flujo de información entre las bibliotecas de Python utilizadas para manipular documentos y datos?”, y la IA sugirió “Diseñar un esquema modular donde cada biblioteca maneje una parte específica del proceso, como la lectura de datos en Excel con pandas y el reemplazo de contenido en Word con docxtempl” (OpenAI, 2024).

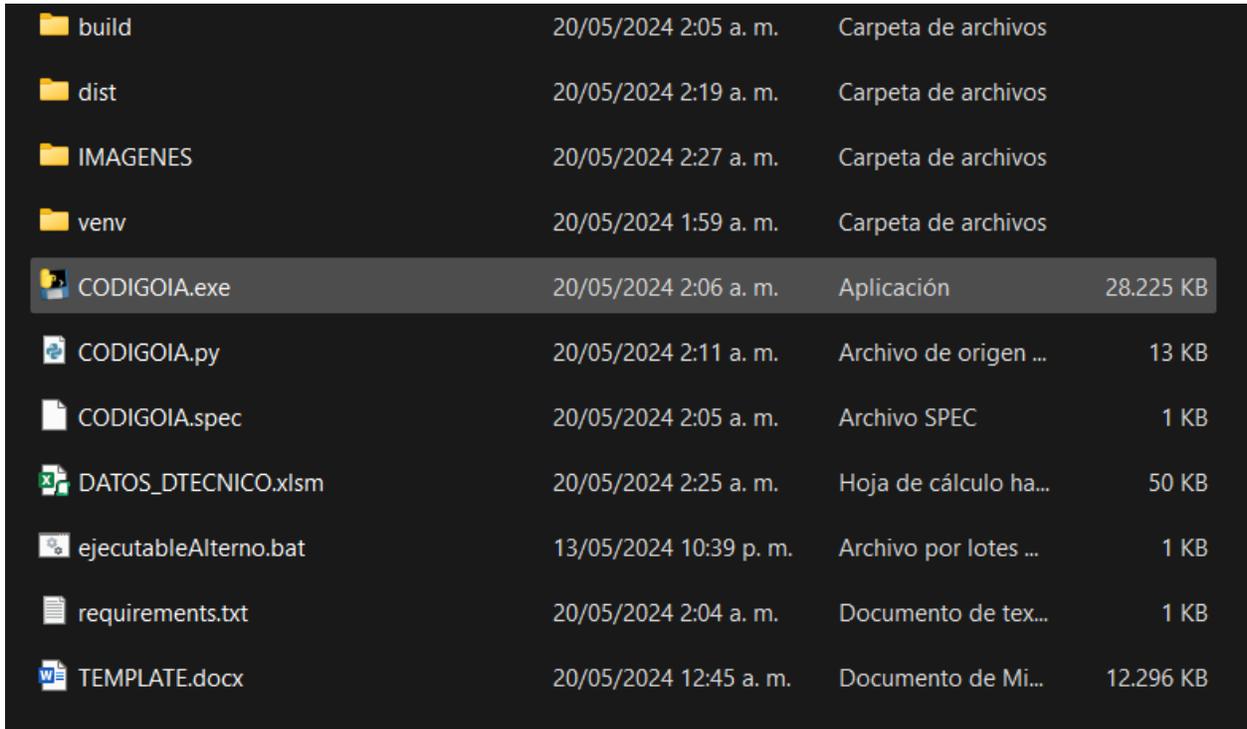
También para conceptualizar la creación del código y definir una ruta clara a seguir, se usaron prompts orientados a la estructura del proyecto. Por ejemplo, preguntas del tipo “¿Qué consideraciones debo tener en cuenta para integrar varias fuentes de datos en la plantilla de word?”, la IA recomendó “Asegúrate de definir claramente los puntos de inserción en la plantilla de Word y utiliza un enfoque estructurado para mapear los datos desde Excel a estos puntos específicos” (OpenAI, 2024).

Durante la depuración del código, la inteligencia artificial también proporcionó soporte valioso para resolver errores comunes. Por ejemplo, durante el proceso fue concurrente el error “[Errno 2] No such file or directory”, se consultó a la IA para entender su origen y solución. La respuesta de OpenAI (2023) fue: “Este error ocurre cuando Python no puede encontrar el archivo en la ruta especificada. Asegúrate de que la ruta sea correcta y que el archivo exista en la ubicación esperada. Verifica si estás usando rutas absolutas o relativas y si el script se está ejecutando desde el directorio adecuado” (OpenAI, 2024). Todo el proceso se le dio uso a la IA con fines conceptuales y de resolución de errores, por lo que esta fue una herramienta fundamental.

Finalmente, al probar que el código funcionaba bien inicialmente, se empaquetó todo en un entorno virtual ya que para la creación de este se hizo uso de varias dependencias (las cuales se presentan en el Anexo 1), y sería un proceso laborioso tener que instalar todas estas cuando el generador se use en un equipo nuevo, por lo que el entorno virtual permite crear un ejecutable tal cual como si se estuviera trabajando con cualquier software comercial, la estructura de carpetas resultantes del entorno virtual se presentan en la Figura 5.

Figura 5

Estructura de archivos del entorno virtual necesarios para el funcionamiento del generador de documentos



build	20/05/2024 2:05 a. m.	Carpeta de archivos	
dist	20/05/2024 2:19 a. m.	Carpeta de archivos	
IMAGENES	20/05/2024 2:27 a. m.	Carpeta de archivos	
venv	20/05/2024 1:59 a. m.	Carpeta de archivos	
CODIGOIA.exe	20/05/2024 2:06 a. m.	Aplicación	28.225 KB
CODIGOIA.py	20/05/2024 2:11 a. m.	Archivo de origen ...	13 KB
CODIGOIA.spec	20/05/2024 2:05 a. m.	Archivo SPEC	1 KB
DATOS_DTECNICO.xlsm	20/05/2024 2:25 a. m.	Hoja de cálculo ha...	50 KB
ejecutableAlterno.bat	13/05/2024 10:39 p. m.	Archivo por lotes ...	1 KB
requirements.txt	20/05/2024 2:04 a. m.	Documento de tex...	1 KB
TEMPLATE.docx	20/05/2024 12:45 a. m.	Documento de Mi...	12.296 KB

Nota. La mayoría de los archivos se generan automáticamente al crear el entorno virtual

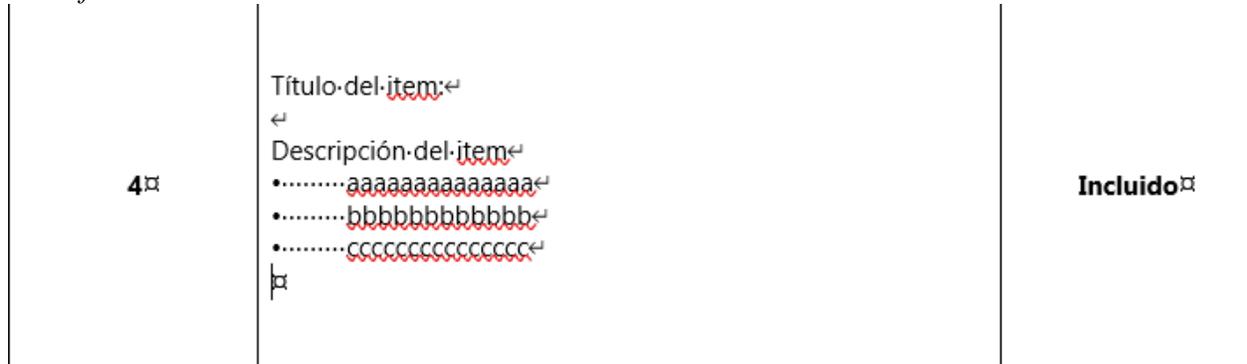
6.1.5. Puesta en marcha y control. Finalizado el proceso inicial de diseño, se puso en funcionamiento el generador de documentos en la empresa durante un periodo de dos semanas, durante las cuales se presentaron cuatro documentos de oferta creados totalmente mediante la metodología del generador. Se realizó un seguimiento y se obtuvieron las primeras retroalimentaciones de parte del equipo; se encontró que en su mayoría la herramienta funcionaba adecuadamente, sin embargo, a partir de esta información inicial de seguimiento se identificaron ciertas falencias y aspectos por mejorar que debía tener el generador.

El problema principal se dio a partir de los estilos y formatos de las tablas del documento, parte de estos no se estaba conservando al hacer el traspaso de información, se estaba perdiendo las viñetas de numeración, los estilos de letra y el espaciado entre párrafos, por lo que esta información se tenía que organizar de manera manual posteriormente a haber generado el documento. Sin embargo, esta no es la idea de la herramienta, la idea es que el documento resultante sea el final y que no se tenga que hacer cambios de información a menos de que sea un caso

extraordinario, además, este tipo de inconvenientes debían ser solucionados ya que el fin es reducir todo el tiempo posible en el proceso de creación de documentos. Los detalles mencionados se pueden observar en la Figura 6

Figura 6

Identificación inicial de errores en la herramienta



Nota. Obtenida de la primera versión del generador de documentos

- Cada ítem o texto de la casilla central tiene su estilo particular, tanto el título del ítem, como la descripción como el listado a, b y c; se identificó que estos no se estaban diferenciando en estilos y estos había que añadirseles manualmente.
- Entre el título del ítem y la descripción del ítem no debería haber un salto de renglón al activarse en el Word la visualización de las marcas de párrafo, por temas estéticos se maneja mediante la opción de añadir espacios.
- Las viñetas en la lista a, b y c no son realmente viñetas, al pasar la información del Excel al Word este queda pegado como un símbolo y mediante la visualización de las marcas de párrafo se puede apreciar que entre ese símbolo y el texto se generan muchos espacios como si se apretara repetidamente la barra espaciadora.
- Se generaban espacios entre los bordes de la tabla y el texto del recuadro que no se podían ajustar de ninguna manera (se desconoce el porqué), lo cual le estaba restando estética al resultado final de las tablas.

Una vez identificados los problemas se inició con la exploración de alternativas de solución en el código de Python y en posibles modificaciones en los formatos de los documentos. Luego de varios intentos se logró identificar que el problema no era el código en sí, si no el Python, ya que se descubrió que, al hacer estos intercambios de información entre documentos, el Python lo que

hace es tomar la información en bruto del documento de Excel y luego reacomodarla en el Word según estén estructuradas sus instrucciones por lo que era inevitable que se perdieran todos los estilos, formatos y viñetas que pudiera tener el texto original, esta forma de funcionar descartaba totalmente el que se pudiera solucionar el problema en el mismo entorno de Python.

Se exploró entonces la posibilidad de realizar este intercambio de tablas mediante VBA ya que al ser un entorno de programación del mismo Office se esperaba que tuviera una mejor interacción entre los documentos. En una etapa inicial de conceptualización se planteó la idea de realizar todo el generador mediante VBA, sin embargo, esta se descartó debido a que este entorno de programación no es tan versátil como lo pueden ser otros entornos de programación, ya que este es poco intuitivo y un poco anticuado ya que no cuenta con herramientas de asistencia para la programación, entonces en comparación, para una persona con conocimientos básicos de programación era mucho más accesible Python que VBA. Sin embargo, considerando que el problema que se tiene no se puede solucionar mediante Python, no hubo alternativa a reestructurar parte del código en VBA.

Se planteó entonces que funcionara mediante ambos entornos ya que migrar todo lo que se tenía en Python supondría perder todo el tiempo dedicado, y sería contraproducente reestructurar todo el código ya que en su mayoría funcionaba correctamente, entonces se creó un código en VBA, solamente para el reemplazo de ciertas tablas que presentaban el problema de los estilos y formatos, el código y sus dependencias se presentan en el Anexo 2. Para este proceso nuevamente se requirió de ayuda de la IA para conocer las herramientas que podía usar y conceptualizar la posible ruta de este código; se usaron entonces prompts del tipo “¿Qué librerías o dependencias de VBA son similares a las librerías con las que estoy trabajando en Python, o qué librerías podría usar para este fin?” La respuesta fue que “En VBA, las bibliotecas más relevantes para trabajar con documentos y hojas de cálculo son la biblioteca Microsoft Word Object Library y la Microsoft Excel Object Library. Estas bibliotecas permiten manipular documentos y hojas de cálculo de manera similar a cómo lo hacen librerías como docxtpl y pandas en Python” (OpenAI, 2023). Mediante esto se pudieron solucionar los problemas y se logró el resultado que se tiene en la Figura 7, en la cual se puede apreciar que ya con la visualización de las marcas de párrafo no se ven los saltos de línea ni los espacios, además se puede apreciar que cada texto tiene su estilo particular.

Figura 7

Resultado del pegado de tablas mediante VBA

4	<p><i>Título-del-item:</i></p> <p><i>Descripción-del-item</i></p> <p>❖ → Aaaaaaaaaaaaaa</p> <p>❖ → Bbbbbbbbbbbbbbb</p> <p>❖ → Cccccccccccccccc</p>	Incluido
----------	--	-----------------

Nota. Obtenida de la versión corregida del generador de documentos

Luego de aplicar las soluciones correspondientes se puso en marcha de nuevo la herramienta para generar los documentos de oferta, actualmente se sigue usando esta versión y funciona correctamente, no se han identificado nuevos problemas ni se han tenido nuevas retroalimentaciones de parte del equipo.

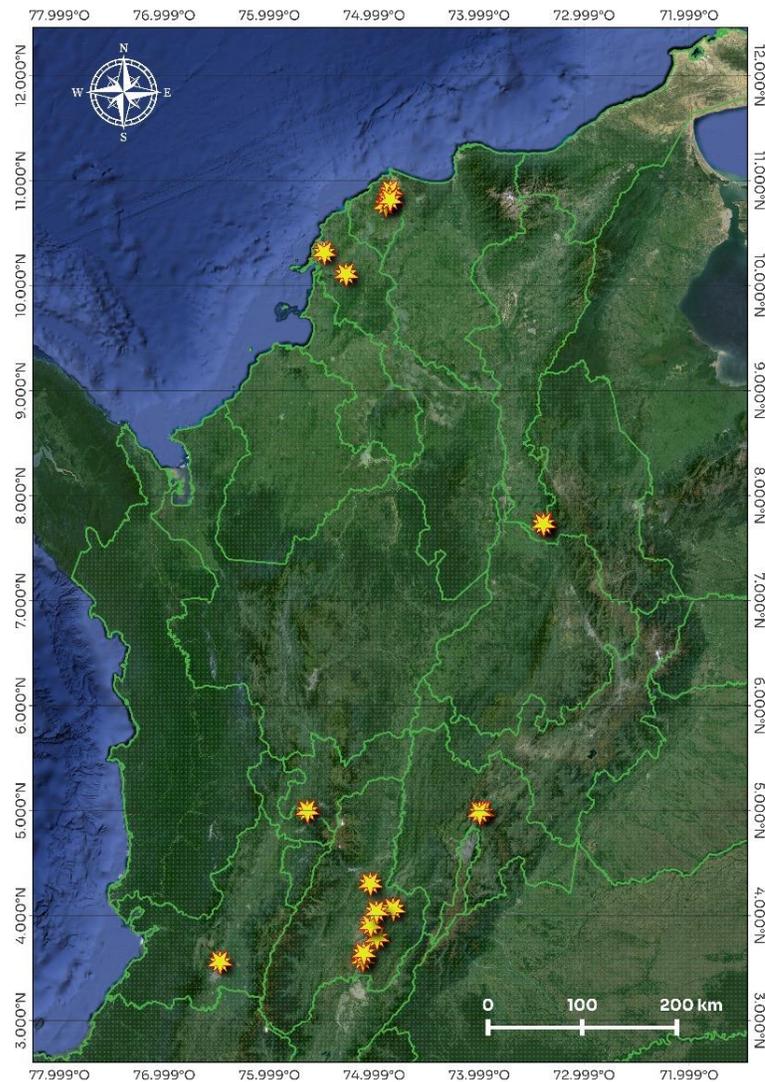
6.2. Base de datos de proveedores e insumos

6.2.1. Formato de recolección de información. Se creó un formato simple que contendría la información de las empresas con las que se llevaría proceso de cotización, el cual contiene información básica como el nombre de la empresa, tipo de servicio que ofrece, contacto, página web en caso de tener y un control de las cotizaciones que correspondería a la fecha en la que se realizó, el medio por el cual se realizó y el proyecto de referencia para el cual se realizó la cotización, esto con el fin de llevar una mejor trazabilidad de las cotizaciones realizadas, ya que llegado un punto se podrían tener muchas solicitudes en proceso y llegar a perder la noción de algunas.

Luego de esto, después de realizar la revisión de los proyectos, se identificó que en principio las zonas más concurrentes para la implantación de proyectos son Tolima y Atlántico, y otras zonas de menor tendencia como Bolívar y Norte de Santander por lo que la recolección de información tendría prioridad para estas zonas, el mapa con las tendencias de los proyectos se presenta en la Figura 8.

Figura 8

Mapa de tendencias de ejecución de proyectos



Nota. Fuente: realización propia mediante QGIS, los puntos indican la ubicación de los proyectos de la empresa

6.2.2. Análisis de los ítems del presupuesto. A partir del análisis de los presupuestos para 5 proyectos diferentes, se identificaron las obras civiles que más peso representaban para el total del presupuesto y a las cuales se les daría prioridad, se identificaron 3 actividades principales de las cuales se debía cotizar todo lo correspondiente a estas, estas se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Actividades con mayor peso de los presupuestos

Actividad	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3	Proyecto 4	Proyecto 5	Promedio
Cerramiento	18%	15%	17%	12%	11%	15%
Movimiento de tierras	5%	2%	15%	22%	36%	16%
Vías	25%	20%	21%	18%	10%	19%

Nota. Solo se consideraron actividades que representaran más de un 5% del total del presupuesto

6.2.3. Cotizaciones. Este proceso consistió básicamente en que, según el proyecto del momento, se realizaba una búsqueda en internet y mediante Google Maps las empresas más cercanas al proyecto, se almacenaba su información y cotizar las cantidades específicas que surjan del diseño. A partir de aquí es un proceso repetitivo en el cual a partir de la lista de prioridades de la Tabla 3 y del resto de obras civiles, se realizó la búsqueda en las zonas de empresas con las cuales se podría contratar el servicio en el futuro, se almacenaron los datos de nombre contacto y ubicación de la empresa, a partir de estos datos se generó comunicación con cada una de las empresas y se cotizó un caso común correspondiente al proyecto en cuestión en varias empresas que ofrecían el mismo servicio, esto se realizó primero por el tema de que no todas las solicitudes de cotización se atienden y el que sea atendida no es condicionante de que realmente se vaya a obtener una oferta comercial por parte de la empresa, en muchas ocasiones no se envía nada o la persona encargada deja de responder de un momento a otro, entonces inicialmente este proceso de cotizar en varias empresas que ofrecen el mismo servicio es asegurar que al menos se podría tener una o dos cotizaciones, lo segundo es que en el caso de que se logren obtener cotizaciones de diferentes empresas se podía hacer un análisis de la comparativa de precios y los alcances de lo que ofrece cada quien y que se pueda tener un mejor criterio a la hora de crear los presupuestos.

En teoría, este es un proceso que necesita de un tiempo considerable para poder tener una base de datos que abarque todas las alternativas de proveedores que se puedan tener para una zona, este proceso se inició aproximadamente un mes luego de haber iniciado las prácticas en la empresa y a día de hoy cuenta con 94 posibles opciones de proveedores para las zonas consideradas y de las

cuales se han obtenido alrededor de 17 ofertas económicas para las diversas obras civiles y esta lista se sigue actualizando con cada proyecto nuevo que surge, ya que este proceso de revisar proveedores se realiza siempre para la ubicación específica de cada proyecto.

6.3. Observación y encuestas

Finalmente, con las herramientas en funcionamiento se procedió a realizar la observación del funcionamiento de las herramientas, en que aspectos se obtuvieron mejoras en comparación con cómo se realizaban los procesos anteriormente y se obtuvieron los datos de las encuestas y entrevistas que se le realizaron a las personas del equipo, para el registro de los efectos del generador de documentos se entrevistó a un total de 4 personas mediante la encuesta presentada en el Anexo 4, los resultados en forma de gráficos obtenidos de Google Forms se resumen en las Figura 9 a la Figura 14.

Figura 9

Resultados a la pregunta: En una escala del 1 al 10. ¿Cómo evaluarías la reducción de tiempo en la creación e documentos técnicos desde la implementación de la nueva metodología?

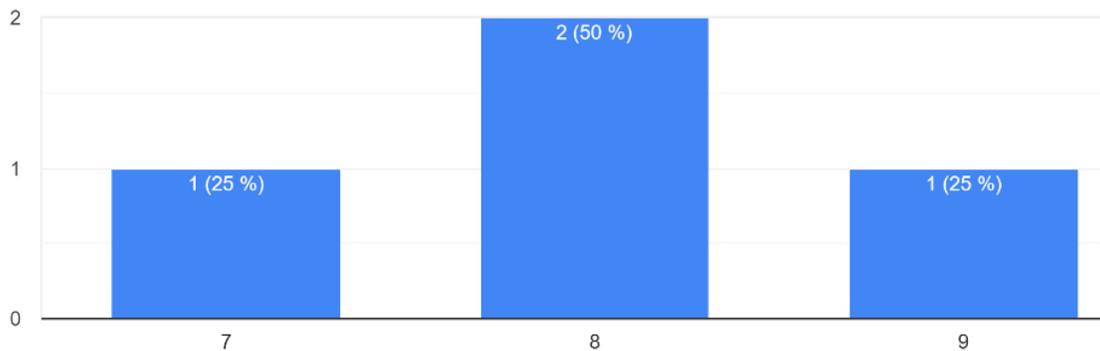


Figura 10

Resultados a la pregunta: ¿Cuánto tiempo, aproximadamente, consideras que ahora ahorras semanalmente en la creación de documentos técnicos gracias a esta metodología?

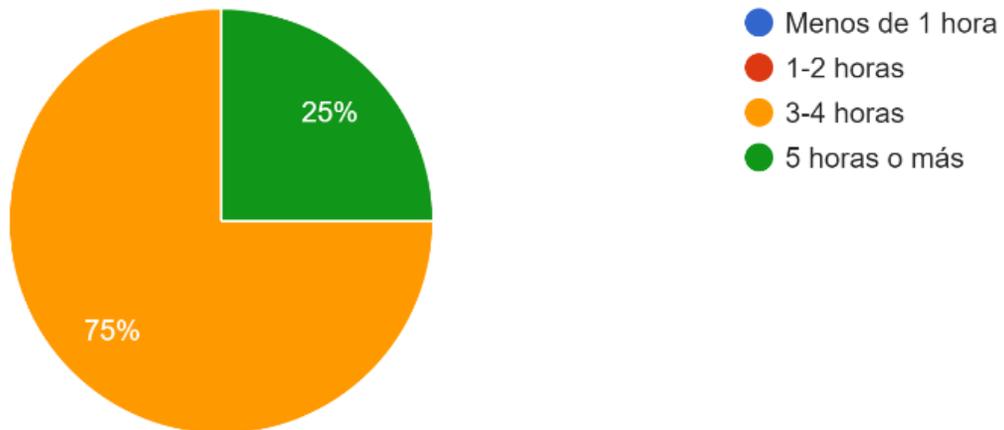


Figura 11

Resultados a la pregunta: ¿Has podido destinar más tiempo a otras actividades críticas del proyecto gracias a la reducción de tiempo en la creación de documentos?

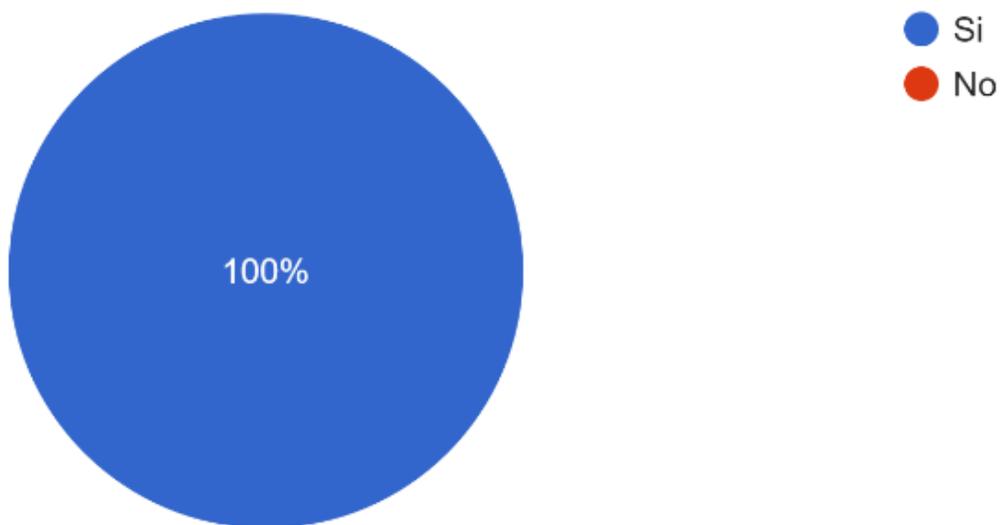


Figura 12

Resultados a la pregunta: ¿Cómo calificarías la calidad y consistencia de los documentos generados con la nueva metodología en comparación con los creados manualmente?

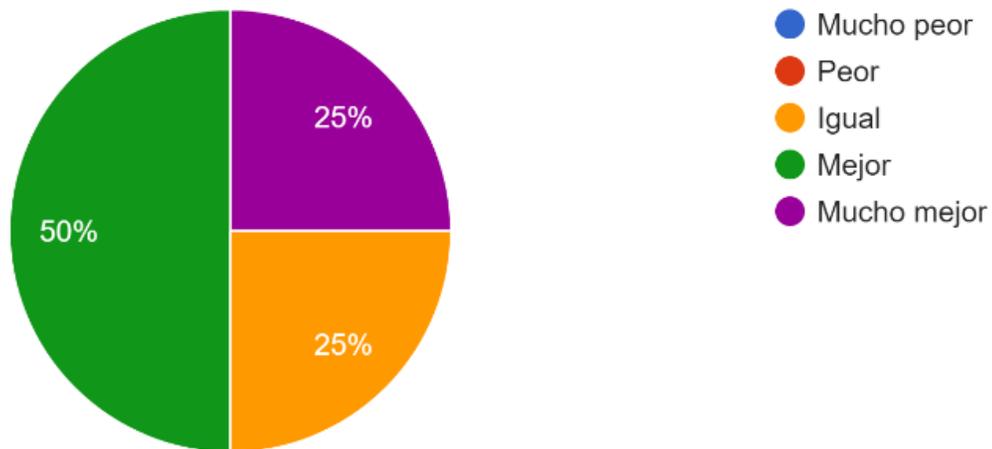


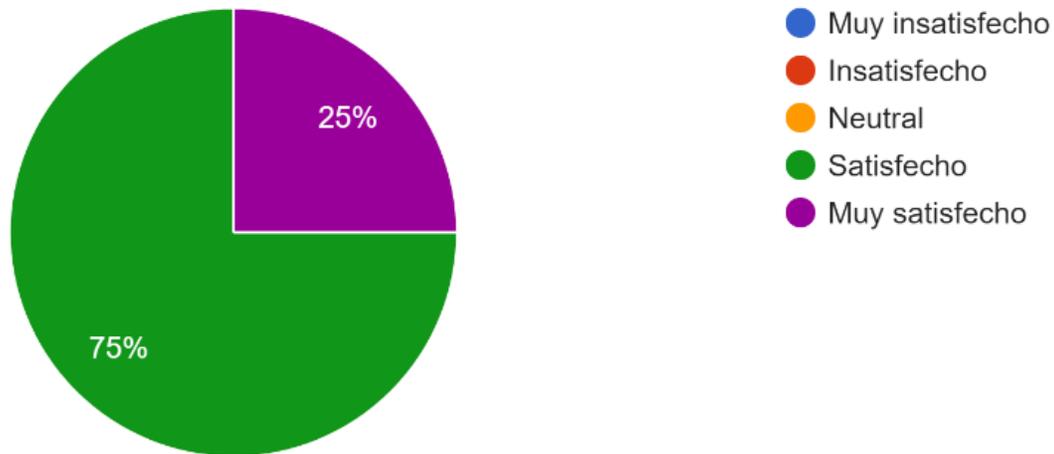
Figura 13

Resultados a la pregunta: ¿Consideras que la nueva metodología ha mejorado la uniformidad en el estilo y formato de los documentos técnicos?



Figura 14

Resultados a la pregunta: ¿Qué tan satisfecho estás con la nueva metodología de generación de documentos?



A partir de los resultados obtenidos de las personas del equipo que participaron de la encuesta se puede ver que la percepción acerca del modo de trabajo con el generador de documentos es positiva; si se suma en conjunto el tiempo que puede dedicar cada persona a actividades diferentes, se estaría teniendo entre 14 y 17 horas de tiempo asignable a otros aspectos diferentes a la creación de documentos. Este es un resultado bastante positivo, puesto que es un tiempo considerable en el que se pueden revisar más a detalle muchos otros temas como lo puede ser los diseños, presupuestos, mejorar metodologías en otros ámbitos, entre muchas otras cosas en las que se puede emplear este tiempo. Por lo que se tiene finalmente que el objetivo 1 de este trabajo tuvo un resultado exitoso.

Adicionalmente, la encuesta permitió un espacio de retroalimentación adicional en el que se podía proponer funcionalidades adicionales que se deseara que tuviera el documento, esto con el fin de lograr una optimización de tiempo aun mayor que la que ya se pudo obtener, se realiza entonces una propuesta de mejora que consistiría en reducir la cantidad de datos ingresados manualmente en el Excel con la información para el documento y correspondería más específicamente a que se vinculen automáticamente ciertas cantidades desde el documento del presupuesto a la información del documento, por lo que se tiene que explorar la forma de

implementar esta función a futuro. Los resultados del espacio de retroalimentación se presentan en la Tabla 44.

Tabla 4

Resultados espacio de retroalimentación

Pregunta	Retroalimentación
¿Hay alguna funcionalidad adicional que te gustaría que se incorporara a la herramienta de generación de documentos?	Enlazar datos del presupuesto a la plantilla directamente
¿Qué aspectos de la herramienta crees que podrían mejorarse?	Sin respuestas

Nota. Obtenidas de las preguntas abiertas de la encuesta

Con respecto a la base de datos de proveedores, al no obtener un avance considerable en las cotizaciones obtenidas se considera que no tiene sentido realizar una encuesta de satisfacción acerca de este tema ya que aún hoy en día no se ha identificado una oportunidad de mejora considerable y directamente se considera que no ha tenido beneficios concluyentes hasta el momento.

8 Conclusiones

Las mejoras en la productividad se pudieron ver reflejadas en etapas tempranas del funcionamiento de la herramienta ya que el proceso de creación de documentos paso de estar a cargo de ser revisado por todo el equipo a ser generado solo entre dos personas. Por lo que a partir de este punto todo lo que se pudiera optimizar de la herramienta generación de documentos iba a ser una ganancia adicional, porque ya se estaría contribuyendo a reducir el tiempo empleado de las dos personas encargadas.

La herramienta permitió alivianar la carga de tener que revisar errores o posible información no perteneciente al proyecto, esto al dar un mayor margen de seguridad al tener un verdadero control de la información nueva que se está ingresando y de la información que nunca varía, por lo que la generación de documentos técnicos de ofertas finalmente se redujo a ingresar información

y verificar que sea la información correcta. Se podría concluir que la herramienta de generación de documentos fue un éxito y cumplió con el objetivo planteado de aumentar la productividad general del equipo.

De los resultados obtenidos sobre el proceso de creación de la base de datos de proveedores, se pudo identificar que efectivamente el tener un presupuesto lo más aterrizado a la realidad es más complejo de lo que parece, ya que una tarea simple que en principio aparentemente no requiere de mucho conocimiento técnico como lo es realizar una cotización para preguntar por precios, termina siendo una tarea bastante compleja, principalmente porque todo pasa a depender de la empresa que realiza la cotización, y a partir del proceso llevado se identificó que es difícil obtener ofertas económicas, debido a que del total de solicitudes presentadas, hasta el momento solo se ha tenido éxito en el 14% de estas.

Adicionalmente, el proceso de cotizaciones se vuelve más complejo porque no todas las ofertas que se presentan de parte de algunas empresas tienen la calidad suficiente como para tener la suficiente confianza en los valores que se presentan, ya que en algunos casos se pudo identificar que eran ofertas con valores que no eran para nada aterrizados, u ofertas en las cuales las especificaciones de los materiales no tenían mucho sentido o la calidad suficiente para poder ser usados en los presupuestos propios.

Acercas de los objetivos se concluye entonces un éxito parcial sobre lo propuesto, considerando que, por un lado, el objetivo 1 correspondiente al generador de documentos fue un éxito, logrando obtener una mejora considerable en la productividad del equipo, la calidad de los nuevos documentos creados y en la satisfacción general con la nueva metodología de hacerlo. Sin embargo, con el objetivo 2 no se identificó una mejora en la productividad a partir de lo obtenido hasta este punto debido a las dificultades presentadas en el desarrollo de este objetivo. Finalmente, como el objetivo general consistía una mejora en la productividad a partir de mejoras en la generación de documentos y manejo de información para los presupuestos, se logró una mejora de productividad gracias a la generación de documentos, pero no a partir del conjunto como se planteó; por lo que se concluye entonces que se logró un éxito parcial, el cual, sin embargo, es un éxito bastante positivo y con el que finalmente se está satisfecho dentro del equipo.

Finalmente, se podría decir que esta tarea de mantener una base de datos actualizada y con precios aterrizados a la realidad deberían ser constante, ya que periódicamente se tendría que estar actualizando y mejorando. Adicional, la aplicación de herramientas de automatización para lo presentado en este trabajo se puede extrapolar tanto a la generación de actas, para la organización de archivos e información entrante y saliente, entre muchas otras aplicaciones.

Referencias

- Beltrán, A. Jaramillo, M. & Molina, A. (2016). Elaboración de una guía para la planeación y control de alcance, tiempo, costo y partes interesadas, para proyectos de construcción, caso práctico: construcción multifamiliar Rincón del Bosque-Constructora CHM.
- Berkun, S. (2008). Making Things Happen Mastering Project Management.
- Biggins, F. Travers, D. Ejeh, J. Lee, R. Buckley, A. & Brown, S. (2023). The economic impact of location on a solar farm co-located with energy storage. *Energy*, 278. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127702>
- Cárdenas, E. & Molano, V. (2022). Contratos inteligentes y automatización como desarrollos aplicados del legaltech en Colombia. *Revista Direito GV*, 18(1), e2211. <https://doi.org/10.1590/2317-6172202211>
- Castro-Lacouture, D. (2023). Construction Automation and Smart Buildings. In S. Y. Nof (Ed.), *Springer Handbook of Automation* (pp. 1035–1053). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96729-1_48
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). Indicadores económicos alrededor de la construcción. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion>
- Faghihi, V. Nejat, A. Reinschmidt, K. & Kang, J. (2015). Automation in construction scheduling: a review of the literature. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 81(9–12), 1845–1856. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7339-0>
- Global Alliance for Buildings and Construction. (2021). 2021 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. Global Alliance for Buildings and Construction. <https://globalabc.org/resources/publications/2021-global-status-report-buildings-and-construction>
- Kerzner, H. (2017). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling* (Twelfth edition.). Wiley.
- Kim, M. Chi, H. Wang, X. & Ding, L. (2015). Automation and Robotics in Construction and Civil Engineering. In *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications* (Vol.

- 79, Issues 3–4, pp. 347–350). Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/s10846-015-0252-9>
- Massery Ayala, J. (2021). Automatización de los cálculos presupuestales para la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Tecnológico de Antioquia, Institución Universitaria.
- OpenAI. (2024). ChatGPT. [Modelo de lenguaje de gran tamaño]. <https://chat.openai.com/chat>
- Project Management Institute. & Project Management Institute. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). (6th ed.).
- Sarkar, D. Dhaneshwar, D. & Raval, P. (2023). Automation in Monitoring of Construction Projects Through BIM-IoT-Blockchain Model. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, 104(2), 317–333. <https://doi.org/10.1007/s40030-023-00727-8>
- Shafique, M. Zeb, M. & Rahman, A. (2023). THE IMPACT OF PROJECT COMPLEXITY ON PROJECT SUCCESS WITH THE MEDIATING ROLE OF TEAM PERFORMANCE. 4, 2023.
- Shimon Y. Nof. (2023). Springer Handbook of Automation. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-96729-1>
- Wati, E. & Meukam, P. (2024). Impact of the climate change on the site suitability for solar farms: Case study of Cameroon. *Renewable Energy*, 225. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.120310>
- Watson III, E. F., & Schwarz, A. H. (2023). Enterprise and Business Process Automation. In S. Y. Nof (Ed.), *Springer Handbook of Automation* (pp. 1385–1400). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96729-1_65
- Wong, J. Wang, X. Li, H. & Chan, G. (2014). A review of cloud-based BIM technology in the construction sector. 19, 281–291.

Anexos

Anexo 1. Dependencias necesarias para el funcionamiento del generador con Python

- Descarga del lenguaje de programación Python <https://www.python.org>
- El entorno usado fue Visual Studio Code, sin embargo, es indiferente cual se use <https://code.visualstudio.com>
- Librerías necesarias para el código

```
altgraph==0.17.4
Babel==2.15.0
distlib==0.3.8
docxcompose==1.4.0
docxtpl==0.17.0
et-xmlfile==1.1.0
filelock==3.14.0
Jinja2==3.1.4
lxml==5.2.2
MarkupSafe==2.1.5
openpyxl==3.1.2
packaging==24.0
pefile==2023.2.7
platformdirs==4.2.1
pyinstaller==6.6.0
pyinstaller-hooks-contrib==2024.6
python-docx==1.1.2
pywin32==306
pywin32-ctypes==0.2.2
setuptools==69.5.1
six==1.16.0
typing_extensions==4.11.0
virtualenv==20.26.2
xlwings==0.31.2
```

- Estructura de archivos del entorno virtual

 build	20/05/2024 2:05 a. m.	Carpeta de archivos	
 dist	20/05/2024 2:19 a. m.	Carpeta de archivos	
 IMAGENES	20/05/2024 2:27 a. m.	Carpeta de archivos	
 venv	20/05/2024 1:59 a. m.	Carpeta de archivos	
 CODIGOIA.exe	20/05/2024 2:06 a. m.	Aplicación	28.225 KB
 CODIGOIA.py	20/05/2024 2:11 a. m.	Archivo de origen ...	13 KB
 CODIGOIA.spec	20/05/2024 2:05 a. m.	Archivo SPEC	1 KB
 DATOS_DTECNICO.xlsm	20/05/2024 2:25 a. m.	Hoja de cálculo ha...	50 KB
 Documentotecnico23_06_2024.docx	23/06/2024 8:57 p. m.	Documento de Mi...	24.787 KB
 ejecutableAlterno.bat	13/05/2024 10:39 p. m.	Archivo por lotes ...	1 KB
 requirements.txt	20/05/2024 2:04 a. m.	Documento de tex...	1 KB
 temp.docx	23/06/2024 8:57 p. m.	Documento de Mi...	24.798 KB
 TEMPLATE.docx	20/05/2024 12:45 a. m.	Documento de Mi...	12.296 KB

Anexo 2. Dependencias y estructura de reemplazo de tablas de Excel a Word mediante VBA

```
Sub reemplazoMarcadores()  
    Dim wdApp As Word.Application  
    Dim wdDocument As Word.Document  
    Dim documentPath As String, search As String, replacement As String  
    Dim replacements As range  
    Dim i As Integer  
  
    documentPath = ActiveSheet.range("C2").Value  
  
    Set wdApp = New Word.Application  
    wdApp.Visible = True  
    Set wdDocument = wdApp.Documents.Open(documentPath, , True)  
    Set replacements = ActiveSheet.range("A2").CurrentRegion  
  
    For i = 3 To replacements.Rows.Count  
        search = replacements(i, 1)  
        replacement = replacements(i, 3)  
        Call FindAndReplace(search, replacement, wdDocument)  
    Next  
  
    Set wdApp = Nothing  
    Set wdDocument = Nothing  
  
End Sub  
  
Sub FindAndReplace(strSearch As String, strReplacement As String, doc As Word.Document)  
    Dim wdStoryRange As Word.range  
    For Each wdStoryRange In doc.StoryRanges  
        With wdStoryRange.Find  
            .text = strSearch  
            .Forward = True  
            .replacement.ClearFormatting  
            .replacement.text = strReplacement  
            .Execute Replace:=wdReplaceAll, Forward:=True  
        End With  
    Next  
End Sub
```

Anexo 3. Ejemplo de reemplazo del generador de documentos

DATOS GENERALES		ALCANCES PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	
ITEM	DATO	ITEM	OBSERVACIÓN
OGE	1000	Ingeniero ambiental y auxiliar	Prueba 1
Nombre de la planta solar	PRUEBA	Profesional Social y Auxiliar	Prueba 2
Versión del documento	1	Plan de Manejo Ambiental ejecución fichas sociales y ambientales	Prueba 3
Municipio		Los costos en que incurre la empresa, para la recolección, almacenamiento, acopio, transporte, manejo y disposición final de residuos.	Prueba 4
Departamento		Aprovechamiento forestal	Prueba 5
Coordenadas cerramiento		Ahuyentamiento fauna y reubicación de epifitas - Biología	Prueba 6
Tipo de estructura		Informe de cumplimiento Ambiental (Semestral)	Prueba 7
Norma de equipos mayores		Implementación de plan de manejo arqueológico	Prueba 8
Norma de instalaciones eléctricas		Arqueología pública y tenencia	Prueba 9
Norma de construcción de infraestructura		Plan de Compensación	Prueba 10
Tipo de contrato	Oferta vinculante	Plan de inversión social (ERCO en proceso de estandarización)	Prueba 11
Validez de la oferta	La propuesta técnica y comercial será válida por un período de 60 días, al cabo de este tiempo se deben revisar nuevamente las condiciones de mercado.		
Cronograma del proyecto (meses)	6		
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PARQUE			
Potencia pico [CC] MWp	1		
Potencia nominal [CA] (MWh)	2		
Área del parque (ha)	3		
Ratio	4		

Paso 1: se ingresa la información en formato de input de datos

 build	20/05/2024 2:05 a. m.	Carpeta de archivos	
 dist	20/05/2024 2:19 a. m.	Carpeta de archivos	
 IMAGENES	20/05/2024 2:27 a. m.	Carpeta de archivos	
 venv	20/05/2024 1:59 a. m.	Carpeta de archivos	
 CODIGOIA.exe	20/05/2024 2:06 a. m.	Aplicación	28.225 KB
 CODIGOIA.py	20/05/2024 2:11 a. m.	Archivo de origen ...	13 KB
 CODIGOIA.spec	20/05/2024 2:05 a. m.	Archivo SPEC	1 KB
 DATOS_DTECNICO.xlsm	20/05/2024 2:25 a. m.	Hoja de cálculo ha...	50 KB
 ejecutableAlternativo.bat	13/05/2024 10:39 p. m.	Archivo por lotes ...	1 KB
 requirements.txt	20/05/2024 2:04 a. m.	Documento de tex...	1 KB
 temp.docx	23/06/2024 8:57 p. m.	Documento de Mi...	24.798 KB
 TEMPLATE.docx	20/05/2024 12:45 a. m.	Documento de Mi...	12.296 KB

Paso 2: se inicia el ejecutable dentro del entorno virtual

build	20/05/2024 2:05 a. m.	Carpeta de archivos	
dist	20/05/2024 2:19 a. m.	Carpeta de archivos	
IMAGENES	20/05/2024 2:27 a. m.	Carpeta de archivos	
venv	20/05/2024 1:59 a. m.	Carpeta de archivos	
CODIGOIA.exe	20/05/2024 2:06 a. m.	Aplicación	28.225 KB
CODIGOIA.py	20/05/2024 2:11 a. m.	Archivo de origen ...	13 KB
CODIGOIA.spec	20/05/2024 2:05 a. m.	Archivo SPEC	1 KB
DATOS_DTECNICO.xlsm	20/05/2024 2:25 a. m.	Hoja de cálculo ha...	50 KB
DocumentotecnicoPRUEBA07_07_2024.d...	7/07/2024 10:15 p. m.	Documento de Mi...	24.787 KB
ejecutableAlterno.bat	13/05/2024 10:39 p. m.	Archivo por lotes ...	1 KB
requirements.txt	20/05/2024 2:04 a. m.	Documento de tex...	1 KB
temp.docx	7/07/2024 10:14 p. m.	Documento de Mi...	24.798 KB
TEMPLATE.docx	20/05/2024 12:45 a. m.	Documento de Mi...	12.296 KB

Luego de ejecutarse el código se genera el documento con toda la información



	OFERTA EPC PLANTA SOLAR PRUEBA	Código: OGE-1000
		Versión: 1
		Fecha: 07/07/2024

Resultado 1

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PARQUE	
Potencia pico [CC] MWp	1
Potencia nominal [CA] (MWn)	2
Área del parque (ha)	3
Ratio	4

Resultado 2

ITEM	OBSERVACIÓN
Ingeniero ambiental y auxiliar	Prueba 1
Profesional Social y Auxiliar	Prueba 2
Plan de Manejo Ambiental ejecución fichas sociales y ambientales	Prueba 3
Los costos en que incurre la empresa, para la recolección, almacenamiento, acopio, transporte, manejo y disposición final de residuos.	Prueba 4
Aprovechamiento forestal	Prueba 5
Abuyentamiento fauna y reubicación de epifitas - Biología	Prueba 6
Informe de cumplimiento Ambiental (Semestral)	Prueba 7
Implementación de plan de manejo arqueológico	Prueba 8
Arqueología publica y tenencia	Prueba 9
Plan de Compensación	Prueba 10
Plan de inversión social (ERCO en proceso de estandarización)	Prueba 11

Resultado 3

Anexo 4. Encuesta de satisfacción sobre la herramienta del generador de documentos

Encuesta de percepción acerca del generador de documentos

La herramienta del generador de documentos ha sido desarrollada con el objetivo de aumentar la productividad general del equipo de Ofertas Gran Escala al automatizar la creación y revisión de documentos técnicos para las ofertas presentadas, con esto se espera reducir significativamente el tiempo dedicado a estas tareas y los errores de información o estilos que se puedan presentar. Se espera que este tiempo ahorrado se pueda emplear en aspectos más críticos de los proyectos, mejorando así la eficiencia y efectividad general del equipo.

Deseo conocer tu percepción sobre el generador de documentos y obtener tu opinión sobre si ha contribuido a mejorar tu productividad en otras actividades clave del proyecto. Tu feedback es esencial para evaluar el impacto de esta herramienta y realizar las mejoras necesarias.

1. En una escala del 1 al 10, ¿Cómo evaluarías la reducción de tiempo en la creación de documentos técnicos desde la implementación de la nueva metodología?
1 (No ha reducido el tiempo) a 10 (Ha reducido significativamente el tiempo)

2. ¿Cuánto tiempo, aproximadamente, consideras que ahora ahorras semanalmente en la creación de documentos técnicos gracias a esta metodología?

Marca solo un óvalo.

- Menos de 1 hora
- 1-2 horas
- 3-4 horas
- 5 horas o más

3. ¿Has podido destinar más tiempo a otras actividades críticas del proyecto gracias a la reducción de tiempo en la creación de documentos?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

4. ¿Cómo calificarías la calidad y consistencia de los documentos generados con la nueva metodología en comparación con los creados manualmente?

Marca solo un óvalo.

- Mucho peor
 Peor
 Igual
 Mejor
 Mucho mejor

5. ¿Consideras que la nueva metodología ha mejorado la uniformidad en el estilo y formato de los documentos técnicos?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 No estoy seguro(a)

6. ¿Qué tan satisfecho estás con la nueva metodología de generación de documentos?

Marca solo un óvalo.

- Muy insatisfecho
- Insatisfecho
- Neutral
- Satisfecho
- Muy satisfecho

Preguntas abiertas (Opcional)

7. ¿Qué aspectos de la herramienta crees que podrían mejorarse?

8. ¿Hay alguna funcionalidad adicional que te gustaría que se incorporara a la herramienta de generación de documentos?
