



Aplicación de Tecnologías de IA en la Gestión de Proyectos de Ingeniería Civil: creación de una base de datos relacional y un asistente de búsqueda potenciado con GPT

Jefferson Manuel Ramos Cuchala

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Asesores

Wilber Humberto Vélez Gómez, Doctor (PhD)

Freddy Emilio Montoya Hernández, Especialista (Esp)

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Ramos Cuchala, 2024)
Referencia	(Ramos Cuchala, 2024) Aplicación de Tecnologías de IA en la Gestión de Proyectos de Ingeniería Civil: creación de una base de datos relacional y un asistente de búsqueda potenciado con GPT, 2023. [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 querida familia, cuyo apoyo incondicional ha sido el pilar fundamental en cada paso de mi camino. Su amor y aliento han sido la luz que ha guiado mi esfuerzo y dedicación.

Agradecimientos

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad de Antioquia, que me proporcionó los conocimientos y la formación necesaria para mi desarrollo profesional y académico.

A la empresa FEMH Ingeniería y Construcción SAS que me brindó la oportunidad de desarrollar mis prácticas académicas, gracias por el espacio y la confianza que me han otorgado. Su disposición para compartir información y recursos ha sido esencial para la culminación exitosa de mi proyecto.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Planteamiento del problema	10
1.1 Antecedentes	10
2 Justificación.....	11
3 Objetivos	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4 Marco teórico	13
4.1 Gestión de proyectos	13
4.2 Bases de Datos Relacionales	13
4.3 Inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural.....	14
4.4 Software de código abierto.....	14
5 Metodología	15
5.1 Enfoque cualitativo	15
5.2 Enfoque cuantitativo	15
6 Resultados	16
6.1 Organización documental.....	16
6.1.1 Calidad de los datos	17
6.2 Búsqueda en base de datos potenciada con GPT	17
8 Conclusiones	23
Referencias	25
Anexos.....	26

Lista de figuras

Figura 1	9
Figura 2	18
Figura 3	20

Siglas, acrónimos y abreviaturas

API	Application Programming Interface
CSV	Comma Separated Values
GPT	Generative Pretrained Transformer
IA	Inteligencia Artificial
ISO	International Organization for Standardization
LLM	Large Language Model
SAD	Sistemas de Ayuda a la Decisión
SQL	Structured Query Language

Resumen

Este informe presenta el desarrollo del proyecto de prácticas académicas realizado en FEMH Ingeniería y Construcción SAS. El proyecto consistió en la organización de la gestión documental de los archivos de las memorias de cálculo estructural de la empresa dispersos en discos locales; para centralizar esta información, se utilizó Google Drive. Posteriormente, se elaboró una base de datos en SQLite para gestionar la meta data de los proyectos para una correcta identificación. Además, en el proceso de elaboración de la base de datos se agregó una breve caracterización de cada estructura, transformándola en una base de datos relacional, lo cual permitió el desarrollo de una web app que implementa un asistente de búsqueda potenciado con el modelo de OpenAI API “gpt-4-1106-preview” para interactuar con el usuario y realizar una búsqueda en la base de datos en lenguaje natural. Como resultado, se logró una gestión documental más eficiente y accesible, lo que contribuye a la optimización de los procesos de diseño estructural de la empresa.

Palabras clave: gestión documental, diseño estructural, memorias de cálculo estructural, base de datos relacional, inteligencia artificial.

Abstract

This report details the academic internship project at FEMH Ingeniería y Construcción SAS. The project's primary objective was to organize the document management of the company's structural calculation reports files, which were scattered across local disks. To centralize this information, we utilized Google Drive and its associated tools. Following this, we created a relational database in SQLite to manage the projects' metadata. During the database development process, we added a brief characterization of each structure. This addition facilitated the development of a web app that implements a search assistant. This assistant, powered by the OpenAI API model "gpt-4-1106-preview," interacts with the user and performs a search in the database using natural language. The result of this project was a more efficient and accessible document management system. This new system contributes significantly to the optimization of the company's structural design processes. The project's success demonstrates the potential of integrating modern technology into traditional business operations, particularly in the field of document management.

Keywords: document management, structural design, structural calculation reports, relational database, artificial intelligence.

Introducción

Este informe se centra en la aplicación de tecnologías de inteligencia artificial (IA) para mejorar la gestión de proyectos de ingeniería civil, específicamente en el área de diseño estructural. El trabajo se realizó en el contexto de unas prácticas académicas en la empresa FEMH Ingeniería y Construcción SAS, la cual tenía dificultades para gestionar eficientemente sus archivos de memorias de cálculo estructural, que se encontraban dispersos en diferentes medios.

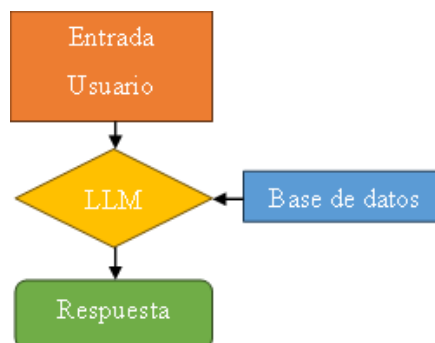
El objetivo principal fue desarrollar un sistema integral para organizar y gestionar la documentación de los proyectos. Este sistema incluyó:

- **Centralización de archivos.**
- **Base de datos relacional.**
- **Aplicación web.**

La metodología consistió en unificar los archivos, diseñar y poblar la base de datos, y desarrollar la aplicación web utilizando técnicas de procesamiento de lenguaje natural. Como resultado, se logró una gestión documental más eficiente, un mejor acceso a la información de proyectos y la posibilidad de realizar búsquedas en lenguaje natural sobre las características almacenadas en la base de datos. El diagrama de flujo general muestra cómo el sistema LLM actúa como un intermediario entre el usuario y la base de datos, procesando las consultas del usuario y extrayendo la información relevante de la base de datos para proporcionar respuestas útiles y comprensibles (**Figura 1**).

Figura 1

Diagrama de flujo general.



En conclusión, este proyecto representa una innovación en la incorporación de IA para la gestión de información en ingeniería civil, sentando las bases para mejorar procesos en la empresa y potenciar el uso de nuevas tecnologías en el sector.

1 Planteamiento del problema

La empresa escenario de prácticas académicas enfrentaba dificultades significativas en la gestión de los archivos de las memorias de cálculo estructural de sus proyectos de ingeniería civil. Estos documentos técnicos, que contienen información valiosa sobre los análisis y diseños realizados, se encontraban dispersos entre varios medios de almacenamiento como correos electrónicos y discos de almacenamiento externos e internos.

Esta dispersión documental generaba problemas frecuentes en la búsqueda y acceso a información relevante de proyectos pasados, lo cual resultaba en pérdidas de tiempo e ineficiencias. Además, no existía una base de datos central que permitiera gestionar y relacionar los metadatos de las memorias con sus respectivos proyectos.

En resumen, la deficiente gestión documental de las memorias de cálculo estructural limitaba la trazabilidad entre proyectos, impedía la reutilización efectiva de datos, provocaba repeticiones de esfuerzos y repercutía negativamente en la productividad de la empresa. Se hacía necesario implementar mejoras urgentes para aprovechar adecuadamente estos activos informáticos fundamentales para la organización.

1.1 Antecedentes

Algunos modelos de gestión documental que se han utilizado en empresas de ingeniería civil incluyen:

- Implementar prácticas de preservación digital junto con una adecuada gestión de registros: desde el momento en que se crean los documentos, para preservar los activos de información digital a largo plazo (García-Morales & Gallego-García, 2022).

- Utilizar estándares ISO 9001 para diseñar un modelo de gestión documental enfocado en generar, recibir, preservar, controlar y eliminar documentos dentro de la organización (Mendoza-González et al., 2021).
- Automatizar procesos para lograr un respaldo y recuperación de documentos eficientes, utilizando sistemas de gestión documental autorizados (Mendoza-González et al., 2021).
- Analizar aspectos relacionados con el cumplimiento de los procesos establecidos por el departamento de gestión documental, a través de entrevistas y encuestas al personal administrativo (Mendoza-González et al., 2021).
- Considerar la implementación de técnicas de inteligencia artificial como el procesamiento de lenguaje natural para facilitar la gestión de información en el área de la construcción (Obregón & Giovanna, 2019).

En resumen, los modelos y prácticas clave de gestión documental que se han explorado en el ámbito de la ingeniería civil incluyen aprovechar estándares como ISO 9001, automatizar procesos, utilizar métodos de preservación digital y aplicar técnicas emergentes como la IA para mejorar la eficiencia.

2 Justificación

El interés en este proyecto surge de la necesidad de mejorar la gestión documental en la empresa escenario de prácticas académicas, específicamente en lo que respecta a las memorias de cálculo estructural. Estos documentos, que contienen información valiosa sobre los análisis y diseños realizados, se encontraban dispersos en diferentes medios, lo que dificultaba su acceso y utilización eficiente.

La selección de este tema se basó en la relevancia de la gestión documental para la eficiencia operativa de las empresas de ingeniería civil. Además, se identificó una oportunidad para incorporar tecnologías de inteligencia artificial en este proceso, lo que podría representar una innovación significativa en el sector.

El aporte de este proyecto a la ingeniería civil radica en la propuesta de un modelo de gestión documental que integra la centralización de archivos, la creación de una base de datos relacional y el desarrollo de una aplicación web con capacidades de procesamiento de lenguaje natural. Este modelo no solo mejora la eficiencia en la gestión de la documentación de los proyectos, sino que también facilita el acceso a la información y permite realizar búsquedas en lenguaje natural sobre las características almacenadas en la base de datos. Además, este proyecto contribuye a la formación académica al proporcionar una experiencia práctica en la aplicación de tecnologías emergentes en un contexto empresarial real. Asimismo, sienta las bases para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la gestión documental en ingeniería civil, especialmente en lo que respecta a la incorporación de técnicas de inteligencia artificial.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema integral de gestión documental y base de datos para los archivos de memorias de cálculo estructural de la empresa, incorporando técnicas de inteligencia artificial para facilitar el acceso y análisis de información.

3.2 Objetivos específicos

- Organizar y centralizar los archivos de memorias de cálculo estructural dispersos en una carpeta única de Google Drive.
- Diseñar y construir una base de datos relacional en SQLite para almacenar y gestionar metadatos de los proyectos y sus memorias asociadas.
- Desarrollar una aplicación web que implemente un asistente de búsqueda potenciado con el modelo de OpenAI API “gpt-4-1106-preview” para interactuar con el usuario y realizar una búsqueda en la base de datos en lenguaje natural.
- Lograr una gestión documental más eficiente mediante la integración de las soluciones desarrolladas, que facilite y agilice el acceso y análisis de información de proyectos.

- Sentar las bases para la incorporación de técnicas de inteligencia artificial en los procesos de gestión de información de la empresa, fomentando la innovación en el sector.

4 Marco teórico

4.1 Gestión de proyectos

La gestión de proyectos de ingeniería civil ha experimentado una transformación significativa con la incorporación de tecnologías de inteligencia artificial (IA). Los sistemas de ayuda a la decisión (SAD), apoyados por bases de datos y programas de simulación, han facilitado la transformación de información en conocimiento que permite tomar decisiones para la solución de problemas concretos en el campo de la ingeniería civil (Oñate, Marcipar, & Piazzese, 2003). La gestión eficiente de la información es fundamental para la productividad y competitividad de las empresas de ingeniería civil. Varios autores han propuesto modelos para mejorar la gestión documental en este sector, incluyendo la preservación digital, el uso de estándares como ISO 9001, la automatización de procesos y el análisis de cumplimiento de procesos establecidos (García-Morales & Gallego-García, 2022; Mendoza-González et al., 2021).

En particular, Obregón & Giovanna (2019) plantean la aplicación de técnicas de inteligencia artificial como el procesamiento de lenguaje natural para facilitar la gestión de información. Esto es precisamente uno de los objetivos de este proyecto.

4.2 Bases de Datos Relacionales

Las bases de datos SQL relacionales han demostrado ser una herramienta efectiva para organizar, recuperar e interpretar información de manera estructurada y comprensible. En el ámbito de la gestión de proyectos de ingeniería civil, estas bases de datos se pueden utilizar para almacenar y administrar metadatos relacionados con los proyectos y sus documentos asociados, lo que facilita el acceso y análisis de la información.

Las bases de datos relacionales permiten almacenar y gestionar grandes volúmenes de información de forma estructurada mediante tablas que se relacionan entre sí. Rodríguez et al.

(2017) y López & Pijal (2017) presentan casos de aplicación de bases de datos en proyectos de ingeniería y medicina respectivamente.

Específicamente, Rodríguez et al. (2017) implementaron una base de datos en SQLite para almacenar metadatos de proyectos de ingeniería civil y sus memorias de cálculo asociadas. Esta es una funcionalidad similar a la desarrollada en este proyecto de prácticas.

4.3 Inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural

Los asistentes virtuales, potenciados con técnicas de procesamiento de lenguaje natural, han emergido como una solución innovadora para facilitar la búsqueda y recuperación de información. La inteligencia artificial se ha aplicado ampliamente para mejorar la eficiencia de búsquedas de información. En el contexto de la gestión de proyectos de ingeniería civil, estos asistentes pueden ser implementados para interactuar con el usuario y realizar búsquedas en la base de datos en lenguaje natural (Huaman Hilari & Quispe Ramos, 2019)[4]. En particular, el procesamiento de lenguaje natural permite que los sistemas analicen consultas en lenguaje humano común y entreguen respuestas personalizadas.

Hilari & Quispe Ramos (2019) presentan un modelo de búsqueda en supermercados en línea mediante un asistente virtual (chatbot) con capacidades de procesamiento de lenguaje natural. Similarmente, en este proyecto se implementa un asistente virtual potenciado por modelos de IA para realizar búsquedas en lenguaje natural en la base de datos de proyectos.

4.4 Software de código abierto

Las herramientas de código abierto, conocidas como “open source” son software que se publica bajo una licencia que permite a cualquier persona copiar, modificar y redistribuir el código fuente. Esto significa que cualquiera puede ver cómo funciona el software y hacer cambios para adaptarlo a sus necesidades. Herramientas como Python, por ejemplo, han demostrado ser valiosas en la gestión de proyectos de ingeniería civil. Python, en particular, es un lenguaje de programación versátil y potente que se utiliza ampliamente en el desarrollo de aplicaciones web y en la implementación de técnicas de IA, como el procesamiento de lenguaje natural. Así mismo, Streamlit es una herramienta open source que permite crear rápidamente aplicaciones web

personalizadas para proyectos de Machine Learning e IA. En el contexto de la gestión de proyectos de ingeniería civil, Streamlit puede ser utilizado para desarrollar una interfaz de usuario interactiva que facilite la interacción con la base de datos y el asistente virtual.

5 Metodología

La metodología aplicada en este proyecto de prácticas académicas fue de tipo mixto, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos. La metodología mixta permitió entender a profundidad la situación insatisfactoria inicial de gestión documental, al mismo tiempo que se aportaron métricas y datos duros para sustentar la utilidad de las mejoras incorporadas. La combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos fue adecuada ya que se requería interpretar la problemática de gestión documental desde la perspectiva de los involucrados y medir de forma objetiva la información relevante y el efecto de las soluciones.

5.1 Enfoque cualitativo

Se utilizaron técnicas como:

- **Observación participante:** al realizar el trabajo de prácticas en la empresa, se pudo observar y caracterizar la problemática existente en la gestión documental.
- **Entrevistas semiestructuradas:** se realizaron entrevistas al personal de la empresa para conocer sus necesidades y dificultades con respecto al manejo de información de proyectos.

5.2 Enfoque cuantitativo

Se emplearon técnicas como:

- **Recolección y análisis estadístico de datos:** para dimensionar el volumen de información existente y dispersa que debía gestionarse.
- **Diseño cuasiexperimental:** al implementar las mejoras (centralización documental, base de datos y aplicación web) se midieron indicadores antes y después para evaluar su impacto.

6 Resultados

6.1 Organización documental

La empresa compartió el archivo que reposaba en diversos dispositivos de almacenamiento, desde noviembre de 2011 hasta diciembre de 2019 para su organización y gestión. Se centralizaron 157 archivos de memorias de cálculo estructural en una carpeta de Google Drive, facilitando su control y acceso.

Se diseñó y construyó una base de datos relacional en SQLite con 158 registros de estructuras en 157 memorias de cálculo, permitiendo una mejor trazabilidad. La base de datos consta de 2 tablas “archivosMemorias” e “informacionEstructuras”

En la tabla “archivosMemorias” se detalla la metadata de las memorias de cálculo estructural de la siguiente forma:

- **id_archivo:** identificador único del archivo.
- **nombre:** nombre del archivo o documento.
- **url:** enlace para acceder al archivo.
- **ubicacion:** ubicación física o virtual del archivo.
- **peso_bytes:** peso del archivo en bytes.
- **fecha:** fecha de creación o última modificación del archivo.

Para la tabla “informaciónEstructuras” se realiza una breve caracterización de cada estructura, esto para el desarrollo de la aplicación web de búsqueda asistida que se detallará posteriormente. Se utiliza un identificador adicional llamado “id_estructura”, ya que existen proyectos con estructuras modulares que dada su complejidad o tamaño permiten ser individualizadas, la información se organizo de la siguiente forma:

- **id_estructura:** identificador único de la estructura.
- **id_archivo:** código asociado al archivo correspondiente.
- **tipo_proyecto:** tipo de construcción (vivienda, edificio, etc.).

- **sistema_estructural:** sistema estructural utilizado.
- **zona_amenaza_sismica:** clasificación de la amenaza sísmica de la zona.
- **tipo_suelo:** clasificación del suelo.
- **grupo_uso:** categoría de uso del edificio.
- **altura_metros:** altura de la estructura en metros.
- **cortante_toneladas:** fuerza cortante en toneladas que puede soportar la estructura.

6.1.1 Calidad de los datos

- Para la tabla correspondiente a las estructuras, tenemos un 4.43% de valores faltantes en la columna tipo_suelo y un 10.13% en cortante_toneladas, esto podría impactar análisis relacionados con la resistencia estructural y tipología del suelo.
- La tabla correspondiente a los archivos está completa sin ningún valor faltante, lo cual indica que todas las entradas tienen las características necesarias para identificar los archivos correspondientes.
- La validación de URLs en la tabla de archivos muestra consistencia, todas comienzan con "https://".
- No hubo inconsistencias detectadas con los formatos de la información proporcionada.
- No se encontraron filas duplicadas en ninguna de las tablas, lo que indica que cada entrada es única.
- No hay valores fuera del rango plausible en la columna altura_metros. Sin embargo, se detectaron varias entradas con valores en cortante_toneladas que exceden un umbral preestablecido de 2000 toneladas, lo que indica que estos registros pueden no ser válidos o que pudieran representar casos especiales que requieren revisión.

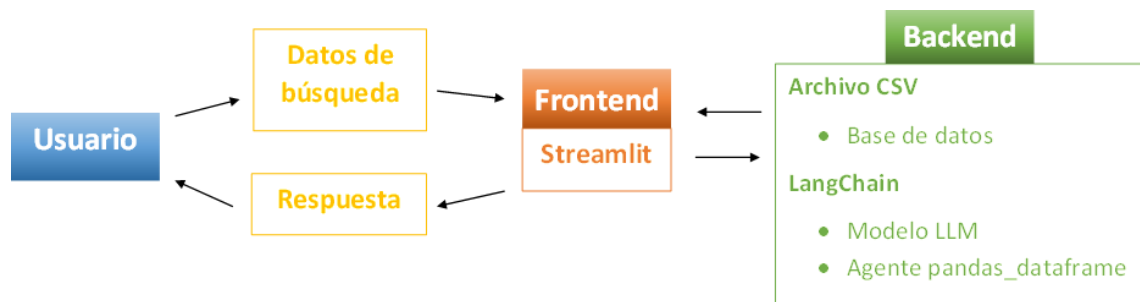
6.2 Búsqueda en base de datos potenciada con GPT

La aplicación web desarrollada se basa en el uso de la inteligencia artificial, específicamente el modelo de lenguaje “gpt-4-1106-preview” de OpenAI, para realizar búsquedas en una base de

datos. El código de la aplicación web se encuentra en un repositorio de GitHub (repo:Jeffracu/GPT-PoweredDatabaseSearch), hace uso del lenguaje Python y utiliza la biblioteca Streamlit para la interfaz de usuario, pandas para el manejo de datos, y la API de OpenAI para la generación de texto.

Figura 2

Diagrama de flujo de la aplicación web



El diagrama de flujo generado representa el proceso detallado por el código de la aplicación web (Streamlit app) para la búsqueda en una base de datos, impulsada por el modelo GPT de OpenAI.

- El proceso comienza con la inicialización y configuración, donde se realizan las importaciones de las bibliotecas y la configuración de la página de Streamlit.
- A continuación, se lee el CSV almacenado en el repositorio de GitHub para obtener los datos y convertirlos en un DataFrame de Pandas.
- La generación de la consulta al modelo LLM se realiza concatenando las características ingresadas por el usuario.
- La generación de la respuesta se hace a través de la interacción del modelo LLM con el DataFrame de Pandas según los parámetros del usuario.
- Finalmente se muestra la respuesta generada en la interfaz de usuario generada en Streamlit.

La aplicación web tiene como objetivo principal permitir a los usuarios realizar la búsqueda de la estructura de interés en lenguaje natural y obtener respuestas relevantes de la base de datos. Para lograr esto, la aplicación utiliza el modelo de lenguaje “gpt-4-1106-preview” de OpenAI para

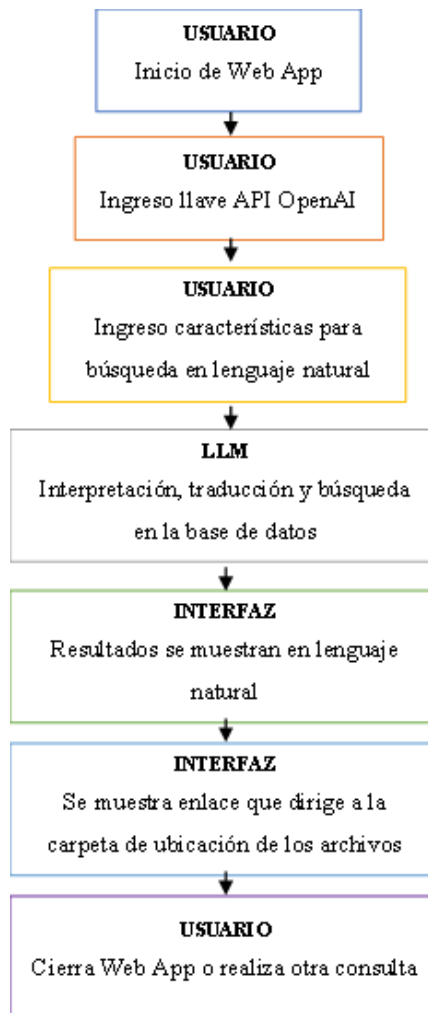
interpretar las consultas del usuario y generar respuestas basadas en la información contenida en la base de datos.

La aplicación web permite a los usuarios ingresar su consulta en un campo de texto. Una vez que el usuario proporciona su consulta y la clave de la API de OpenAI, la aplicación genera una respuesta basada en la información contenida en la base de datos. La respuesta incluye una lista de proyectos que cumplen con las condiciones especificadas en la consulta del usuario, junto con detalles adicionales como el ID del archivo y la ubicación de la carpeta. Además, la aplicación también proporciona referencias a proyectos que cumplen con condiciones similares a las especificadas en la consulta del usuario. Esto permite a los usuarios explorar una gama más amplia de proyectos que podrían ser de su interés.

La **Figura 3** representa el flujo de interacciones entre el usuario y la aplicación web, destacando el papel del modelo de lenguaje de Open AI en facilitar las búsquedas en lenguaje natural y la recuperación de información de la base de datos.

Figura 3

Diagrama uso de aplicación web



7 Discusión

El proyecto logró centralizar y organizar los archivos de memorias de cálculo estructural, que estaban dispersos en diferentes medios de almacenamiento. Esta centralización es un paso fundamental hacia una gestión documental eficiente, ya que facilita el acceso y control de la información. La creación de una base de datos relacional en SQLite y su integración con una aplicación web con capacidades de procesamiento de lenguaje natural representan un avance significativo en la gestión de la información de la empresa. La implementación de un asistente de búsqueda potenciado por el modelo "gpt-4-1106-preview" de OpenAI es una muestra de cómo la IA puede transformar las operaciones empresariales tradicionales. La capacidad de realizar búsquedas en lenguaje natural en la base de datos no solo mejora la eficiencia de los procesos de búsqueda de información, sino que también democratiza el acceso a la información, permitiendo que usuarios sin conocimientos técnicos específicos puedan interactuar con el sistema.

El análisis de la base de datos reveló que, aunque la mayoría de los datos estaban completos, existían valores faltantes en columnas clave como 'tipo_suelo' y 'cortante_toneladas'. Estos vacíos se deben a procesos previos en la elaboración de las memorias de cálculo estructural de los proyectos comprendidos entre los años 2011 y 2019. Estas falencias en la información pueden limitar la capacidad de realizar análisis detallados sobre la resistencia estructural y las características del suelo, lo que podría tener implicaciones en la toma de decisiones de diseño estructural. El uso de la API de OpenAI implica consideraciones de costo que deben ser evaluadas en relación con los beneficios obtenidos. Es importante que la empresa realice un análisis costo-beneficio para determinar la viabilidad a largo plazo de esta solución tecnológica.

La integración de la IA en la gestión documental de proyectos de ingeniería civil tiene el potencial de revolucionar el sector. Sin embargo, es fundamental que se realicen más estudios para explorar las aplicaciones prácticas y los posibles desafíos, como la necesidad de datos de alta calidad y la gestión de los costos asociados con las tecnologías de IA.

La aplicación web demuestra una integración efectiva de la inteligencia artificial en la búsqueda de bases de datos. Al utilizar el modelo de lenguaje GPT-4 de OpenAI, la aplicación puede interpretar consultas en lenguaje natural y generar respuestas relevantes basadas en la información contenida en la base de datos. Esto proporciona una interfaz de usuario intuitiva y fácil

de usar que puede ser útil en una variedad de aplicaciones, desde la búsqueda de información en bases de datos académicas hasta la consulta de información en bases de datos comerciales.

Finalmente, este proyecto de práctica académica representa una contribución significativa tanto para la empresa escenario de prácticas académicas como para el campo de la ingeniería civil en general. Al mejorar la gestión documental y facilitar el acceso a la información, se espera que este proyecto tenga un impacto positivo en la productividad y eficiencia de la empresa, así como en la calidad de los proyectos de ingeniería civil que se desarrollan.

8 Conclusiones

Se logró implementar mejoras significativas en un área crítica para la empresa como lo era la gestión de memorias de cálculo estructural, mediante la centralización documental, el desarrollo de una base de datos y una aplicación web innovadora.

La incorporación de técnicas de inteligencia artificial como los modelos de lenguaje natural para potenciar las capacidades del sistema representa una innovación relevante en el sector de la ingeniería civil.

La calidad y cantidad de los datos son aspectos cruciales para la eficacia de cualquier sistema de gestión de información, especialmente cuando se trata de aplicaciones web que dependen de la interacción con el usuario y la toma de decisiones basada en datos.

Los resultados cuantitativos y cualitativos evidencian mejoras sustanciales en la eficiencia de búsqueda de información, trazabilidad entre proyectos, agilización de procesos de diseño estructural y satisfacción del personal.

El modelo integral propuesto, que combina soluciones de bases de datos, aplicaciones web y asistentes virtuales con tecnologías de inteligencia artificial como GPT, ha sentado las bases para la transformación digital de los procesos de gestión de información y toma de decisiones en la empresa. Este modelo ha permitido una gestión documental más eficiente y accesible, contribuyendo a la optimización de los procesos de diseño estructural. La implementación de un asistente de búsqueda potenciado por el modelo "gpt-4-1106-preview" de OpenAI ha transformado las operaciones empresariales tradicionales, permitiendo búsquedas en lenguaje natural y democratizando el acceso a la información.

El proyecto brindó una experiencia práctica enriquecedora en la aplicación de tecnologías emergentes para resolver problemáticas del mundo real, contribuyendo a la formación integral.

9 Recomendaciones

Se recomienda realizar un seguimiento continuo del sistema implementado para evaluar su rendimiento y hacer ajustes según sea necesario. Además, es importante considerar la capacitación del personal para maximizar el uso de la nueva herramienta y explorar la expansión de sus capacidades para incluir más funciones de IA que puedan beneficiar a otros aspectos de la empresa. Se recomienda continuar desarrollando funcionalidades adicionales en la aplicación web, como análisis más avanzados de la información contenida, extender la cobertura del sistema a otros tipos documentales críticos para los proyectos, más allá de las memorias de cálculo estructural y aprovechar las capacidades del modelo de lenguaje empleado para generar respuestas más elaboradas a las consultas de los usuarios.

Referencias

- Costa, G., & Madrazo, L. (2015). Connecting building component catalogues with BIM models using semantic technologies: An application for precast concrete components. *Automation in Construction*, 57, 239-248. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.05.007>
- DB Browser for SQLite (2020). DB Browser for SQLite (Version 3.12) [Computer software]. <https://sqlitebrowser.org/>
- Gallego, J., López, C., & Pardal, C. (2015). Document management system for engineering project information based on semantic technologies and process classification. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 30(6), 04015064. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000538](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000538)
- García-Morales, E., & Gallego-García, S. (2022). Digital preservation and records management: A literature review. *Journal of Documentation*. <https://doi.org/10.1108/JD-07-2021-0135>
- GitHub, Inc. (Año). GitHub [Software]. Disponible en <https://github.com/>
- Google (n.d.). Google Drive (Version latest) [Online storage service]. <https://www.google.com/drive/>
- Hilari, J. Z. H., & Quispe Ramos, M. A. (2019). Modelo de búsqueda de productos alimenticios en supermercados online categoría abarrotes utilizando asistente virtual de tipo chatbot y extracción de datos con web scraping [Ponencia]. VII Congreso Internacional de Computación y Telecomunicaciones.
- Huaman Hilari, J. Z., & Quispe Ramos, M. A. (2019). Modelo de búsqueda de productos alimenticios en supermercados online categoría abarrotes utilizando asistente virtual de tipo chatbot y extracción de datos con web scraping. Universidad Tecnológica del Perú Repositorio Institucional - UTP
- LangChain (2022). LangChain (Version 0.0.4) [Computer software]. <https://github.com/hwchase17/langchain>
- López, N. S. S., & Pijal, B. J. T. (2017). Implementación de un sistema de control automático con asistente virtual para control de presión de un proceso de recirculación de líquido [Ponencia]. ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- Mendoza-González, R., García-Alcaraz, J. L., Blanco-Fernández, J., & Jiménez-Macías, E. (2021). Lean manufacturing and document management: A case study. *Production Planning & Control*, 32(1), 54-68. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768357>
- Obregón, L., & Giovanna, R. (2019). Application of artificial intelligence in information management for the construction industry. *Journal of Information Systems Engineering & Management*, 4(2), em0087. <https://doi.org/10.29333/jisem/5743>

Oñate, E., Marcipar, J., & Piazzese, J. I. (2003). Sistemas de ayuda a la decisión en Ingeniería Civil: posibilidades y perspectivas. Barcelona: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería Civil (CIMNE).

OpenAI (2022). OpenAI API. <https://openai.com/api/>

Python (2019). Python (Version 3.7) [Computer software]. Python Software Foundation. <https://www.python.org/>

Rodríguez, D., Chirino, R. R., & Chang Valdés, B. (2017). Implementación de una base de datos relacional para la aplicación BEHIQUE SIC [Ponencia]. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, La Habana, Cuba.

SQLite (2020). SQLite (Version 3.31.1) [Computer software]. <https://www.sqlite.org/index.html>

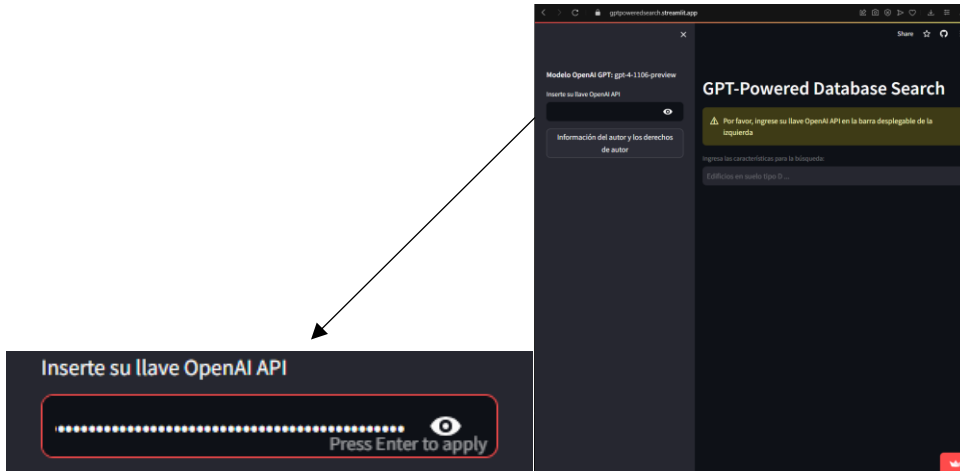
Streamlit Inc. (2019). Streamlit (Version 0.65) [Computer software]. <https://streamlit.io>

Wang, J., Zhang, Z., & Zhang, J. (2017). Automatic detecting indicators for quality assessment of highway construction projects in China. Journal of Civil Engineering and Management, 23(6), 743-755. <https://doi.org/10.3846/13923730.2016.1217920>

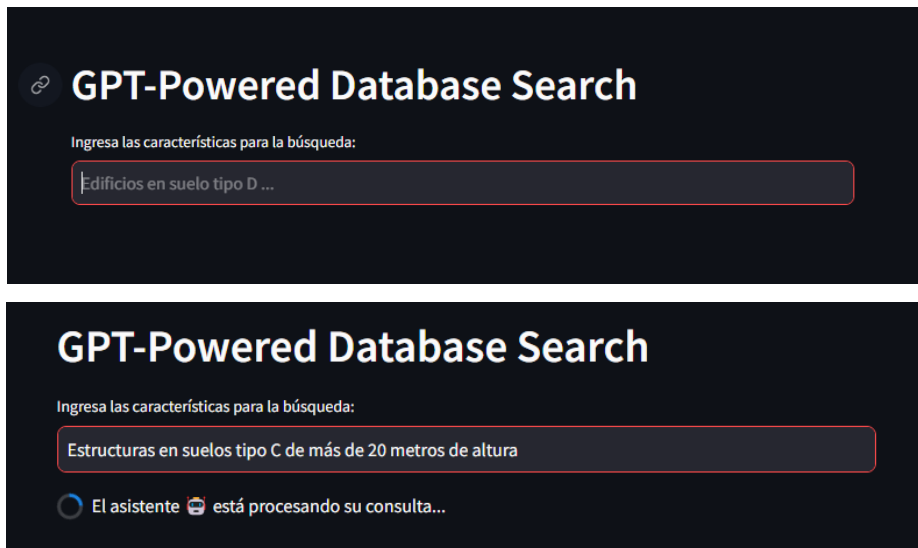
Anexos

Anexo 1. Búsqueda en aplicación web

- Abre un navegador web y visita la URL de la aplicación web: <https://gptpoweredsearch.streamlit.app>
- En la barra desplegable de la izquierda inserte su llave de OpenAI API, ésta puede obtenerse en la siguiente URL: <https://platform.openai.com/api-keys>



- Ingrese las características para realizar la búsqueda y presione la tecla “Entrar”



- El asistente generará una respuesta con el listado de los proyectos que cumplen con las características solicitadas

GPT-Powered Database Search

Ingresa las características para la búsqueda:

Estructuras en suelos tipo C de más de 20 metros de altura

Los proyectos que cumplen con las condiciones de estar en suelos tipo C y tener más de 20 metros de altura son los siguientes:

- id_archivo: MCE00013, id_estructura: E00013, nombre: MCE00013 PARKING CALDAS FINAL.docx
- id_archivo: MCE00017, id_estructura: E00017, nombre: MCE00017 CIRUELOS CORREGIDAS NOV 25-14.pdf
- id_archivo: MCE00033, id_estructura: E00033, nombre: MCE00033 MIRADOR DE PILARICA.pdf
- id_archivo: MCE00036, id_estructura: E00036, nombre: MCE00036 PROYECTO LA 35 ULTIMA CORRECCIÓN FEBRERO 17.docx
- id_archivo: MCE00057, id_estructura: E00057, nombre: MCE00057 ALTOS DE VERONA.docx
- id_archivo: MCE00058, id_estructura: E00058, nombre: MCE00058 ALTOS DE TURÍN.docx
- id_archivo: MCE00059, id_estructura: E00059, nombre: MCE00059 ALTOS DE PADUA.docx
- id_archivo: MCE00060, id_estructura: E00060, nombre: MCE00060 ALTOS DE GÉNOVA.docx
- id_archivo: MCE00061, id_estructura: E00061, nombre: MCE00061 PROYECTO ALTOS DE GÉNOVA.docx
- id_archivo: MCE00062, id_estructura: E00062, nombre: MCE00062 CIRUELOS DE ALAMEDA.docx
- id_archivo: MCE00094, id_estructura: E00090, nombre: MCE00094 PROYECTO SANTA MARIA MADRE DE DIOS.pdf
- id_archivo: MCE00108, id_estructura: E00104, nombre: MCE00107 PROYECTO AITONA 2.docx
- id_archivo: MCE00110, id_estructura: E00106, nombre: MCE00109 PROYECTO CASA MARCOS.docx
- id_archivo: MCE00117, id_estructura: E00113, nombre: MCE00116 PROYECTO ENTRERIOS.docx
- id_archivo: MCE00125, id_estructura: E00121, nombre: MCE00124 PROYECTO CASA FINCA SOPETRAN.pdf
- id_archivo: MCE00126, id_estructura: E00122, nombre: MCE00125 PROYECTO OIKOS.pdf
- id_archivo: MCE00100, id_estructura: E00125, nombre: MCE00128 PROYECTO BARRIO MESA.docx
- id_archivo: MCE00144, id_estructura: E00140, nombre: MCE00144 PROYECTO TRANSPARENZIA.pdf
- id_archivo: MCE00072, id_estructura: E00156, nombre: MCE00072 EDIFICIO TÍPICO PROYECTO EL RETIRO.pdf

Para más información, puedes acceder a la carpeta de gestión documental en el siguiente enlace: [Carpeta de Gestión Documental](#).

...respuesta generada