



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EL  
CÁLCULO DE EJERCICIOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIÓN EN  
LA INGENIERÍA INDUSTRIAL VERSUS CHATGPT**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR: DANIEL ALEJANDRO PIRELA VELÁSQUEZ**

**DIRECTOR: ING. JAVIER GONZÁLEZ REDROVÁN. MGT.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2023**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

## **UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

#### **EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EL CÁLCULO DE EJERCICIOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIÓN EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL VERSUS CHATGPT**

#### **PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR: DANIEL ALEJANDRO PIRELA VELÁSQUEZ**

**DIRECTOR: ING. JAVIER GONZÁLEZ REDROVÁN. MGT.**

**CUENCA – ECUADOR**

**2023**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Daniel Alejandro Pirela Velásquez portador de la cédula de ciudadanía N° 0152030177. Declaro ser el autor de la obra: “Evaluación de herramientas tecnológicas para el cálculo de ejercicios de investigación de operación en la ingeniería industrial versus ChatGPT”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 31 de octubre de 2023

F:   
Daniel Alejandro Pirela Velásquez  
0152030177

## **CERTIFICACIÓN**

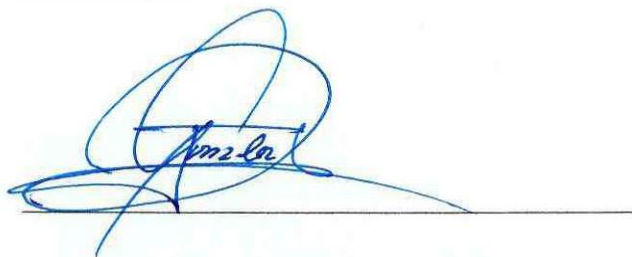
En mi calidad de Tutor del presente trabajo de investigación:

### **CERTIFICO:**

Que el informe de investigación denominado “ **EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EL CÁLCULO DE EJERCICIOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIÓN EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL VERSUS CHATGPT** ”, presentado por el estudiante DANIEL ALEJANDRO PIRELA VELASQUEZ, estudiante del Décimo Ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Cuenca, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinado designado.

**Cuenca, agosto de 2023**

**EL TUTOR**



**Ing. Trajano Javier González Redrován, Mgs.**

**C.C.: 0301498572**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Padre Dr. Alejandro Pirela, mi madre Dra. Ninoska Velásquez, mi abuelo Guillermo Velásquez, mi Tía Mayerling Velásquez, mi Tío Felipe, y mi hermana Fabiola Pirela. Quienes me han apoyado en este capítulo de vida en el Ecuador, dándome fuerzas, esperanzas y lecciones para continuar mi carrera.

Dedicado a toda mi familia y pueblo, que todavía están en Venezuela, y no han podido escapar del reino de un tirano gobernante. Su dedicación, fuerza, y esperanzas, serán recompensadas en el futuro por el Señor.

Dedicado a todos los profesores, compañeros de estudio, amigos, y directores; quienes, con conocimientos, disciplina, y amistad, me han esculpido como piedra para ser el hombre que soy actualmente.

Dedicado a todos los hombres de ciencia y fe, quienes, con sus conocimientos del mundo terrenal y espiritual, nos iluminan en un Cosmos oscuro e indiferente de nuestra existencia. Donde sus sacrificios serán recompensados en el futuro, cuando nuestro hogar este en el suelo orbitando mundos extrasolares.

Dedicado a los hombres de cultura y grandes pensadores, quienes me han influido en mi formación crítica como estudiante Universitario; siendo realista en las circunstancias, y creador de mundos que inspiraran a próximas generaciones con historias de leyenda.

Dedicado a Señor Elio Parra, bibliotecario de la UCACUE que me ha ayudado en expandir mis conocimientos y perfeccionar mis habilidades académicas dentro de esta gran Universidad, y

me ha ayudado a concluir una etapa de mi vida en poder ser ingeniero industrial bajo la tutela de los grandes profesores de esta Casa Magna.

Dedicado a la Nación y al Pueblo Ecuatoriano, quienes me han acogido en su abrazo fraterno de un pueblo liberado por el mismo Prócer; quien ha sacrificado todo por la Libertad.

Dedicado a la Universidad Católica de Cuenca, institución guiada e iluminada por el Señor Dios Todopoderoso, su Hijo Jesús Cristo, María la Virgen, todos los Ángeles, Santos, y hombres de fe; quienes han labrado en tierra fértil y construido el hogar del Señor en el Mundo.

***Daniel Alejandro Pirela Velásquez***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco como hombre, a todos los profesores, personal administrativo, y necesario, de la Universidad Católica de Cuenca. Siendo sus sacrificios para iluminar las mentes de personas quienes sus mentes darán frutos buenos en sus trabajos e investigaciones. Creando así, un mejor País y Mundo.

Agradezco a toda mi familia quienes me han portado carácter, disciplina, esperanzas, y objetivos; en un mundo que requiere de grandes hombres y mujeres para dar un mejor futuro a aquellos quienes están dispuestos a soñar en grande, luchar por lo correcto, y sacrificar todo por el bien mayor.

Quiero agradecer de una manera especial al Ing. Javier González Redrován, el mismo que puso su empeño, apoyo, experiencia, conocimientos y enseñanza en este proceso de titulación.

Agradezco a toda la camaradería de mis compañeros de clases, quienes han sido amigos y luchadores que me han inspirado a dar todo por el futuro. También debo agradecer a la Nación Ecuatoriana, quienes me han acogido con un gran abrazo fraterno.

Finalmente, agradezco ante Dios todo Poderosos, su hijo Jesús Cristo, María la Virgen, todos los Ángeles y Santos. Por darme la vida, salud, experiencia, y conocimientos en esta etapa de mi vida. Pido ante ellos, que bendice esta gran universidad, sus profesores, los estudiantes, al Ecuador, y su pueblo.

***Daniel Alejandro Pirela Velásquez***

## RESUMEN

En un entorno altamente dinámico y competitivo, la toma de decisiones informada y precisa es un componente esencial para el éxito en la Ingeniería Industrial. Esta investigación se centra en el análisis comparativo de tres herramientas fundamentales utilizadas en la toma de decisiones: ChatGPT, Excel y ABPOM (POM QM). A través de un enfoque multidimensional que combina aspectos cuantitativos y cualitativos, se examinan las capacidades, ventajas y desafíos de cada herramienta en contextos diversos de toma de decisiones.

El análisis exhaustivo involucra la realización de ejercicios prácticos en situaciones reales y simuladas, permitiendo una evaluación detallada de cómo cada herramienta aborda problemas típicos en la Ingeniería Industrial. Los resultados obtenidos proporcionan una comprensión profunda de las ventajas y limitaciones de cada herramienta, considerando factores como precisión, eficiencia y facilidad de uso. Además, se identifican escenarios específicos donde cada herramienta podría ser más adecuada, brindando una guía práctica para los profesionales y tomadores de decisiones.

Este estudio no solo contribuye a la literatura existente en el campo de la Ingeniería Industrial y la toma de decisiones basada en datos, sino que también ofrece recomendaciones concretas para la optimización de los procesos de toma de decisiones en entornos empresariales. A medida que la tecnología continúa desempeñando un papel crucial en la mejora de la eficiencia y la precisión, este análisis comparativo se convierte en un recurso valioso para aquellos que



buscan maximizar los beneficios de estas herramientas en la toma de decisiones estratégicas y operativas.

**Palabras clave:** herramientas tecnológicas, ChatGPT, Excel, ABPOM, análisis comparativo

## ABSTRACT

In a highly dynamic and competitive environment, informed and accurate decision-making is an essential component for success in Industrial Engineering. This research focuses on the comparative analysis of three fundamental tools used in decision-making: ChatGPT, Excel, and ABPOM (POM QM), through a multidimensional approach that combines quantitative and qualitative aspects. In addition, the capabilities, advantages, and challenges of each tool in diverse decision-making contexts are examined.

The comprehensive analysis involves practical exercises in actual and simulated situations, allowing a detailed evaluation of how each device addresses typical problems in Industrial Engineering. The results provide a deep understanding of the advantages and limitations of each tool, considering factors such as accuracy, efficiency, and ease of use. Furthermore, specific scenarios where each tool might be more suitable are identified, providing practical guidance for professionals and decision-makers.

This study not only contributes to the existing literature in the field of Industrial Engineering and data-driven decision-making but also offers specific recommendations for optimizing decision-making processes in business environments. As technology plays a crucial role in enhancing efficiency and accuracy, this comparative analysis becomes a valuable resource for those seeking to maximize these tools' benefits in strategic and operational decision-making.

**Keywords:** technological tools, ChatGPT, Excel, ABPOM, comparative analysis

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

	Pág.
DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD.....	I
CERTIFICACIÓN .....	III
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....	X
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVIII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	4
1.1 TEMA .....	4
<b>1.1.1 Línea de investigación .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.2 Formulación de Problema .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.3 Delimitación del Problema.....</b>	<b>5</b>

1.1.4 Ubicación del Estudio .....	5
1.1.5 Definición de la zona de estudio.....	5
1.1.5.1 Delimitación Espacial .....	5
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	6
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos .....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Microsoft Excel .....	8
2.2 ABPOM (Advanced Business Process Optimization and Modeling).....	9
2.3 Definición de Inteligencia Artificial. ....	10
2.4 Historia de la Inteligencia Artificial .....	12
2.5 Modelo de Lenguaje .....	13
2.6 GPT-3 y ChatGPT .....	15
2.7 Aplicaciones de ChatGPT .....	16
2.8 Ingeniería Industrial.....	17
2.9 Analisis de datos en la ingeniería industrial.....	19

2.10 Avances y tendencias en la aplicación de inteligencia artificial en la ingeniería industrial. ....	20
CAPÍTULO III: ESTADO DEL ARTE.....	21
3.1 Descripción de Investigaciones Previas Relacionadas.....	21
3.2 Descripción de Investigaciones Previas Relacionadas.....	22
CAPÍTULO IV: METODOLOGIA .....	22
4.1 Diseño de la Investigación .....	22
4.2 Técnicas y Herramientas Utilizadas.....	23
4.3 Fuentes de Datos.....	24
4.4 Proceso de Análisis de Datos .....	24
CAPÍTULO V: APLICACIONES Y COMPARACIÓN DE CHATGPT CON HERRAMIENTAS TRADICIONALES .....	26
5.1 Posible Aplicación de ChatGPT en Ingeniería Industrial .....	26
5.2 Comparación entre ChatGPT, Excel y ABPOM en Ingeniería Industrial.....	27
5.3 Realización del Experimento .....	32
5.4 Ejercicio Costo/Beneficio .....	33
5.5 Ejercicio de Regresión lineal.....	49
5.6 Inventario EOQ .....	89

CAPÍTULO VI: ANALISIS DE LOS RESULTADOS. ....	101
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES .....	108
IMPLICACIONES Y APORTES .....	111
RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFIA.....	114

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
<b>Imagen 1:</b> Solución en POM QM (ABPOM) del Ejercicio 1.	36
<b>Imagen 2:</b> Solución en Excel de Ejercicio 1.	37
<b>Imagen 3:</b> Pregunta por parte del usuario a ChatGPT con Interacción Previa.	40
<b>Imagen 4:</b> Respuesta 1 de 3 de la Pregunta 1. (Chat con previa interacción)	42
<b>Imagen 5:</b> Respuesta 2 de 3 de la Pregunta 1. (Chat con previa interacción)	43
<b>Imagen 6:</b> Respuesta 3 de 3 de la Pregunta 1. (Chat con previa interacción)	44
<b>Imagen 7:</b> Pregunta 1 en ChatGPT (Chat sin previa interacción).	46
<b>Imagen 8:</b> Respuesta 1 de 2 de la pregunta 1. (Chat sin previa interacción)	47
<b>Imagen 9:</b> Respuesta 2 de 2 de la pregunta 1. (Chat sin previa interacción)	48
<b>Imagen 10:</b> Resolución mediante POM QM, 1 de 4.	54
<b>Imagen 11:</b> Resolución mediante POM QM, 2 de 4.	54
<b>Imagen 12:</b> Resolución mediante POM QM, 3 de 4.	55
<b>Imagen 13:</b> Resolución mediante POM QM, 4 de 4	56
<b>Imagen 14:</b> Resolución mediante Excel, 1 de 3.	57
<b>Imagen 15:</b> Resolución mediante Excel, 2 de 3.	58



**Imagen 16:** Resolución mediante Excel, 3 de 3.

**Error! Bookmark not defined.**

**Imagen 17:** Pregunta inicial al programa 1 de 2 60

**Imagen 18:** Pregunta inicial al programa 2 de 2 61

**Imagen 19:** Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 1 de 3 62

**Imagen 20:** Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 2 de 3 63

**Imagen 21:** Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 3 de 3 64

**Imagen 22:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 1 de 10. 65

**Imagen 23:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 2 de 10. 66

**Imagen 24:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 3 de 10.**Error! Bookmark not defined.**

**Imagen 25:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 4 de 10.**Error! Bookmark not defined.**

**Imagen 26:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 5 de 10.**Error! Bookmark not defined.**

**Imagen 27:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 6 de 10 70

**Imagen 28:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 7 de 10. 71

**Imagen 29:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 8 de 10. 72

**Imagen 30:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 9 de 10. 73

<b>Imagen 31:</b> Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 10 de 10.	74
<b>Imagen 32:</b> Pregunta inicial al programa 1 de 3.	75
<b>Imagen 33:</b> Pregunta inicial al programa 2 de 3	76
<b>Imagen 34:</b> Pregunta inicial al programa 3 de 3	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Imagen 35:</b> Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 1 de 2	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Imagen 36:</b> Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 2 de 2	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Imagen 37:</b> Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 1 de 8.	80
<b>Imagen 38:</b> Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 2 de 8.	81
<b>Imagen 39:</b> Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 3 de 8.	82
<b>Imagen 40:</b> Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 4 de 8.	83
<b>Imagen 41:</b> Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 5 de 8.	84
<b>Imagen 42:</b> Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 6 de 8.	85
<b>Imagen 43:</b> Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 7 de 8.	86
<b>Imagen 44:</b> Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 8 de 8.	87
<b>Imagen 45:</b> Resolución mediante POM QM.	93

<b>Imagen 46:</b> Resolución mediante Exce EOQ.	94
<b>Imagen 47:</b> Solución del ChatGPT (chat con previa interacción) 1 de 3.	96
<b>Imagen 48:</b> Solución del ChatGPT (chat con previa interacción) 2 de 3	97
<b>Imagen 49:</b> Solución del ChatGPT (chat con previa interacción) 3 de 3	98
<b>Imagen 50:</b> Solución del ChatGPT (chat sin previa interacción) 1 de 3.	99
<b>Imagen 51:</b> Solución del ChatGPT (chat sin previa interacción) 2 de 3.	100
<b>Imagen 52:</b> Solución del ChatGPT (chat sin previa interacción) 3 de 3.	101

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Cuadro 1:</b> Cuadro de comparación entre las distintas herramientas: Autoría personal	32
<b>Cuadro 2:</b> Analisis estadístico de los resultados obtenidos en el experimento.	104
<b>Cuadro 3:</b> Grafica de resultados de ABPOM (POM QM).	105
<b>Cuadro 4:</b> Grafica de resultados de Excel.	106
<b>Cuadro 5:</b> Grafica de resultados de ChatGPT con previa interacción.	107
<b>Cuadro 6:</b> Grafica de resultados de ChatGPT sin previa interacción	108



## INTRODUCCIÓN

En el contexto de la Ingeniería Industrial, la toma de decisiones basada en datos ha emergido como un componente fundamental para el logro de la eficiencia operativa y la optimización de procesos. En este ámbito, la aplicación de herramientas tecnológicas se ha convertido en una estrategia esencial para enfrentar los desafíos complejos que conlleva la gestión y el análisis de datos. La presente tesis se sumerge en el estudio comparativo de tres herramientas distintas utilizadas en la toma de decisiones en Ingeniería Industrial: ChatGPT, Excel y ABPOM (POM QM).

En un entorno empresarial cada vez más competitivo y dinámico, la toma de decisiones eficaz y precisa es un factor crítico para el éxito. La irrupción de la inteligencia artificial y las herramientas basadas en esta tecnología, como ChatGPT, ha revolucionado la manera en que los profesionales abordan la resolución de problemas y la planificación estratégica. Por otro lado, Excel, una herramienta consolidada en el campo de la Ingeniería Industrial, ha sido una aliada confiable para análisis numéricos y cálculos complejos. Mientras tanto, ABPOM, también conocida como POM QM, se erige como una herramienta especializada en la optimización de la toma de decisiones a través de técnicas de investigación de operaciones.

Esta investigación no solo se centra en la evaluación de las funcionalidades y capacidades de estas tres herramientas, sino también en la identificación de sus fortalezas y debilidades en contextos específicos de Ingeniería Industrial. Mediante ejercicios prácticos y análisis exhaustivos, se pretende arrojar luz sobre la efectividad de cada herramienta en términos de precisión, eficiencia y aplicabilidad. Además, esta tesis tiene como objetivo proporcionar recomendaciones

fundamentadas para los profesionales y las organizaciones que buscan optimizar su proceso de toma de decisiones a través del uso de herramientas tecnológicas avanzadas.

En el siguiente recorrido, se abordará el marco teórico que sustenta el estudio, explorando conceptos clave como la inteligencia artificial, los modelos de lenguaje y las aplicaciones de ChatGPT en Ingeniería Industrial. A través de un análisis exhaustivo del estado del arte, se identificarán los vacíos en la investigación actual que justifican la necesidad de este estudio comparativo.

La metodología empleada en esta investigación se basa en un enfoque mixto que combina métodos cualitativos y cuantitativos para evaluar y comparar las tres herramientas en diferentes escenarios de toma de decisiones. A lo largo de los capítulos, se desglosará el proceso de análisis de datos y se presentarán los resultados obtenidos, seguidos de una discusión profunda sobre las implicaciones y aportes de la investigación.

En última instancia, esta tesis pretende contribuir al conocimiento y la comprensión de las capacidades de ChatGPT, Excel y ABPOM en el ámbito de la Ingeniería Industrial. Al ofrecer una visión clara de las ventajas y limitaciones de estas herramientas, se espera que este estudio pueda servir como guía valiosa para la toma de decisiones informadas y estratégicas en organizaciones de diferentes sectores.

El trabajo de investigación se estructura en seis capítulos, seguidos por las conclusiones y las recomendaciones finales del proyecto. A continuación, se proporciona una descripción de estos capítulos y sus contenidos.

Capítulo I: El Problema. En este capítulo se aborda el tema de investigación, se formula, se delimita y se define la zona de estudio, al mismo tiempo que se proporciona la justificación para el enfoque de investigación. Además, se presentan los objetivos que se buscan lograr.

Capítulo II: Marco Teórico. Incluye la revisión exhaustiva de todos los estudios previos, que involucra la recopilación de datos e investigaciones prácticas relacionadas con la definición de calidad en el servicio, las tácticas de gestión para la mejora del servicio y las explicaciones y aplicaciones de la teoría de colas.

Capítulo III: Estado de arte. Se realiza la investigación y recolección de los antecedentes, de investigaciones similares anteriores.

Capítulo IV: Metodología. Se analiza la modalidad y tipos de investigación a ser aplicados en esta investigación, por otra parte, se define la metodología, técnicas e instrumentos para la recolección de información necesaria.

Capítulo V: Aplicación y comparación de ChatGPT con herramientas tradicionales. Aquí se compara ChatGPT con las herramientas más utilizadas por la Ingeniería Industrial.

Capítulo VI: Analisis de los Resultados. Se detalla los resultados obtenidos luego del experimento y realizar análisis posterior.

Capítulo VII: Conclusiones. Se realiza las conclusiones respectivas de la Tesis.



## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1 TEMA**

“ EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EL CÁLCULO DE EJERCICIOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIÓN EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL VERSUS CHATGPT ”

#### **1.1.1 Línea de investigación**

Según las "Directrices para la Investigación en los Ámbitos Académicos Institucionales" definidas por la Universidad Católica de Cuenca, este estudio se enmarca dentro de la línea de investigación denominada "Energía eléctrica y tecnologías de la información para la innovación y el desarrollo sostenible".

#### **1.1.2 Formulación de Problema**

En el campo de la ingeniería industrial, la implementación de herramientas tradicionales como Microsoft Excel y ABPOM es común para la toma de decisiones basadas en datos. Sin embargo, la necesidad de evaluar el potencial de nuevas tecnologías en este ámbito sigue siendo una tarea pendiente. En este contexto, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cómo se compara el Chatbot ChatGPT con las herramientas tradicionales como Microsoft Excel y ABPOM en términos de facilidad de uso, fiabilidad y precisión para la resolución de problemas en la toma de decisiones basadas en datos en la ingeniería industrial?

### **1.1.3 Delimitación del Problema**

El problema se delimita al estudio de la eficacia y eficiencia del Chatbot ChatGPT en la resolución de problemas basados en datos en la ingeniería industrial, específicamente en comparación con herramientas tradicionales como Excel. La investigación se enfoca en la evaluación de las capacidades del Chatbot ChatGPT y su aplicación en situaciones complejas o ambiguas de toma de decisiones en la ingeniería industrial. El estudio se llevará a cabo en la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador, en el ámbito de la ingeniería industrial.

La investigación se centrará únicamente en la toma de decisiones basadas en datos en este campo, y no abarcará otros aspectos de la implementación de tecnologías de la información que no estén directamente relacionados con este tema en particular.

### **1.1.4 Ubicación del Estudio**

- **Provincia:** Azuay
- **Cantón:** Cuenca
- **Dirección:** Avenida de las Américas s/n y General Torres

### **1.1.5 Definición de la zona de estudio**

#### **1.1.5.1 Delimitación Espacial**

La investigación se llevará a cabo en el territorio ecuatoriano, específicamente en la provincia de Azuay, en la ciudad de Cuenca, dentro de las instalaciones del Laboratorio FAB LAB,

ubicado en la esquina de la Avenida de las Américas y la General Torres, en el campus de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La justificación de este estudio, radica que, no existe actualmente análisis realizados que permitan tener un claro concepto del uso de las herramientas de inteligencia artificial en el análisis de datos en la ingeniería industrial.

Evaluando el potencial de nuevas tecnologías como los chatbots en la toma de decisiones basadas en datos en la ingeniería industrial, y específicamente en comparación con herramientas tradicionales como Excel y ABPOM. Si bien Excel y ABPOM son ampliamente utilizados en la ingeniería industrial, su uso puede resultar limitado en situaciones complejas o ambiguas (Warner & Meehan, 2001). Por otro lado, el Chatbot ChatGPT ofrece una mayor capacidad de procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático, lo que podría permitir una toma de decisiones más precisa y eficiente.

El estudio de la eficacia y eficiencia del Chatbot ChatGPT en la ingeniería industrial podría tener un impacto significativo en la optimización de procesos y la mejora de la productividad en las empresas. Esto se traduciría en beneficios económicos y sociales tangibles. Además, la investigación podría impulsar la adopción de tecnologías de la información en la ingeniería industrial, lo que podría estimular el desarrollo de nuevas soluciones innovadoras en este campo. En resumen, el análisis comparativo de las herramientas tradicionales como Excel y ABPOM, con el Chatbot ChatGPT en la toma de decisiones basadas en datos en la ingeniería industrial, podría

proporcionar información valiosa sobre las capacidades y limitaciones de las herramientas de inteligencia artificial en este campo.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Comparar las herramientas tecnológicas Excel y ABPOM versus el Chatbot ChatGPT en la resolución de problemas y cálculos basadas en datos en la ingeniería industrial.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Investigar el estado del arte acerca de la aplicación del Chatbot ChatGPT, y otras herramientas informáticas, mediante la revisión bibliográfica, para la determinar que herramientas son las más usadas por los ingenieros industriales.
- Determinar la facilidad de uso del Chatbot ChatGPT, a través de la toma de decisiones relacionadas en datos en la ingeniería industrial, y compararla con las herramientas más usadas por los ingenieros industriales.
- Identificar las fortalezas y debilidades del Chatbot ChatGPT, y las otras herramientas. Comparando su característica de uso, su exactitud de cálculo, su capacidad de análisis, y la forma que entrega los datos.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Microsoft Excel

Según la Empresa Microsoft, Excel es un programa de hojas de cálculo ampliamente utilizado en el ámbito empresarial y académico. Es parte del conjunto de aplicaciones de Microsoft Office y se utiliza para realizar diversas tareas relacionadas con el análisis, organización y manipulación de datos numéricos y alfanuméricos. Excel proporciona una interfaz gráfica intuitiva y herramientas que permiten crear y trabajar con hojas de cálculo. Las hojas de cálculo están formadas por celdas dispuestas en filas y columnas, donde se pueden ingresar datos, fórmulas y funciones para realizar cálculos y obtener resultados (Microsoft, s.f.).

Entre las principales características de Excel se incluyen:

- **Cálculos y fórmulas:** Excel permite realizar una amplia gama de cálculos matemáticos y estadísticos utilizando fórmulas y funciones predefinidas. Estas funciones pueden aplicarse a datos numéricos y alfanuméricos, permitiendo realizar operaciones como sumas, promedios, porcentajes, entre otras.
- **Organización y manipulación de datos:** Excel ofrece herramientas para organizar y manipular datos de manera eficiente. Permite ordenar y filtrar datos, realizar búsquedas, aplicar formatos condicionales, fusionar y dividir celdas, entre otras operaciones de edición y formateo.
- **Gráficos y visualizaciones:** Excel cuenta con una amplia variedad de opciones para crear gráficos y visualizaciones que permiten representar los datos de manera visual. Esto facilita la interpretación y el análisis de los datos, así como la presentación de resultados.

- **Análisis de datos:** Excel proporciona herramientas y funciones para realizar análisis de datos más avanzados. Esto incluye análisis estadísticos, tablas dinámicas, escenarios hipotéticos, análisis de tendencias y proyecciones, entre otros.

- **Automatización de tareas:** Excel permite automatizar tareas repetitivas y ahorrar tiempo utilizando macros y programación en Visual Basic for Applications (VBA). Esto permite crear scripts personalizados para realizar operaciones específicas y simplificar el trabajo en la hoja de cálculo.

## 2.2 ABPOM (Advanced Business Process Optimization and Modeling)

AB POM es una herramienta especializada utilizada en la Ingeniería Industrial para la optimización y modelado de procesos empresariales. Su objetivo principal es mejorar la eficiencia y productividad de las operaciones empresariales mediante el análisis y la mejora de los procesos existentes. Se centra en el análisis detallado de los procesos empresariales, identificando las actividades, las relaciones entre ellas y los flujos de trabajo. A través de técnicas y algoritmos avanzados, esta herramienta permite simular, modelar y optimizar los procesos con el fin de identificar áreas de ineficiencia y oportunidades de mejora (Weiss, 2018).

Entre las características y funcionalidades de ABPOM se incluyen:

- **Modelado de procesos:** ABPOM permite a los ingenieros industriales crear modelos detallados de los procesos empresariales. Estos modelos representan las actividades, los flujos de trabajo, los recursos involucrados y las interacciones entre ellos. El modelado de procesos facilita la comprensión y visualización de los procesos, lo que ayuda a identificar ineficiencias y oportunidades de mejora.

- **Análisis y simulación:** ABPOM proporciona herramientas para el análisis y la simulación de los procesos empresariales. Los ingenieros industriales pueden realizar simulaciones basadas en diferentes escenarios y variables para evaluar el rendimiento de los procesos, identificar cuellos de botella y optimizar los flujos de trabajo.

- **Optimización y toma de decisiones:** ABPOM ofrece técnicas de optimización que permiten a los ingenieros industriales identificar las mejores prácticas y tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia y productividad de los procesos empresariales. Estas técnicas pueden incluir la asignación óptima de recursos, la optimización de rutas y la programación de actividades.

- **Mejora continua:** ABPOM facilita la mejora continua de los procesos empresariales al proporcionar métricas de rendimiento y seguimiento de indicadores clave. Los ingenieros industriales pueden utilizar estos datos para identificar áreas de mejora, establecer objetivos de desempeño y medir el impacto de las acciones tomadas.

## 2.3 Definición de Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial (IA) hace referencia a la capacidad de las máquinas para exhibir inteligencia en diversas tareas, en contraposición a la inteligencia propia de seres humanos y animales. Entre los ejemplos de tareas que puede realizar la IA se encuentran el reconocimiento del habla, la visión por computadora, la traducción entre lenguajes naturales y otros tipos de mapeo de datos de entrada (IBM, 2023).

Las aplicaciones de la IA son variadas e impactan en muchos aspectos de la vida moderna. Estas incluyen la mejora de los motores de búsqueda en la web, sistemas de recomendación

presentes en plataformas como YouTube, Amazon y Netflix, la comprensión del habla humana a través de asistentes como Siri y Alexa, vehículos autónomos, herramientas generativas o creativas como ChatGPT y el arte generado por IA, la automatización de la toma de decisiones y la participación en juegos estratégicos avanzados (Google , 2016).

A medida que las máquinas han ido adquiriendo mayores capacidades, ciertas tareas que anteriormente se consideraban que requerían "inteligencia" han sido excluidas de la definición de la IA, fenómeno conocido como el "efecto IA" (Ashok83, 2019). Por ejemplo, el reconocimiento óptico de caracteres a menudo se excluye de esta definición, dado que se ha convertido en una tecnología cotidiana (Schank, 1991).

Según la Empresa IBM, dice que la Inteligencia Artificial (IA) se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que, en el pasado, se consideraban dependientes de la inteligencia humana, incluyendo el reconocimiento del habla, visión por computadora, traducción entre lenguajes naturales y otras formas de procesamiento y análisis de datos. Las aplicaciones de la IA son diversas y abarcan áreas como la mejora de motores de búsqueda en la web, sistemas de recomendación en plataformas de entretenimiento y comercio en línea, asistentes de voz, vehículos autónomos, generación de contenido creativo, automatización de decisiones y juegos estratégicos avanzados. A medida que las máquinas han evolucionado, ciertas tareas que anteriormente se consideraban dentro del dominio de la inteligencia artificial han dejado de serlo, debido a la creciente sofisticación de las tecnologías. Por ejemplo, el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) se ha vuelto una tecnología común y, en algunos casos, se ha excluido de la definición de IA debido a su ubicuidad y su falta de características "inteligentes" (IBM, 2023).



Esta definición refleja la naturaleza en constante evolución de la IA y cómo las máquinas están adquiriendo la capacidad de realizar tareas cada vez más complejas, a menudo superando las habilidades humanas en áreas específicas.

## **2.4 Historia de la Inteligencia Artificial**

La Inteligencia Artificial (IA) como disciplina académica tuvo su inicio en 1956 (Crevier, 1993). A lo largo de su historia, la IA ha experimentado ciclos de optimismo, seguidos de decepciones y pérdida de financiamiento, conocidos como "inviernos de la IA", seguidos a su vez por nuevos enfoques y renovación de financiamiento (McCorduck, 2004) (Crevier, 1993). La investigación en IA ha explorado y descartado múltiples enfoques, como la simulación del cerebro, la modelización de la resolución de problemas humanos, la lógica formal, grandes bases de datos de conocimiento y la imitación del comportamiento animal (Clark, 2015). En las últimas décadas, el aprendizaje automático, basado en matemáticas y estadísticas, ha dominado el campo, demostrando éxito al resolver diversos problemas en la industria y la academia (Russell & Norvig, 2003).

Los subcampos de la investigación en IA se enfocan en objetivos específicos y el uso de herramientas particulares. Los objetivos tradicionales abarcan el razonamiento, la representación del conocimiento, la planificación, el aprendizaje, el procesamiento del lenguaje natural, la percepción y la capacidad de manipular objetos. La inteligencia general, que implica resolver cualquier problema, es un objetivo a largo plazo del campo. Para abordar estos problemas, los investigadores en IA han adaptado e integrado diversas técnicas de resolución, como búsqueda, optimización matemática, lógica formal, redes neuronales artificiales y métodos estadísticos,

probabilísticos y económicos. La IA también se nutre de la informática, la psicología, la lingüística, la filosofía y otros campos (Roberts, 2016).

El campo se fundamenta en la idea de que la inteligencia humana "puede describirse con suficiente precisión para que se pueda simular en una máquina". Estos temas han sido explorados en el pasado por el mito, la ficción y la filosofía desde tiempos antiguos (McCarthy, Minsky, & Shannon, 1955). A medida que avanzó, se planteó la posibilidad de que la IA pueda representar un riesgo existencial si no se orientan sus capacidades racionales hacia objetivos beneficiosos. Además, el término "inteligencia artificial" ha sido criticado por exagerar las capacidades reales de las tecnologías de IA (Analyticsinsight, 2022) (Giles, 2018) (Basen, 2020).

## **2.5 Modelo de Lenguaje**

La lingüística computacional surge como un campo interdisciplinario que se enfoca en desarrollar estructuras formales para comprender el funcionamiento del lenguaje natural y convertirlas en programas ejecutables, permitiendo la interacción con sistemas informáticos. Se encuentra en un punto intermedio entre el modelado basado en reglas y el enfoque estadístico del lenguaje natural, abordando el procesamiento del lenguaje desde una perspectiva computacional. Este campo se nutre de la colaboración entre lingüistas, expertos en inteligencia artificial, psicólogos cognitivos e informáticos especializados en lógica (Sobrino, 2018) (Christopher D. Manning, 2009).

La lingüística computacional abarca diversas áreas de estudio, entre las que se destacan:

- **Corpus lingüístico asistido por computadora:** Se enfoca en recopilar y analizar grandes conjuntos de datos lingüísticos para descubrir patrones y tendencias en el lenguaje (Rodríguez, 2020).
- **Diseño de analizadores sintácticos (parsers):** Estos sistemas se dedican a analizar y entender la estructura gramatical de las oraciones en lenguaje natural (León, 2012).
- **Diseño de etiquetadores y lematizadores:** Ejemplos son los POS-taggers, herramientas que asignan etiquetas gramaticales a las palabras en un texto (Noriega, 2018).
- **Definición de lógicas especializadas:** Se crean lógicas específicas que sirven como base para el procesamiento del lenguaje natural, contribuyendo a una comprensión más profunda del significado (MIGUEL, 2023).
- **Exploración de la relación entre lenguajes formales y naturales:** Se investiga cómo los lenguajes formales, utilizados en matemáticas y lógica, se relacionan con los lenguajes naturales (Euroforum, 2018).
- **Traducción automática:** El objetivo es desarrollar sistemas que permitan la conversión automática de textos de un idioma a otro (Amazon).

Según la Universidad Central de Venezuela, dice que la lingüística computacional busca fusionar habilidades en lingüística y tecnología para abordar desafíos complejos relacionados con el lenguaje natural. Desde el análisis de grandes volúmenes de texto hasta la traducción automática, este campo ofrece oportunidades para la comprensión y la comunicación efectiva entre humanos y máquinas (Venezuela, 2002).

## 2.6 GPT-3 y ChatGPT

Por ChatGPT es un modelo de lenguaje de inteligencia artificial desarrollado por OpenAI que se basa en la arquitectura GPT-3 (Generative Pre-trained Transformer 3). Esta arquitectura utiliza técnicas de aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural para generar respuestas coherentes y contextualmente relevantes a partir de texto de entrada (Open A.I., s.f.) (Recalde Varela Pablo Marcel, 2023).

El modelo ha sido entrenado utilizando una vasta cantidad de datos, que incluyen libros, artículos, páginas web y conversaciones en línea. Esta amplia gama de información le permite comprender y generar texto en diversos temas y contextos (Open A.I., s.f.).

La principal aplicación de ChatGPT es mantener conversaciones e interactuar con los usuarios de manera similar a como lo haría un humano (Recalde Varela Pablo Marcel, 2023). Los usuarios pueden hacer preguntas, solicitar información o simplemente conversar con el modelo, y este generará respuestas en función del contexto y la información que ha aprendido durante su entrenamiento (Open A.I., s.f.).

El objetivo central de ChatGPT es proporcionar respuestas precisas y útiles a los usuarios, ofreciendo información, recomendaciones o explicaciones basadas en su capacidad para procesar el lenguaje natural (Recalde Varela Pablo Marcel, 2023). El modelo es capaz de adaptarse a diferentes estilos de conversación y generar respuestas que se asemejan a las de un ser humano (Open A.I., s.f.).

El uso de ChatGPT se ha extendido a diversas áreas, incluyendo atención al cliente, soporte técnico, generación de contenido y asesoramiento en diferentes campos. En la Ingeniería

Industrial, ChatGPT puede ser empleado para resolver problemas, ofrecer recomendaciones o asistir en la toma de decisiones basadas en datos (Recalde Varela Pablo Marcel, 2023).

No obstante, es importante tener en cuenta que, a pesar de ser una herramienta avanzada en el procesamiento del lenguaje, ChatGPT también tiene limitaciones. El modelo puede generar respuestas incorrectas o incoherentes en ciertas situaciones, y su rendimiento está influenciado por la calidad de los datos de entrenamiento y el contexto en el que se utiliza (Open A.I., s.f.).

## **2.7 Aplicaciones de ChatGPT**

En la actualidad, el uso de ChatGPT ha adquirido una significativa relevancia gracias a su capacidad para procesar y comprender el lenguaje natural. Esta característica lo convierte en una herramienta con un alto potencial para resolver problemas y facilitar la toma de decisiones basadas en datos (Elisa L. Hill-Yardin, 2023).

En el ámbito de la Ingeniería Industrial, el uso de ChatGPT puede ser aplicado en diversas áreas, entre las cuales destacan:

**1. Análisis y Optimización de Procesos:** ChatGPT puede ser empleado para analizar y optimizar procesos en el ámbito de la Ingeniería Industrial. Los ingenieros industriales pueden interactuar con el chatbot, planteando problemas y situaciones específicas. A través de esta interacción, pueden obtener recomendaciones y soluciones basadas en datos y modelos previamente establecidos (Seidor, 2023).

**2. Soporte en la Toma de Decisiones:** ChatGPT se convierte en una herramienta valiosa para brindar soporte en la toma de decisiones a los profesionales de Ingeniería Industrial. Al

interactuar con el chatbot, los ingenieros pueden formular preguntas relacionadas con opciones de diseño, selección de proveedores, asignación de recursos y otros aspectos críticos en esta disciplina. Las respuestas y recomendaciones generadas por el chatbot pueden ayudar a respaldar el proceso de toma de decisiones (Linkedin, 2023).

**3. Generación de Informes y Documentación:** ChatGPT puede ser empleado para generar informes y documentación técnica en el campo de la Ingeniería Industrial. Al solicitar al chatbot la elaboración de informes específicos o documentos técnicos, los ingenieros pueden obtener resultados coherentes y precisos que faciliten la comunicación y documentación de sus descubrimientos y sugerencias (Tecalis, 2023).

Según el Departamento Académico de Ingeniería de la Pontificada Universidad Católica del Perú, dice que hay que tener consideración en el uso de ChatGPT en la Ingeniería presenta tanto ventajas como desafíos. Por un lado, puede agilizar los procesos de análisis y toma de decisiones, mejorando la eficiencia y precisión de los resultados obtenidos. No obstante, se debe prestar atención a la calidad y confiabilidad de los datos utilizados para entrenar al chatbot, así como la importancia de validar y verificar los resultados generados antes de tomar decisiones críticas basadas en ellos (Departamento Académico de Ingeniería, 2023).

## **2.8 Ingeniería Industrial**

La Ingeniería Industrial es una disciplina que se enfoca en la optimización de procesos y la toma de decisiones eficientes en organizaciones y sistemas productivos (William). Su objetivo principal es mejorar la eficiencia, productividad y calidad en una amplia variedad de industrias (Zandin, 2001).

En el contexto de la Ingeniería Industrial, la toma de decisiones basadas en datos juega un papel fundamental. Esto implica utilizar información relevante y precisa para respaldar la toma de decisiones, en lugar de basarse en intuiciones o suposiciones subjetivas. Al tomar decisiones basadas en datos, los ingenieros industriales pueden identificar y evaluar diferentes alternativas, analizar los posibles impactos y seleccionar la opción más óptima para lograr los objetivos establecidos. (Xin WANG, 2021).

La toma de decisiones basadas en datos en la Ingeniería Industrial se apoya en el análisis y procesamiento de información cuantitativa y cualitativa (Philip Kosky, 2021). Los ingenieros industriales utilizan herramientas y técnicas avanzadas para recopilar datos relevantes, analizarlos de manera sistemática y utilizar los resultados obtenidos para tomar decisiones informadas (Xin WANG, 2021).

El uso de datos en la Ingeniería Industrial abarca diferentes aspectos, como el análisis de procesos de producción, el monitoreo del rendimiento de sistemas y equipos, la gestión de inventarios, la planificación de la cadena de suministro, la optimización de recursos, entre otros. La capacidad de recopilar, analizar y utilizar datos de manera efectiva es esencial para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos, aumentar la calidad y la satisfacción del cliente, y lograr una ventaja competitiva en el mercado. En el campo de la Ingeniería Industrial, la toma de decisiones basadas en datos es crucial para lograr mejoras significativas en la eficiencia y productividad de las organizaciones. (Xin WANG, 2021). El uso de herramientas y técnicas adecuadas, como Excel, ABPOM y ChatGPT, puede facilitar este proceso al proporcionar capacidades de análisis, modelado y generación de soluciones en diferentes contextos y escenarios industriales. (Philip Kosky, 2021). (Xin WANG, 2021).

## 2.9 Analisis de datos en la ingeniería industrial

Junto con el uso de herramientas como Excel, ABPOM y ChatGPT, es importante tener en cuenta los diferentes métodos y técnicas utilizados en la toma de decisiones basadas en datos en la Ingeniería Industrial. Estos métodos y técnicas proporcionan un marco estructurado para analizar y evaluar diferentes alternativas y seleccionar la opción más óptima para lograr los objetivos establecidos (Almasud, 2023).

Dentro de la Ingeniería Industrial, se utilizan diversos métodos y técnicas, como el análisis multicriterio, el enfoque de programación lineal, el análisis de sensibilidad y la teoría de juegos. El análisis multicriterio permite evaluar y comparar diferentes criterios o factores relevantes en la toma de decisiones, considerando sus ponderaciones y relaciones. Por otro lado, el enfoque de programación lineal se utiliza para optimizar la asignación de recursos y la planificación de actividades, teniendo en cuenta restricciones y objetivos específicos (Philip Kosky, 2021).. El análisis de sensibilidad, por su parte, ayuda a evaluar cómo cambian los resultados ante variaciones en los parámetros y variables del modelo. Y finalmente, la teoría de juegos se aplica cuando hay interacción y conflicto de intereses entre diferentes agentes, permitiendo analizar y modelar estrategias óptimas (Philip Kosky, 2021).

Es importante destacar que el uso de estas técnicas se complementa con las herramientas mencionadas, como Excel, ABPOM y ChatGPT, que proporcionan capacidades específicas para realizar cálculos, análisis de datos y generación de soluciones. Estas herramientas pueden integrar y facilitar la aplicación de los métodos y técnicas en la toma de decisiones basadas en datos en la Ingeniería Industrial.



## **2.10 Avances y tendencias en la aplicación de inteligencia artificial en la ingeniería industrial.**

La aplicación de inteligencia artificial (IA) en la Ingeniería Industrial ha experimentado avances significativos en los últimos años, transformando la forma en que se toman decisiones basadas en datos en este campo (Hamido Fujita, 2023). Es importante explorar los avances más recientes en la aplicación de IA en la Ingeniería Industrial y comprender cómo estos avances están impactando la toma de decisiones y los procesos de análisis de datos en el ámbito industrial.

Entre los avances más destacados se encuentran el aprendizaje automático (machine learning) (Zhou, 2021), la minería de datos (Ronaldo Goldschmidt, 2015), la analítica predictiva (Jac Fitz-enz, 2014) y otras áreas emergentes en la aplicación de IA. El aprendizaje automático permite a los ingenieros industriales desarrollar modelos y algoritmos que pueden aprender y mejorar automáticamente a partir de datos, lo que facilita la detección de patrones, la predicción de resultados y la toma de decisiones informadas (Hamido Fujita, 2023). La minería de datos se enfoca en descubrir información útil y conocimiento a partir de grandes conjuntos de datos, permitiendo identificar tendencias, correlaciones y relaciones ocultas (Philip Kosky, 2021). La analítica predictiva utiliza técnicas estadísticas y modelos matemáticos para predecir eventos futuros y ayudar en la toma de decisiones anticipadas (Jac Fitz-enz, 2014).

Estas tendencias en la aplicación de IA en la Ingeniería Industrial están impulsando la capacidad de los ingenieros industriales para analizar grandes volúmenes de datos, identificar oportunidades de mejora, optimizar procesos y tomar decisiones más fundamentadas y precisas. Además, la integración de IA con herramientas de chatbots (ChatGPT), amplía aún más las posibilidades de análisis de datos dentro de la Ingeniería Industrial, permitiendo una interacción

más intuitiva, automatización de tareas y generación de soluciones basadas en datos. (Departamento Académico de Ingeniería, 2023).

## **CAPÍTULO III: ESTADO DEL ARTE.**

### **3.1 Descripción de Investigaciones Previas Relacionadas**

La herramienta Chatbot ChatGPT ha sido objeto de estudio en varias investigaciones con el propósito de evaluar sus capacidades en la toma de decisiones en contextos académicos y multidisciplinarios, especialmente en la interpretación de datos y la generación de resultados. Estos estudios buscan proporcionar un análisis completo del panorama en el que ChatGPT se desempeña.

Algunos ejemplos de estos estudios incluyen su aplicación en el análisis multidisciplinario del cambio climático (Biswas, Potential Use of Chat GPT in Global Warming, 2023), su contribución en la facilitación de la publicación de revistas científicas (Elisa L. Hill-Yardin, 2023), su papel en la provisión de consejos de salud a pacientes (Biswas, Role of Chat GPT in Public Health, 2023), y un análisis de su eficacia en la resolución de cálculos en ingeniería mecánica (Tiro, 2023).

En particular, el estudio en ingeniería mecánica (Tiro, 2023) arrojó resultados que indicaban incongruencias consistentes en la forma en que ChatGPT presentaba fórmulas y resolvía cálculos, lo que resalta ciertas limitaciones en su capacidad para abordar problemas matemáticos y formulaciones complejas en este campo específico. Estos diversos estudios contribuyen a la comprensión más completa de las capacidades y restricciones de ChatGPT en diferentes contextos y áreas de aplicación.

### **3.2 Descripción de Investigaciones Previas Relacionadas**

Los estudios revisados en el estado del arte previamente mencionados se han enfocado en diferentes aspectos, tales como la teoría, la creación de guías para usuarios o el análisis puramente matemático. Sin embargo, hasta ahora no se ha logrado una integración efectiva de las distintas disciplinas para llevar a cabo un análisis completo y holístico. En el contexto específico de comparar el uso de ChatGPT con herramientas como ABPOM y Excel, el objetivo es ir más allá de considerar únicamente la parte matemática.

En el presente estudio, busca evaluar no solo la capacidad de realizar cálculos precisos, sino también comprender la facilidad con la que un usuario puede interactuar con estas herramientas y proporcionar instrucciones. Esto implica considerar aspectos más amplios, como la usabilidad, la comprensión y la comunicación efectiva entre el usuario y el programa. Al analizar tanto la eficacia matemática como la experiencia del usuario en el proceso de toma de decisiones, se pretende obtener un panorama completo y coherente de cómo estas herramientas se aplican en el campo de la Ingeniería Industrial.

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGIA**

### **4.1 Diseño de la Investigación**

En esta fase del proceso, se ha desarrollado un diseño de investigación que tiene como objetivo abordar la comparación entre ChatGPT, Excel y ABPOM (POM QM) en el ámbito de la toma de decisiones en Ingeniería Industrial. La premisa fundamental es que ChatGPT, una herramienta basada en inteligencia artificial, puede ser evaluada y contrastada con herramientas

convencionales como Excel y ABPOM. Para lograr este propósito, se han concebido pruebas y ejercicios específicos que se llevarán a cabo utilizando los tres programas. Esta metodología permitirá un análisis exhaustivo del rendimiento y las capacidades de estas herramientas en el contexto de la Ingeniería Industrial.

#### **4.2 Técnicas y Herramientas Utilizadas**

Según Earl Babbie, indica que la investigación cualitativa es un enfoque de investigación que se utiliza para explorar y comprender fenómenos sociales, culturales o humanos en profundidad. A diferencia de la investigación cuantitativa, que se centra en la recopilación de datos numéricos y estadísticas, la investigación cualitativa se enfoca en la obtención de información descriptiva y no numérica (Babbie, 2014).

Según Alan Bryman, menciona que la investigación cuantitativa es un enfoque de investigación que se basa en la recopilación y el análisis de datos numéricos y estadísticas para responder a preguntas de investigación y probar hipótesis. A diferencia de la investigación cualitativa, que se centra en la obtención de datos descriptivos y en la exploración de fenómenos en profundidad, la investigación cuantitativa se caracteriza por su énfasis en la medición y cuantificación de variables (Bryman, 2012).

La metodología empleada en esta investigación ha sido de naturaleza dual, incorporando tanto un enfoque cualitativo como cuantitativo. Para llevar a cabo este estudio, se seleccionaron ejercicios y pruebas provenientes de fuentes bibliográficas de alta confiabilidad. Estas fuentes se adaptaron para evaluar cómo ChatGPT, Excel y ABPOM funcionan en situaciones de toma de decisiones dentro del ámbito de la Ingeniería Industrial. El análisis cualitativo se ha centrado en

lograr una comprensión profunda de cómo cada herramienta enfrenta los desafíos planteados, mientras que el análisis cuantitativo ha permitido una medición objetiva de su rendimiento en términos de precisión, eficiencia y efectividad.

#### **4.3 Fuentes de Datos**

Para llevar a cabo este estudio, se han empleado ejercicios y problemas extraídos de fuentes bibliográficas académicas y profesionales en el ámbito de la Ingeniería Industrial. Estos casos de estudio reflejan situaciones auténticas y desafiantes que los profesionales de este campo podrían encontrarse en su labor diaria. La selección de fuentes de datos fiables y pertinentes garantiza que las pruebas sean apropiadas y representativas de las circunstancias del mundo real en las que estas herramientas serían empleadas.

#### **4.4 Proceso de Análisis de Datos**

Según los autores Edward Muñoz Cuchca y Beymar Pedro Solís Trujillo, menciona que la evaluación cualitativa se caracteriza por su enfoque descriptivo y exploratorio. Se centra en recopilar datos no numéricos, como descripciones, narrativas, observaciones y entrevistas, con el propósito de comprender en profundidad los detalles y matices de un fenómeno. En lugar de utilizar métodos estructurados, los investigadores buscan explorar perspectivas, experiencias, creencias y actitudes, lo que implica un análisis interpretativo de los datos. La evaluación cualitativa es flexible y adaptable, prestando especial atención al contexto en el que se recopilan los datos, lo que permite una comprensión más rica y detallada de los aspectos subjetivos de un tema (Edward Muñoz Cuchca, 2021).

También los autores Edward Muñoz Cuchca y Beymar Pedro Solís Trujillo, menciona que la evaluación cuantitativa se basa en la medición numérica y el análisis estadístico. Utiliza métodos estructurados, como encuestas, cuestionarios y mediciones físicas, para recopilar datos numéricos que pueden medirse y cuantificarse. Los datos se analizan a través de técnicas estadísticas para identificar patrones, relaciones y tendencias. La evaluación cuantitativa busca la generalización de resultados y se enfoca en la objetividad y la replicabilidad, lo que la hace adecuada para medir variables específicas, evaluar el impacto de intervenciones, probar hipótesis y respaldar teorías. En resumen, la evaluación cuantitativa se centra en la cuantificación y la medición numérica de fenómenos con el propósito de llegar a conclusiones basadas en datos estadísticos sólidos. Ambos enfoques, cualitativo y cuantitativo, son valiosos y se utilizan de manera complementaria según los objetivos y la naturaleza del estudio (Edward Muñoz Cuchca, 2021).

El análisis de datos en este estudio se llevará a cabo utilizando un enfoque integral que combina tanto métodos cualitativos como cuantitativos. La evaluación cualitativa implica una observación detallada y un análisis profundo de cómo cada herramienta aborda los problemas planteados, considerando aspectos como la interfaz de usuario, la facilidad de uso y su aplicabilidad en contextos específicos. Por otro lado, el análisis cuantitativo involucra la recolección y el procesamiento de datos numéricos derivados de las pruebas realizadas. Esto permitirá realizar una comparación objetiva del rendimiento de ChatGPT, Excel y ABPOM en términos de resultados obtenidos y tiempos de ejecución.

En síntesis, la metodología adoptada en este estudio asegura una evaluación completa y precisa de las capacidades y limitaciones de las herramientas bajo análisis. La combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos, junto con la cuidadosa selección de fuentes de datos

pertinentes, contribuye a un análisis integral y esclarecedor que proporcionará una comprensión más profunda sobre la efectividad y utilidad de ChatGPT, Excel y ABPOM en el contexto de la Ingeniería Industrial.

## **CAPÍTULO V: APLICACIONES Y COMPARACIÓN DE CHATGPT CON HERRAMIENTAS TRADICIONALES**

### **5.1 Posible Aplicación de ChatGPT en Ingeniería Industrial**

En la actualidad, el uso de ChatGPT ha ganado relevancia debido a su capacidad para procesar y comprender el lenguaje natural, lo que lo convierte en una herramienta potencialmente útil para resolver problemas y tomar decisiones basadas en datos (Elisa L. Hill-Yardin, 2023).

El uso de ChatGPT en Ingeniería Industrial puede tener varias aplicaciones, entre las cuales se destacan:

**1. Análisis y optimización de procesos:** ChatGPT puede utilizarse para analizar y optimizar los procesos empresariales en la Ingeniería Industrial. Mediante la interacción con el chatbot, los ingenieros industriales pueden plantear problemas y escenarios específicos, y obtener recomendaciones o soluciones basadas en datos y modelos preexistentes.

**2. Soporte en la toma de decisiones:** ChatGPT puede ser una herramienta útil para ayudar a los ingenieros industriales en la toma de decisiones basadas en datos. Al interactuar con el chatbot, los profesionales pueden plantear preguntas sobre opciones de diseño, selección de proveedores, asignación de recursos, entre otros aspectos relevantes en la Ingeniería Industrial, y obtener respuestas y recomendaciones para respaldar su proceso de toma de decisiones.

**3. Generación de informes y documentación:** ChatGPT puede ayudar en la generación de informes y documentación técnica en la Ingeniería Industrial. Al solicitar al chatbot la elaboración de informes o documentos específicos, los ingenieros industriales pueden obtener resultados coherentes y precisos que pueden ser utilizados para comunicar y documentar sus hallazgos y recomendaciones.

Es importante tener en cuenta que el uso de ChatGPT en Ingeniería Industrial presenta tanto ventajas como desafíos. Por un lado, puede agilizar los procesos de análisis y toma de decisiones, así como mejorar la eficiencia y precisión de los resultados obtenidos. Sin embargo, es necesario considerar la calidad y confiabilidad de los datos utilizados para entrenar al chatbot, así como también la necesidad de validación y verificación de los resultados generados.

## **5.2 Comparación entre ChatGPT, Excel y ABPOM en Ingeniería Industrial**

En el ámbito de la Ingeniería Industrial, es importante analizar y comparar las características, ventajas y limitaciones de las diferentes herramientas disponibles para resolver problemas y tomar decisiones basadas en datos. A continuación, se presenta una comparación entre ChatGPT, Excel y ABPOM:

**ChatGPT (Open A.I., s.f.):**

**Ventajas:**

- Capacidad para comprender y generar texto en lenguaje natural, lo que permite una interacción más intuitiva y conversacional.



- Flexibilidad para analizar y resolver problemas en una amplia variedad de temas y contextos de la Ingeniería Industrial.

- Potencial para ofrecer recomendaciones basadas en datos y modelos preexistentes, lo que puede agilizar el proceso de toma de decisiones.

- Habilidad para generar informes y documentación técnica de manera automatizada, lo que puede ahorrar tiempo y esfuerzo en la elaboración de documentos.

### **Limitaciones:**

- Dependencia de la calidad y confiabilidad de los datos utilizados para entrenar al modelo. Si los datos son sesgados o contienen errores, los resultados generados por ChatGPT pueden ser imprecisos o no representar de manera precisa la realidad.

- Posibilidad de generar respuestas engañosas o incorrectas si se le proporciona información errónea o ambigua.

- Requiere una conexión a Internet para acceder y utilizar el servicio de ChatGPT, lo que puede limitar su disponibilidad en entornos sin conexión o con acceso limitado a Internet.

- Mayor dificultad para realizar cálculos y análisis numéricos complejos en comparación con herramientas especializadas como Excel.

### **Excel (Microsoft, s.f.):**

### **Ventajas:**

- Amplia disponibilidad y familiaridad en el ámbito de la Ingeniería Industrial. Es una herramienta estándar utilizada para el análisis de datos y la resolución de problemas.

- Capacidad para realizar cálculos numéricos complejos, análisis estadísticos y modelado matemático.

- Funciones predefinidas y fórmulas que permiten automatizar tareas repetitivas y facilitar el análisis de datos.

- Posibilidad de crear gráficos y visualizaciones para representar los resultados de manera efectiva.

### **Limitaciones:**

- Requiere un conocimiento avanzado y experiencia en su uso para aprovechar todas sus capacidades y funcionalidades.

- Puede ser menos flexible y adaptativo en comparación con modelos de lenguaje como ChatGPT, ya que está diseñado principalmente para el análisis numérico y la manipulación de datos estructurados.

- La gestión y organización de grandes volúmenes de datos puede ser compleja en Excel, lo que puede limitar su eficiencia en ciertos escenarios.

- Mayor dependencia de la entrada manual de datos, lo que puede aumentar el riesgo de errores humanos y limitar la escalabilidad en el análisis de grandes conjuntos de datos.

### **ABPOM (Advanced Business Process Optimization Model) (M.S., 2014):**

#### **Ventajas:**

- Enfoque especializado en la optimización de procesos empresariales, lo que permite identificar y mejorar áreas de ineficiencia y baja productividad.

- Utilización de algoritmos y técnicas avanzadas de optimización para encontrar soluciones óptimas o cercanas a la óptima.

- Capacidad para simular y modelar diferentes escenarios de procesos, lo que permite evaluar el impacto de cambios y tomar decisiones informadas.

- Integración con otras herramientas y sistemas empresariales, lo que facilita la implementación y seguimiento de mejoras en los procesos.

### **Limitaciones:**

- Requiere un conocimiento especializado en la aplicación y configuración de ABPOM, lo que puede limitar su accesibilidad y adopción en entornos con recursos limitados.

- Mayor costo y tiempo de implementación en comparación con herramientas más ampliamente disponibles como Excel.

- Depende de la disponibilidad y calidad de los datos utilizados para modelar y optimizar los procesos.

- Enfoque específico en la optimización de procesos, lo que limita su utilidad en otras áreas de la Ingeniería Industrial que requieren análisis y toma de decisiones más amplios.

Cada una de estas herramientas (ChatGPT, Excel y ABPOM) tiene características, ventajas y limitaciones específicas en el contexto de la Ingeniería Industrial. ChatGPT destaca por su capacidad de comprensión y generación de texto, Excel es ampliamente utilizado para el análisis numérico y la manipulación de datos, y ABPOM se enfoca en la optimización de procesos

empresariales. La elección de la herramienta más adecuada dependerá de los requisitos y objetivos específicos de cada situación.

CUADRO COMPARATIVO					
EXCEL		ABPOM		CHATGPT	
VENTAJAS	LIMITACIONES	VENTAJAS	LIMITACIONES	VENTAJAS	LIMITACIONES
Amplia disponibilidad y familiaridad en el ámbito de la Ingeniería Industrial. Es una herramienta estándar utilizada para el análisis de datos y la resolución de problemas.	Requiere un conocimiento avanzado y experiencia en su uso para aprovechar todas sus capacidades y funcionalidades.	Enfoque especializado en la optimización de procesos empresariales, lo que permite identificar y mejorar áreas de ineficiencia y baja productividad.	Requiere un conocimiento especializado en la aplicación y configuración de ABPOM, lo que puede limitar su accesibilidad y adopción en entornos con recursos limitados.	Capacidad para comprender y generar texto en lenguaje natural, lo que permite una interacción más intuitiva y conversacional.	Dependencia de la calidad y confiabilidad de los datos utilizados para entrenar al modelo. Si los datos son sesgados o contienen errores, los resultados generados por ChatGPT pueden ser imprecisos o no representar de manera precisa la realidad.
Capacidad para realizar cálculos numéricos complejos, análisis estadísticos y modelado matemático.	Puede ser menos flexible y adaptativo en comparación con modelos de lenguaje como ChatGPT, ya que está diseñado principalmente para el análisis numérico y la manipulación de datos	Utilización de algoritmos y técnicas avanzadas de optimización para encontrar soluciones óptimas o cercanas a la óptima.	Mayor costo y tiempo de implementación en comparación con herramientas más ampliamente disponibles como Excel.	Flexibilidad para analizar y resolver problemas en una amplia variedad de temas y contextos de la Ingeniería Industrial.	Posibilidad de generar respuestas engañosas o incorrectas si se le proporciona información errónea o ambigua.
Funciones predefinidas y fórmulas que permiten automatizar tareas repetitivas y facilitar el análisis de datos.	La gestión y organización de grandes volúmenes de datos puede ser compleja en Excel, lo que puede limitar su eficiencia en ciertos escenarios.	Capacidad para simular y modelar diferentes escenarios de procesos, lo que permite evaluar el impacto de cambios y tomar decisiones informadas.	Depende de la disponibilidad y calidad de los datos utilizados para modelar y optimizar los procesos.	Potencial para ofrecer recomendaciones basadas en datos y modelos preexistentes, lo que puede agilizar el proceso de toma de decisiones.	Requiere una conexión a Internet para acceder y utilizar el servicio de ChatGPT, lo que puede limitar su disponibilidad en entornos sin internet
Posibilidad de crear gráficos	Mayor dependencia de la	Integración con otras herramientas	Enfoque específico en la	Habilidad para generar informes y	Dependencia de la calidad y

y visualizaciones para representar los resultados de manera efectiva.	entrada manual de datos, lo que puede aumentar el riesgo de errores humanos y limitar la escalabilidad en el análisis de grandes conjuntos de datos.	y sistemas empresariales, lo que facilita la implementación y seguimiento de mejoras en los procesos.	optimización de procesos, lo que limita su utilidad en otras áreas de la Ingeniería Industrial que requieren análisis y toma de decisiones más amplios.	documentación técnica de manera automatizada, lo que puede ahorrar tiempo y esfuerzo en la elaboración de documentos.	confiabilidad de los datos utilizados para entrenar al modelo. Si los datos son sesgados o contienen errores, los resultados generados por ChatGPT pueden ser imprecisos o no representar de manera precisa la realidad.
Amplia disponibilidad y familiaridad en el ámbito de la Ingeniería Industrial. Es una herramienta estándar utilizada para el análisis de datos y la resolución de problemas.	Requiere un conocimiento avanzado y experiencia en su uso para aprovechar todas sus capacidades y funcionalidades.	Enfoque especializado en la optimización de procesos empresariales, lo que permite identificar y mejorar áreas de ineficiencia y baja productividad.	Requiere un conocimiento especializado en la aplicación y configuración de ABPOM, lo que puede limitar su accesibilidad y adopción en entornos con recursos limitados.	Capacidad para comprender y generar texto en lenguaje natural, lo que permite una interacción más intuitiva y conversacional.	Posibilidad de generar respuestas engañosas o incorrectas si se le proporciona información errónea o ambigua.

**CUADRO 1:** Cuadro de comparación entre las distintas herramientas.

**Elaborado:** Investigador

### 5.3 Realización del Experimento

Para la realización del experimento, se han tomado 3 ejercicios aleatorios de fuentes bibliográficas con el fin de testear las capacidades del programa ChatGPT. Comparándolo con las herramientas tradicionales que los ingenieros industriales utilizan para realizar análisis, siendo Excel y ABPOM (POM QM) las herramientas más usadas. Con ello, se compara la metodología en donde los programas realizan los ejercicios, que tan precisos son a la hora de dar los resultados, y que tan sencillos es a la hora de uso.

Para realizar la verificación con el Chatbot ChatGPT, se realizará dos pruebas con dos chats diferentes. Uno, en donde ha tenido interacción previa con el usuario (el investigador) – en realización de deberes, cálculos, y metodologías dentro de la UCACUE. Y el otro chat, siendo uno nuevo que no ha tenido interacción previa con el investigador. Ambos chats, luego se compararán para verificar la metodología que ha usado una con la otra, los resultados, y si un chat da una respuesta diferente a la otra.

Cabe de recatar, que tanto en Excel como en ABPOM (POM QM) no da resultados erróneos, a menos que, los valores, cifras, y formulas, hayan sido ingresadas mal por parte del usuario.

#### **5.4 Ejercicio Costo/Beneficio**

Según Caeleigh MacNeil (MacNeil, 2022) El Costo/Beneficio es un análisis financiero que evalúa y compara los costos involucrados en un proyecto, inversión o acción con los beneficios esperados. Esta herramienta permite determinar si una decisión es económicamente viable al sopesar los gastos iniciales y continuos con los rendimientos o ventajas a obtener, con el objetivo de tomar decisiones informadas y eficientes en función de la maximización de los recursos y beneficios disponibles.

El análisis costo/beneficio evalúa principalmente dos aspectos:

**Costos:** Esto incluye todos los gastos relacionados con un proyecto, inversión o acción, tanto los costos iniciales como los costos operativos continuos. Estos pueden abarcar una variedad de elementos, como la inversión inicial, mantenimiento, mano de obra, suministros, costos de operación y otros gastos relacionados.

**Beneficios:** Aquí se consideran los rendimientos, ganancias o ventajas que se esperan obtener como resultado de la acción o proyecto. Estos beneficios pueden ser tanto financieros (como ingresos adicionales o ahorros) como no financieros (como mejoras en la calidad de vida, reducción de riesgos, impacto social positivo, etc.).

El análisis costo/beneficio compara estos dos aspectos para determinar si los beneficios superan los costos. En última instancia, se utiliza para tomar decisiones informadas sobre si un proyecto o acción es económicamente viable y cuál es la mejor opción entre diferentes alternativas.

Para este caso, se toma el ejercicio de la fuente de Zonacontable (Zonacontable, s.f.). para la realización del 1er ejercicio. El autor describe el ejercicio, y el resultado:

“Supongamos un Restaurante con capacidad de 20 mesas. Cada Mesa Alberga 4 personas (por lo tanto 80 clientes). Las ventas durante un mes concreto son de 30.000,00 Euros, y, durante ese periodo se han ocupado 300 mesas. El costo fijo de la instalación es de unos 5.000,00 al mes, y el costo variable ha alcanzado los 18.000,00 euros.

### **Calcular el punto de equilibrio**

Si se han promediado 30.000 euros y se han asistido 300 mesas, resultan unas ventas por mesa de 100 euros. El margen de Contribución o Margen Unitario, es la parte del precio que no es consumida por los costos variables unitarios y que por lo tanto queda para cubrir los costos (Zonacontable, s.f.). fijos. Los costos variables se obtendrán de la relación entre el costo variable mensual (los \$18.000) y el número de mesas ocupadas y su valor será de 60.

$$\text{RATIO UMBRAL DE RENTABILIDAD} = \frac{\text{GASTOS FIJOS}}{\text{MARGEN DE CONTRIBUCIÓN}}$$

Como conocemos como calcular el margen de contribución, en nuestro caso la adaptaremos para el ejercicio de la siguiente forma:

$$PE = \frac{Gastos\ Fijos}{Precio\ venta\ mesa - Costo\ variable\ mesa}$$

Sustituyendo los valores en la formula, obtendremos:

$$PE = \frac{5000,00}{100 - 60}$$

Por lo tanto, el punto de equilibrio valdrá 125 mesas.

Con este resultado podemos obtener las ventas que deben realizarse.

**Ventas Netas**..... 12.500,00 (100,00 x 125)

**Costo Variable**..... 7.500,00 (60,00 x 125)

**Costo fijo**..... 5.000,00

Por lo tanto, si el restaurante vende por encima de 12.500,00 euros obtendremos beneficios.

En el presente caso, de Partida se había promediado 30.000 euros, con lo que con el 42% de las ventas hemos cubierto el punto de equilibrio”

**Elaborado por:** Investigador.

**Solución del Primer Ejercicio Mediante POM QM (ABPOM)**



Module tree Hide Panel

- Assignment
- Breakeven/Cost-Volume Analysis
  - Cost-Volume Analysis
  - Breakeven Analysis (Cost vs. Revenue)**
  - Multiproduct Break-Even Analysis
- Decision Analysis
- Forecasting
- Game Theory
- Goal Programming
- Integer & Mixed Integer Programming
- Inventory
- Linear Programming
- Markov Analysis
- Material Requirements Planning
- Networks
- Project Management (PERT/CPM)
- Quality Control
- Scoring Model
- Simulation
- Statistics (mean, var, sd; normal dist)
- Transportation
- Waiting Lines
- Display OM Modules only
- Display QM Modules only
- Display ALL Modules

Volume for volume analysis

2

QM for Windows - [Data] Results

(untitled) Solution

	Cost Type	Costs	Revenues
Fixed Costs	Fixed	5000	xxxxxx
Variable costs	Variable	60	xxxxxx
Revenue per unit	Variable	xxxxxx	100
<b>BREAKEVEN POINTS</b>			
	Units	Dollars	
Costs vs. Revenues	125	12500	
<b>Volume analysis @</b>			
	2		
Total Fixed Costs		5000	0
Total Variable Costs/Rev...		120	200
Total Costs		5120	200
Net Cost	4920		

Graph of Breakeven Analy...

Breakeven/Cost-Volume Analysis/Breakeven Analysis (Cost vs. Revenue) | Solution Screen

**Imagen 1:** Solución en POM QM (ABPOM) del Ejercicio 1.

**Fuente:** Investigador

**Análisis de la Solución Mediante POM QM (ABPOM):** Este programa se requiere una capacitación previa para su uso, ya que tanto por el idioma que maneja el programa, el inglés, y que su Interfaz de Usuario (IU) utiliza términos no conocidos debido a la barrera del lenguaje; aunque se conocen los conceptos, se requiere de una capacitaciones para el uso correcto del ABPOM para poder usar el programa. Se uso la función “Breakeven Analysis (Cost vs Revenue” – se colocaron los valores correspondientes a los costos fijos (Fixed Costs), Costo Variables (Variable Costs), y el Beneficio por Unidad (Revenue per Unit).

Dando como resultado que el problema requiere de 125 unidades con una ganancia de 12.500 Dólares para poder tener beneficios. Siendo correcto con la solución dada por el problema.

## Solución del Primer Ejercicio Mediante Excel.



**Imagen 2:** Solución en Excel de Ejercicio 1. **Fuente:** Investigador

**Análisis de la Solución Mediante Excel:** El análisis de la solución mediante Excel proporciona un enfoque detallado y versátil para abordar el ejercicio planteado. En este contexto, se utilizó una plantilla específicamente diseñada en Excel, que facilita la descripción completa de la solución del primer ejercicio. La plantilla abarca una serie de aspectos esenciales que resultan cruciales en la toma de decisiones basadas en datos en la ingeniería industrial.

En primer lugar, se destaca la incorporación de la formulación completa dentro de Excel. Aunque el ejercicio planteado es relativamente sencillo de realizar manualmente, se debe reconocer que Excel brinda la ventaja de permitir a los usuarios personalizar plantillas y láminas de cálculo para que se adapten a sus necesidades y preferencias específicas. Esta capacidad de

personalización ofrece flexibilidad y comodidad al usuario al diseñar su propio entorno de trabajo, lo que puede agilizar y mejorar el proceso de toma de decisiones.

La plantilla en Excel proporciona una sección denominada "Datos Iniciales" en la que se pueden introducir los valores clave para el análisis. Estos valores incluyen el precio de venta, el costo unitario y los gastos fijos. Los datos ingresados por el usuario se destacan en números azules para una identificación clara. El resultado del análisis se presenta en las celdas identificadas como "Punto de Equilibrio" y "\$ Ventas Equilibrio". Aquí, se proporciona información crucial que revela el punto de equilibrio en términos de unidades a producir y los dólares necesarios para alcanzar dicho equilibrio. Para el ejercicio específico planteado, se obtuvo un punto de equilibrio de 125 unidades y un valor de \$12,500 en dólares, lo cual coincide acertadamente con el ejemplo del Ejercicio 1.

En la plantilla de Excel, se incluye además un cuadro de resumen que desglosa tanto la utilidad como la pérdida resultante de las operaciones. Este desglose brinda una visión detallada de cómo se generan los beneficios y las pérdidas en relación con las unidades producidas y las ventas. Esta información es invaluable para los ingenieros involucrados en análisis económicos de proyectos y procesos de producción, ya que permite una comprensión completa de los aspectos económicos de una operación.

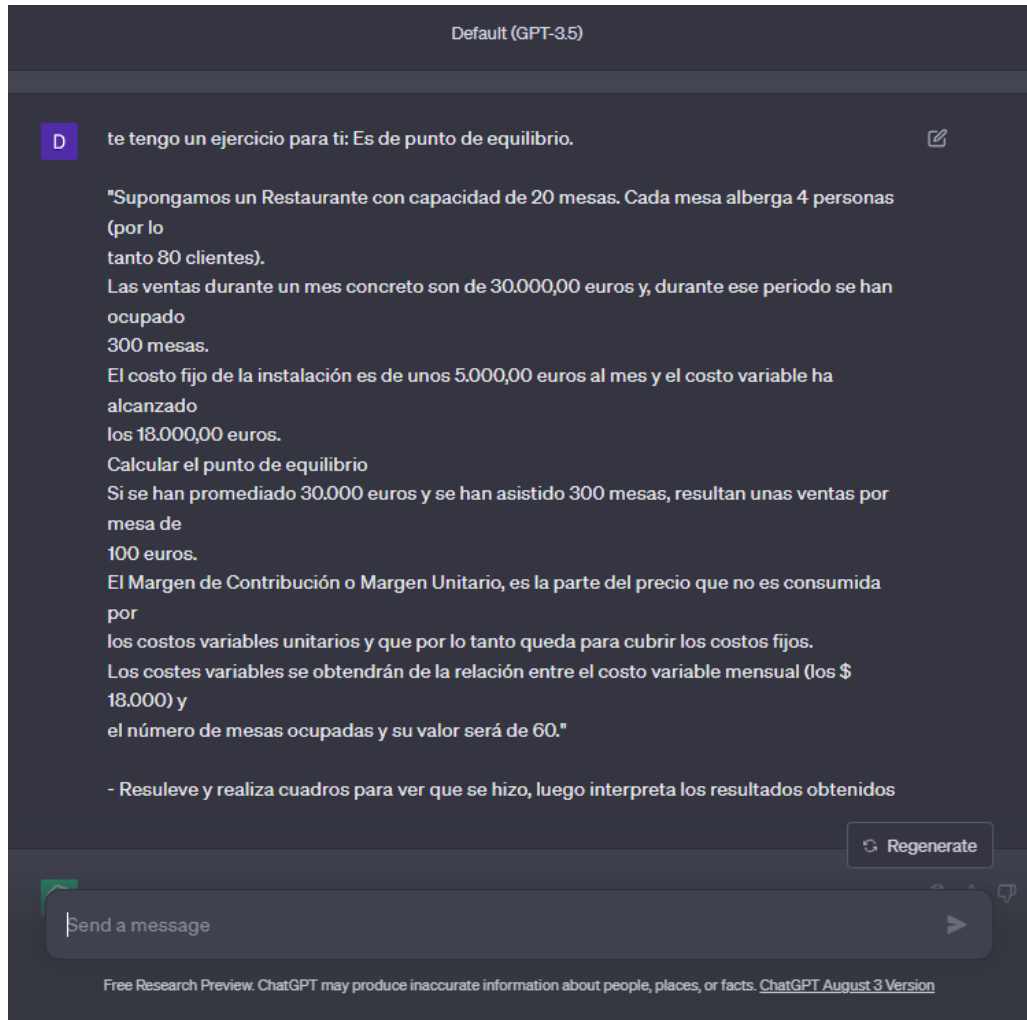
Finalmente, la plantilla de Excel proporciona una representación visual del ejercicio a través de un gráfico de líneas. El gráfico presenta varias líneas clave, cada una con su significado. La línea azul representa los ingresos generados por las ventas, la línea roja representa el costo variable, la línea verde representa los gastos fijos, la línea morada muestra el costo total y la línea celeste revela el beneficio.

### **Solución del Primer Ejercicio Mediante ChatGPT con previa interacción.**

Para este experimento se utilizaron dos chats. El Primero que tenía interacción previa con el investigador en forma de prompts anteriores. Y el Segundo, en donde se abre un nuevo “Chat” en donde no ha tenido interacción con el investigador. En cuanto a este ejercicio al momento de plantearlo mediante el uso de la herramienta ChatGPT se consideró un prompt que le permita a la herramienta entender las necesidades de información que el problema requiere y para lo cual se planteó el siguiente prompts en ambos chats, tanto en la versión en donde no ha tenido interacción con usuario, y la versión que si ha tenido:

“te tengo un ejercicio para ti: Es de punto de equilibrio. "Supongamos un Restaurante con capacidad de 20 mesas. Cada mesa alberga 4 personas (por lo tanto 80 clientes). Las ventas durante un mes concreto son de 30.000,00 euros y, durante ese periodo se han ocupado 300 mesas. El costo fijo de la instalación es de unos 5.000,00 euros al mes y el costo variable ha alcanzado los 18.000,00 euros. Calcular el punto de equilibrio Si se han promediado 30.000 euros y se han asistido 300 mesas, resultan unas ventas por mesa de 100 euros. El Margen de Contribución o Margen Unitario, es la parte del precio que no es consumida por los costos variables unitarios y que por lo tanto queda para cubrir los costos fijos. Los costes variables se obtendrán de la relación entre el costo variable mensual (los \$ 18.000) y el número de mesas ocupadas y su valor será de 60." - Resuelve y realiza cuadros para ver que se hizo, luego interpreta los resultados obtenidos”

Este prompt fue tomado textualmente del ejercicio mediante la función CTR+C y pegado en ChatGPT mediante CTR+V. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:



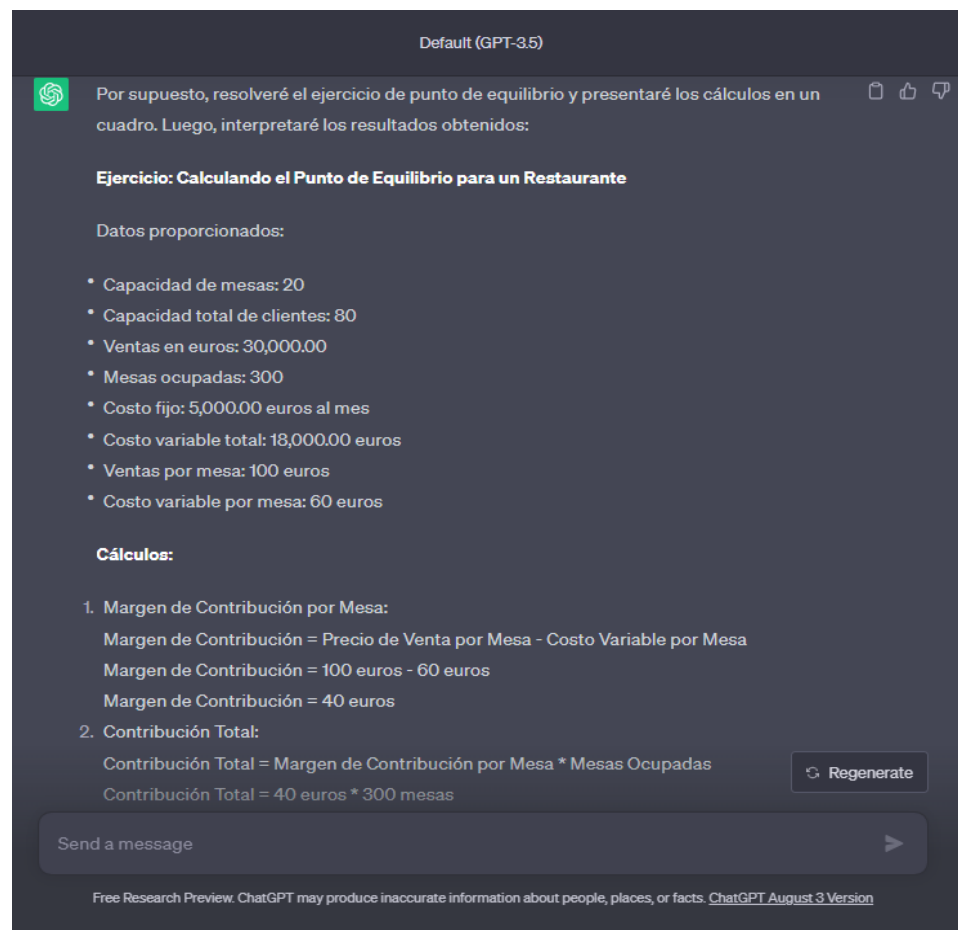
**Imagen 3:** Pregunta por parte del usuario a ChatGPT con Interacción Previa.

**Fuente:** Investigador

En esta imagen, el investigador que corresponde al usuario de un cuadro morado con una “D” blanca. Se copia el texto del primer ejercicio de manera textual. Mediante la función de Microsoft CTR+C y se pega al ChatGPT mediante la función de Microsoft CTR+V. Luego, pulsando Enter, es que la pregunta es enviada al Chatbot.

Se le pide al programa que resuelva, realice cuadros de análisis, y luego interpretar los resultados. Se le dice que se le tiene un ejercicio de “punto de equilibrio” y se pega textualmente el ejercicio 1 dentro chat.

ChatGPT tiene la habilidad de entender textos que se han copiado literalmente de una fuente textual. Esta limitado en texto, código, números, preguntas, y programación en distintos lenguajes usados. No entiende imágenes, sonidos, fotos, o cuadros textuales (ya que su arquitectura de diseño de chatbot, le impide entender dichas funciones).



**Imagen 4:** Respuesta 1 de 3 de la Pregunta 1. (Chat con previa interacción)

**Fuente:** Investigador

Default (GPT-3.5)

Margen de Contribución = 40 euros

2. Contribución Total:

Contribución Total = Margen de Contribución por Mesa \* Mesas Ocupadas

Contribución Total = 40 euros \* 300 mesas

Contribución Total = 12,000 euros

3. Punto de Equilibrio en Mesas:

Punto de Equilibrio = Costo Fijo Total / Margen de Contribución por Mesa

Punto de Equilibrio = 5,000 euros / 40 euros

Punto de Equilibrio = 125 mesas

**Cuadro de Cálculos:**

Margen de Contribución	40 euros/mesa
Contribución Total	12,000 euros
Punto de Equilibrio	125 mesas

**Interpretación de los Resultados:**

El Punto de Equilibrio es el nivel de ventas en el cual los ingresos totales son iguales a los costos totales, es decir, donde la empresa no tiene ganancias ni pérdidas. En este caso, el Restaurante alcanzará el punto de equilibrio cuando ocupe 125 mesas en un mes. Esto significa que si el restaurante logra ocupar 125 mesas, los ingresos generados cubrirán exactamente los costos fijos y variables, sin generar ganancias ni pérdidas adicionales.

Regenerate

Send a message

Free Research Preview. ChatGPT may produce inaccurate information about people, places, or facts. [ChatGPT August 3 Version](#)

**Imagen 5:** Respuesta 2 de 3 de la Pregunta 1. (Chat con previa interacción)

**Fuente:** Investigador

**Cuadro de Cálculos:**

Margen de Contribución	40 euros/mesa
Contribución Total	12,000 euros
Punto de Equilibrio	125 mesas

**Interpretación de los Resultados:**

El Punto de Equilibrio es el nivel de ventas en el cual los ingresos totales son iguales a los costos totales, es decir, donde la empresa no tiene ganancias ni pérdidas. En este caso, el Restaurante alcanzará el punto de equilibrio cuando ocupe 125 mesas en un mes. Esto significa que si el restaurante logra ocupar 125 mesas, los ingresos generados cubrirán exactamente los costos fijos y variables, sin generar ganancias ni pérdidas adicionales.

Si el restaurante ocupa más de 125 mesas en un mes, generará ingresos por encima del punto de equilibrio y comenzará a obtener ganancias. Por otro lado, si ocupa menos de 125 mesas, incurrirá en pérdidas ya que los ingresos no serán suficientes para cubrir los costos fijos y variables.

En resumen, el Punto de Equilibrio es un indicador importante para la gestión financiera de un negocio, ya que ayuda a determinar el nivel mínimo de ventas necesario para evitar pérdidas y mantener la operación rentable.

Regenerate

Send a message

Free Research Preview. ChatGPT may produce inaccurate information about people, places, or facts. [ChatGPT August 3 Version](#)

**Imagen 6:** Respuesta 3 de 3 de la Pregunta 1. (Chat con previa interacción)

**Fuente:** Investigador.

El programa ChatGPT, luego de unos cuantos seguros de análisis. Dio la respuesta luego de unas palabras de cortesía hacia el usuario, primero organiza los datos dentro del ejercicio que se le pidió que se realizara. Tomando las unidades correspondientes para la realización del



ejercicio. Realiza un subtítulo con las “unidades proporcionadas” tomando unidades como la capacidad, el costo, la venta por mesa, etc. Luego Realiza los cálculos paso a paso, de una manera detallada para que el usuario pueda guiarse o corregirle. Luego realiza un cuadro con las unidades más importantes, siendo el margen de contribución, contribución total, y el punto de equilibrio.

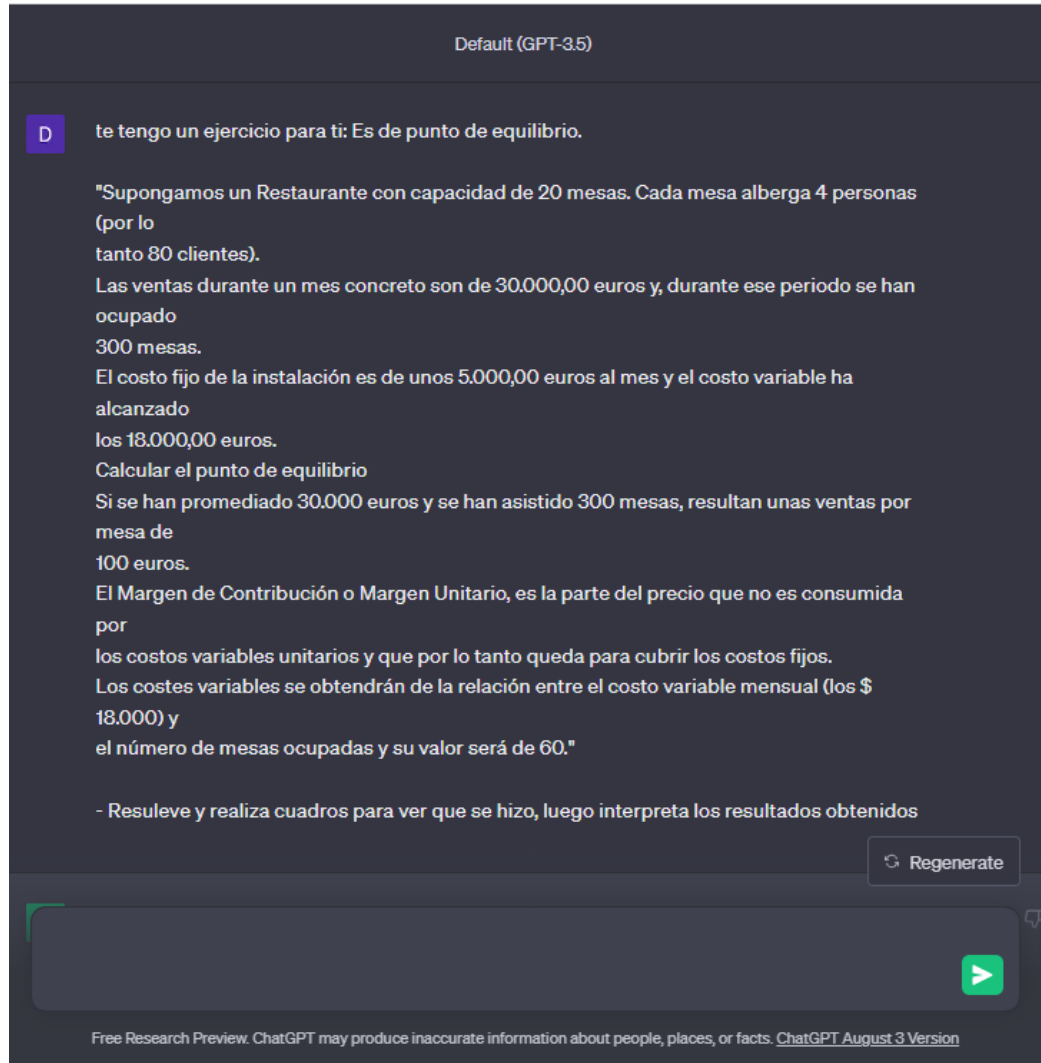
Se da el caso que la contribución total da \$12.000, siendo \$500 menos que el resultado que da tanto el primer ejercicio, Excel, y POM QM. Pero teniendo el punto de equilibrio correcto de 125 de mesas.

Lo que más llama la atención, es que ChatGPT tiene toda la información correcta, pero parece que tiene problema con los cálculos. O no entiende bien los cálculos. O tal vez, es algo dentro de la lógica de su programa. Tal vez, haya sido un error de “lectura” de la pregunta que el usuario ha realizado. Tal vez una combinación de dos o más factores, o sea un factor desconocido. Pero se puede decir, de que ChatGPT explica muy bien la solución del problema.

Cabe de mencionar, que la arquitectura de ChatGPT funciona para ser una Inteligencia Artificial que se usa para interactuar con los usuarios en temas de conversaciones, y que no es una Inteligencia Artificial que ha sido diseñado con el objetivo de realizar cálculos y simulaciones.

Esto puede decir, que ciertas falencias lógicas pueden surgir, ya que ha sido principalmente diseñado para interactuar en conversaciones con el usuario. Pero cabe de recatar, el método para comunicarse, expresar conceptos, y si el usuario pregunta, puede realizar una mejor explicación más sencilla. Algo que herramientas como Excel y POM QM carecen. Esto puede significar, que programas como ChatGPT, puede ser usadas para la instrucción de en materia educativa y de capacitación.

### Solución en ChatGPT (Chat sin previa interacción):

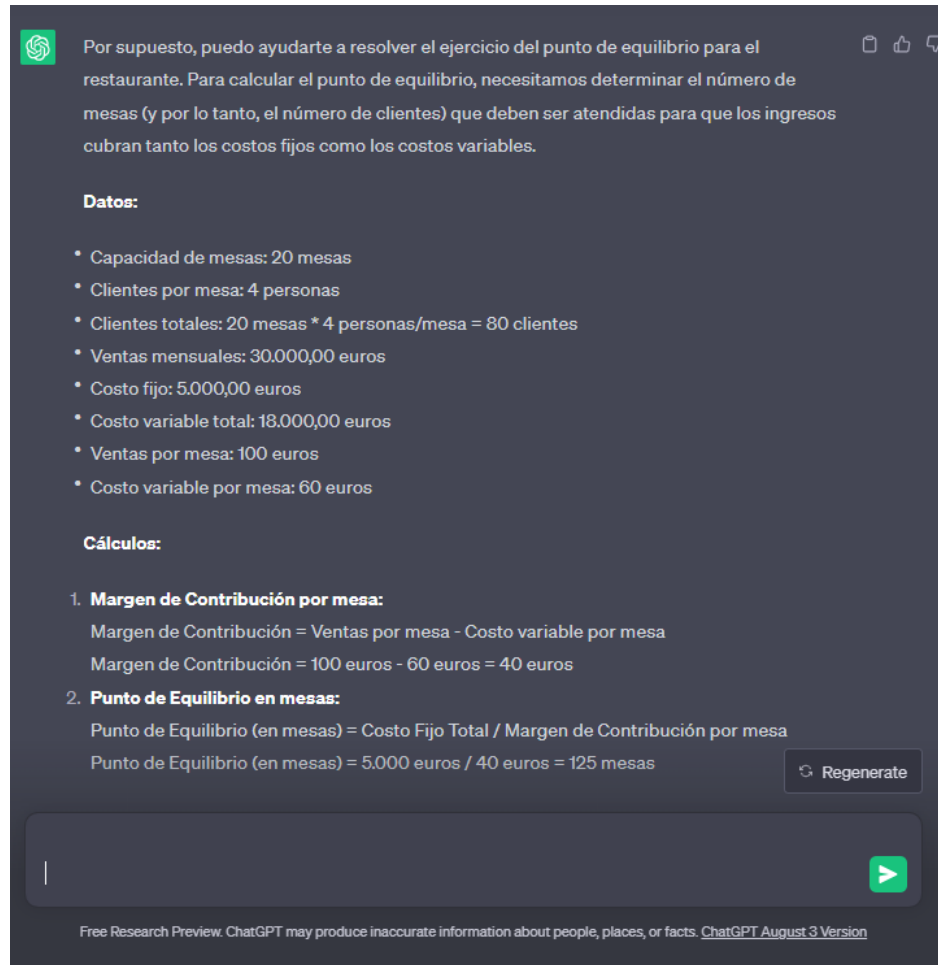


**Imagen 7:** Pregunta 1 en ChatGPT (Chat sin previa interacción).

**Fuente:** Investigador.

Se tiene que clarificar que ChatGPT automáticamente coloca un nuevo tópico por cada pregunta realizada por cada chat nuevo, esto lo hace para almacenar la conversación previa para una futura revisión, y ser usada (si el usuario lo permite) para que la empresa matriz, la use para

entrenar versiones posteriores de ChatGPT para interactuar mejor con los usuarios. Nuevamente se toma textualmente del ejercicio, y mediante los comandos CTR+C y CTR+V se coloca en el Chat. La pregunta no cambia, sigue siendo igual en ambos chats.



**Imagen 8:** Respuesta 1 de 2 de la pregunta 1. (Chat sin previa interacción)

**Fuente:** Investigador.

- Costo variable por mesa: 60 euros

#### Cálculos:

1. **Margen de Contribución por mesa:**

Margen de Contribución = Ventas por mesa - Costo variable por mesa

Margen de Contribución = 100 euros - 60 euros = 40 euros

2. **Punto de Equilibrio en mesas:**

Punto de Equilibrio (en mesas) = Costo Fijo Total / Margen de Contribución por mesa

Punto de Equilibrio (en mesas) = 5.000 euros / 40 euros = 125 mesas

#### Interpretación:

El punto de equilibrio es el nivel en el cual los ingresos totales igualan los costos totales, es decir, no hay ganancias ni pérdidas. En este caso, el restaurante necesita ocupar 125 mesas para alcanzar el punto de equilibrio, lo que equivale a atender a 500 clientes (125 mesas \* 4 personas/mesa). Esto significa que si el restaurante logra ocupar 125 mesas en un mes, las ventas generadas serán suficientes para cubrir tanto los costos fijos como los costos variables, sin generar ganancias ni pérdidas.

Es importante tener en cuenta que el punto de equilibrio no considera las ganancias, por lo que cualquier venta adicional por encima de las 125 mesas contribuiría directamente a las ganancias del restaurante. Del mismo modo, si el restaurante no logra ocupar al menos 125 mesas, incurrirá en pérdidas ya que no cubrirá todos sus costos.

Regenerate

|



Free Research Preview. ChatGPT may produce inaccurate information about people, places, or facts. [ChatGPT August 3 Version](#)

**Imagen 9:** Respuesta 2 de 2 de la pregunta 1. (Chat sin previa interacción)

**Fuente:** Investigador.

La respuesta en las Unidades es correcta, pero en temas de ganancias no lo coloca. Observe que la manera que solución y da la respuesta, es muy diferente en chat sin previa interacción que chat que tenía previa interacción; esto se debe, ya que, al dar una respuesta, ChatGPT puede dar diferentes respuestas que puedan llevar a la misma conclusión. Pero lo más sorprendente, que, en

el chat con previa interacción, dio la respuesta con el beneficio (aunque incorrecto, dio una respuesta) – en esta prueba, no dio la respuesta. Omitiendo ya sea deliberada o accidentalmente esa. Nuevamente, tal vez sea por su arquitectura, una mal interpretación de la pregunta, o algo más.

### **Análisis del Primer Ejercicio**

Se puede decir que el programa POM QM (ABPOM) es preciso con las respuestas que da, pero es de difícil de interpretación ya sea para usar sus funciones o tratar de interpretar el programa sin capacitación previa, POM QM no tiene funciones de otros lenguajes lo que puede restringir el uso a personal que sean fluidas en el lenguaje, y que tiene una Interfaz de Usuario antigua que no es amigable a los nuevos usuarios.

Excel es un programa con amplio uso, y con ello mayor interacción con los usuarios. Tiene función en otras lenguas (dependiendo siempre del lenguaje que está activo en el Microsoft) – y puede personalizar las tablas, las funciones, y gráficos. Pero se requiere capacitación previa si se quiere usar las funciones más avanzadas. Un gran punto a favor, es que las tablas se pueden usar personalizar a discreción del usuario.

ChatGPT entiende las preguntas que se le hace, dando la respuesta con sus capacidades presentes. Interpretando bien las necesidades que coloca el usuario, explicando paso a paso la resolución del problema para que el usuario viera con detalle la solución del problema. Pero la falencia, es que no realiza bien los cálculos debido a errores lógicos o de poca comprensión. Aunque el chat que ha tenido previa interacción da una respuesta más concisa y detallada, el chat sin previa interacción da una respuesta más compacta, pero carente de ciertos detalles que se le pedía (ya sea que lo omitió a propósito, o por error debido a su arquitectura)

## 5.5 Ejercicio de Regresión lineal

Según (IBM, 2020) La regresión lineal es un método estadístico utilizado para modelar la relación entre una variable dependiente (o variable de respuesta) y una o más variables independientes (o variables predictoras) a través de una ecuación lineal. En su forma más simple, la regresión lineal busca encontrar la línea recta que mejor se ajusta a los datos y se utiliza para predecir o estimar el valor de la variable dependiente en función de los valores de las variables independientes.

La regresión lineal evalúa la relación entre las variables al calcular la pendiente y la intersección de la línea que mejor se adapta a los datos. Además, se utiliza para determinar la fuerza y dirección de la relación entre las variables predictoras y la variable de respuesta. En otras palabras, evalúa cómo un cambio en las variables predictoras se asocia con un cambio en la variable de respuesta. Este análisis es útil en la predicción, modelado y comprensión de relaciones lineales en datos, lo que puede ser valioso en la toma de decisiones y análisis de datos en diversos campos, como la economía, la ciencia, la ingeniería y la investigación social, entre otros. Es buscar una relación entre dos series de datos, y ver que tan confiable es la relación, siendo esto mediante el Coeficiente de Correlación y el Coeficiente de Determinación.

Para este caso, se toma el ejercicio resuelto por (uji, s.f.)

“Una empresa de manufacturas basa las predicciones de sus ventas anuales en los resultados oficiales de la demanda total en la industria. A continuación, se dan los datos de demanda total y las ventas afectadas por la empresa en los últimos 11 años.

<b>Demanda Total (En Miles de Toneladas)</b>	<b>Ventas (En Miles de Toneladas)</b>
200	9
220	6
400	12
330	7
210	5
390	10
280	8
140	4
280	7
290	10
380	14

Dibujar los diagramas de dispersión de los datos.

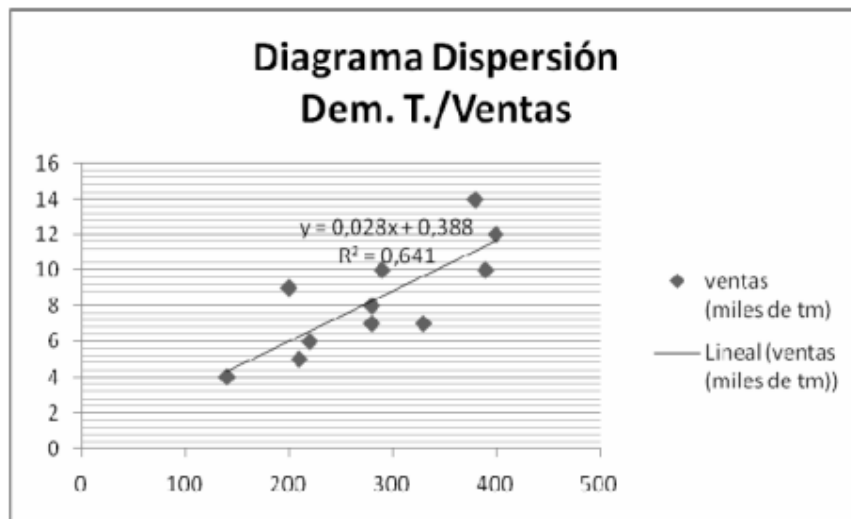
Trazar la recta que más se ajuste a los datos.

Por medio de un ajuste mínimo cuadrático encontrar la recta que más se ajuste a las ventas de la empresa en función de la demanda total. Si la demanda total industrial es de 300.000 toneladas. ¿qué volumen de ventas se predeciría usando la recta de regresión calculada? ¿Y si utilizamos la recta encontrada en el apartado b)?

Realiza la valide3z del ajuste lineal realizado en el apartado anterior. Utilizando el método robusto de ajuste de una recta basado en la mediana, para obtener una recta de ajuste en los términos del apartado c) Realiza la predicción del apartado c) utilizando esta recta.

### Solución:

1.  $X = \text{Demanda Total}$ ,  $Y = \text{Ventas}$ .



1.  $Y^* = 0,422 + 0,028x$  ;  $y^* = 0,422 + 0,028 * 300 = 8,822$  Miles de Ton.
2.  $R = 0,801$  ;  $R^2 = 0,642$



4. Para calcular la recta robusta de ajuste basada en la mediana se procede de la siguiente:

- Se divide la muestra ordenada por la variable X en tres partes aproximadamente iguales, en este caso hemos tomado 4, 3 y 4.
- Se calcula la mediana para las variables X e Y en el primer y tercer subconjunto de datos.

Primer subconjunto:  $X_1 = Me(X) = 205$  ;  $Y_1 = Me(Y) = 5,5$

Segundo subconjunto:  $X_2 = Me(X) = 385$  ;  $Y_2 = Me(Y) = 1,1$

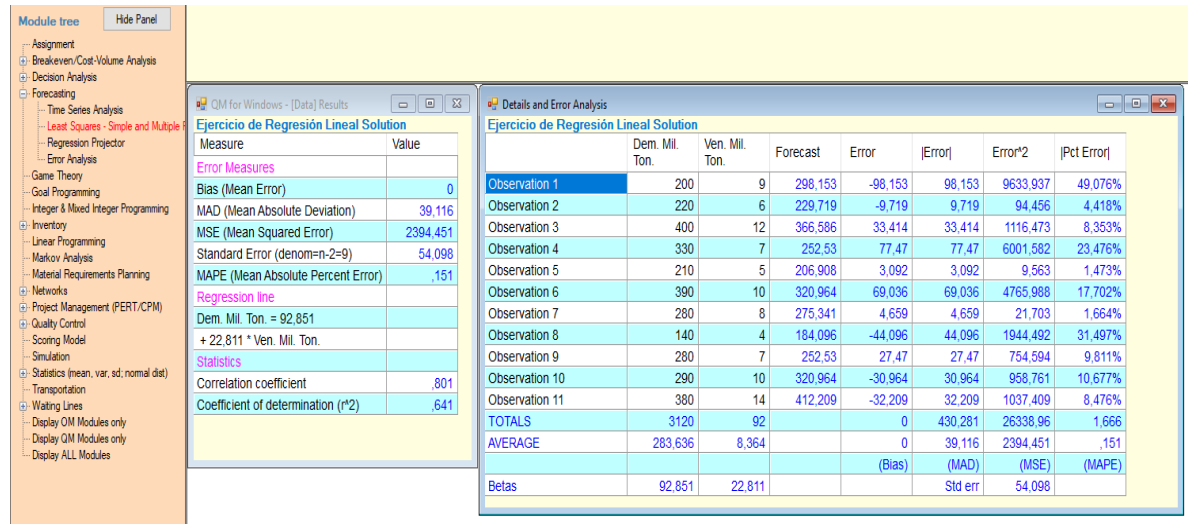
Uniendo los puntos obtenemos la recta robusta de ajuste. La expresión para la pendiente ( $b_t$ ) y para el término independiente ( $a_t$ ) son:

$$b_t = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$a_t = \frac{X_2 Y_2 - X_1 Y_1}{x_2 - x_1}$$

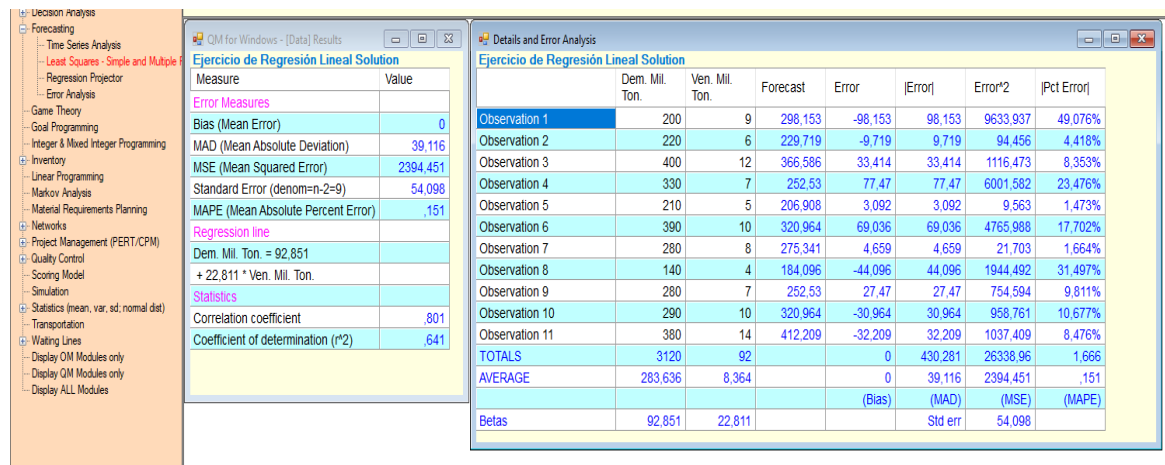
Sustituyendo obtenemos  $y^R = -0,764 + 0,031 * 300 = 8,536$  miles de Ton. (NOTA: Ambas rectas están dibujadas sobre el diagrama de dispersión. El signo. Del grafico corresponde a los puntos ( $X_1 Y_1$ ) y ( $X_2 Y_2$ ) y el signo (cuadrado) a los datos del problema).”

## Solución del segundo ejercicio mediante ABPOM (POM QM):



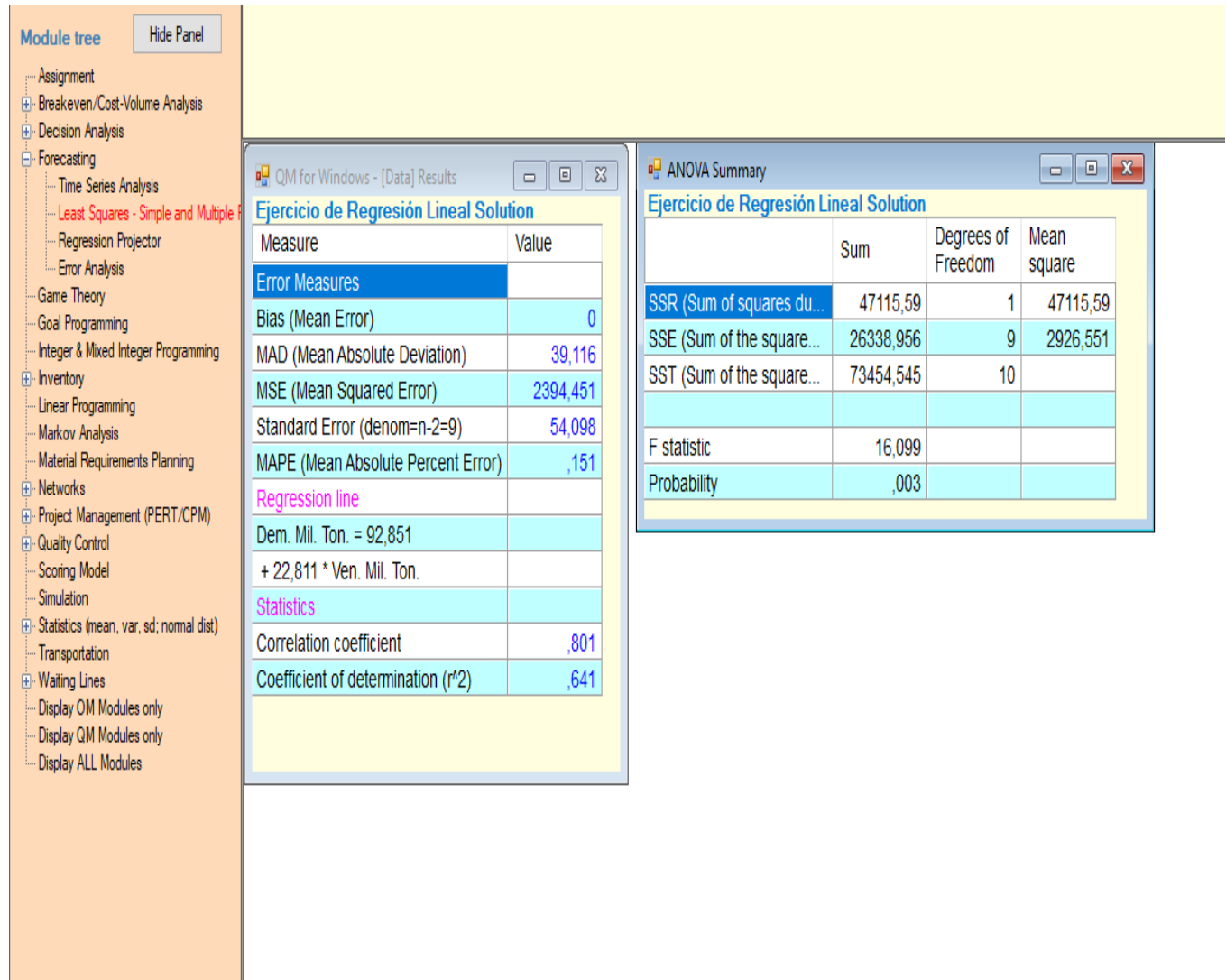
**Imagen 10:** Resolución mediante POM QM, 1 de 4.

**Fuente:** Investigador.



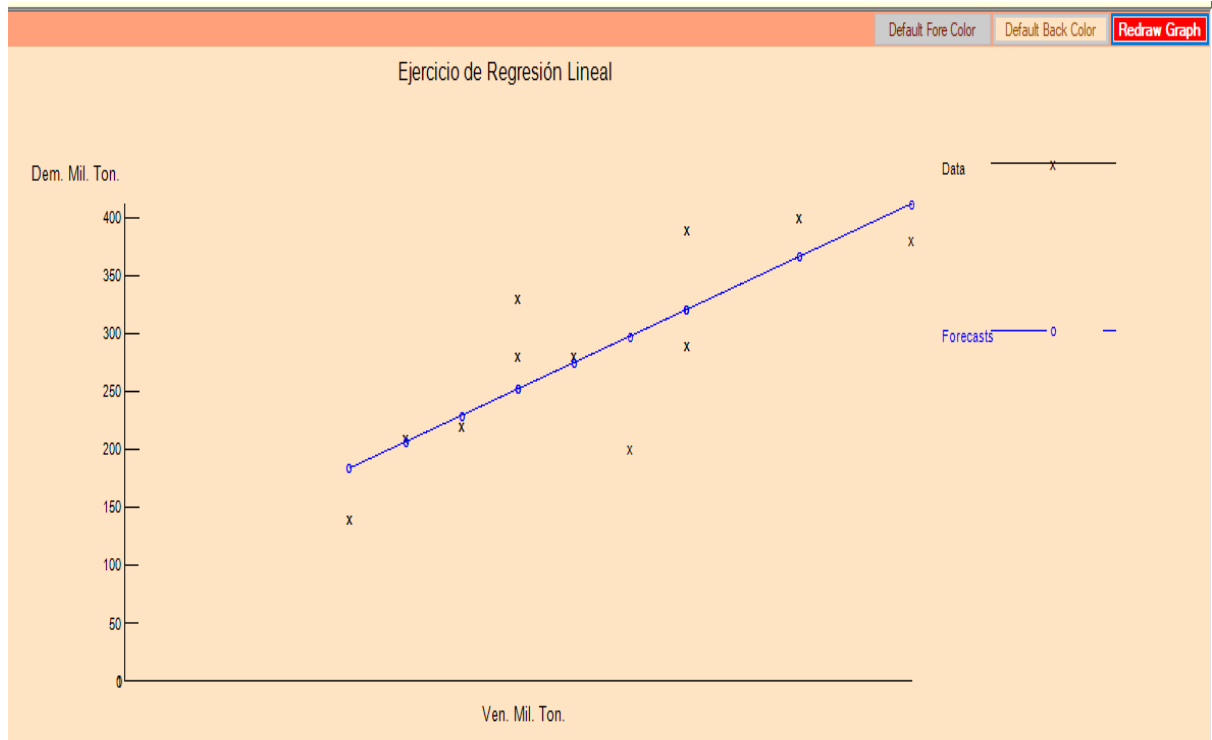
**Imagen 11:** Resolución mediante POM QM, 2 de 4.

**Fuente:** Investigador.



**Imagen 12:** Resolución mediante POM QM, 3 de 4.

**Fuente:** Investigador.



**Imagen 13:** Resolución mediante POM QM, 4 de 4

**Fuente:** Investigador.

**Resolución mediante POM QM.** Las imágenes de las 10 hasta la 13, es la resolución mediante la solución “Forecasting, Leant Square – Simple and Multiple” que tiene el programa POM QM, ya que para realizar operaciones de regresión lineal en ABPOM, se usa esta función. Coloca la información y la función en el programa. Aunque explica como soluciona el problema presentado, una solución similar ocurre con Excel, POM QM carece una manera de interpretar los resultados para aquellos que no están familiarizados con el programa o los resultados. Dando un resultado de correlación de 0.801, y un coeficiente de determinación de 0.641. Siendo correctas en el ejercicio de ejemplo.

**Solución del segundo ejercicio mediante Excel:**

<div> <div>L20</div> <div> <div>✕</div> <div>✓</div> <div><math>f_x</math></div> </div> </div>						
	B	C	D	E	F	G
1						
2		<b>Regresión Lineal</b>				
3		<b>Demanda Total (Miles de</b>		<b>Ventas (Miles de Ton)</b>		
4		<b>Ton)</b>				
5		200		9		
6		220		6		
7		400		12		
8		330		7		
9		210		5		
10		390		10		
11		280		8		
12		140		4		
13		280		7		
14		290		10		
15		380		14		

**Imagen 14:** Resolución mediante Excel, 1 de 3.

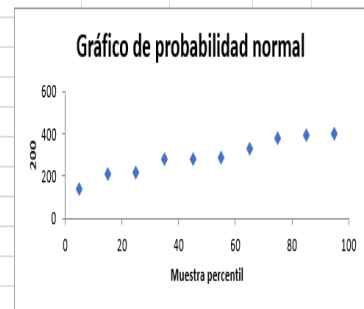
**Fuente:** Investigador.

3	<b>Estadísticas de la regresión</b>								
4	Coefficiente de con	0,872591975							
5	Coefficiente de det	0,761416755							
6	R <sup>2</sup> ajustado	0,731593849							
7	Error típico	44,28492151							
8	Observaciones	10							
9									
10	<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>								
11		<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de F</b>			
12	Regresión	1	50070,76582	50070,76582	25,53127334	0,000985761			
13	Residuos	8	15689,23418	1961,154273					
14	Total	9	65760						
15									
16		<b>Coefficientes</b>	<b>Error típico</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Inferior 95%</b>	<b>Superior 95%</b>	<b>Inferior 95,0%</b>	<b>Superior 95,0%</b>
17	Intercepción	96,33740289	41,17771208	2,339552103	0,047448853	1,381428558	191,2933772	1,381428558	191,2933772
18	9	23,57380688	4,665449402	5,052848043	0,000985761	12,81526127	34,3323525	12,81526127	34,3323525
19									

**Imagen 15:** Resolución mediante Excel, 2 de 3.

**Fuente:** Investigador.

21									
22	<b>Análisis de los residuales</b>			<b>Resultados de datos de probabilidad</b>					
23									
24	<b>Observación</b>	<b>Pronóstico 200</b>	<b>Residuos</b>		<b>Percentil</b>	<b>200</b>			
25	1	237,7802442	-17,78024417		5	140			
26	2	379,2230855	20,77691454		15	210			
27	3	261,3540511	68,64594895		25	220			
28	4	214,2064373	-4,206437292		35	280			
29	5	332,0754717	57,9245283		45	280			
30	6	284,9278579	-4,927857936		55	290			
31	7	190,6326304	-50,63263041		65	330			
32	8	261,3540511	18,64594895		75	380			
33	9	332,0754717	-42,0754717		85	390			
34	10	426,3706992	-46,37069922		95	400			
35									
36									



**Imagen 16:** Resolución mediante Excel, 3 de 3.

**Fuente:** Investigador.

La función usada fue la de regresión lineal, primero se tuvo que activar la función dentro de los programas de Excel, luego realizar la tabla entre demanda y ventas, para luego colocar la función regresión lineal mediante análisis de datos, para colocar los datos dentro del programa. Da un coeficiente de correlación de 0.87 y el coeficiente de determinación de 0.76. Esto es contrario a los resultados de un coeficiente de correlación de 0.80 y determinación de 0.64. Siendo eso +0.07 y +0.12 puntos de aumento en comparación con Excel, y los resultados obtenidos en POM QM y el resultado del ejercicio.

### **Solución del segundo ejercicio mediante ChatGPT con previa interacción:**

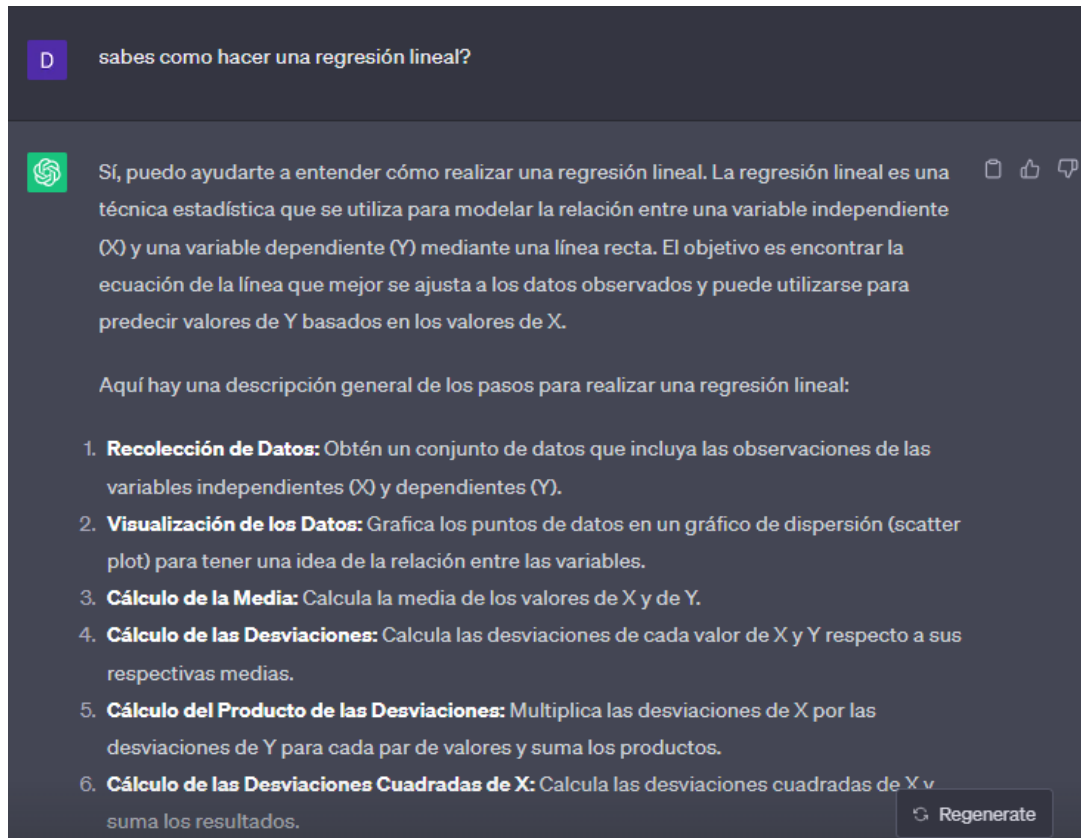
Para este ejercicio se comenzó con un prompt en forma de pregunta para el Chat: “sabes cómo hacer una regresión lineal?” – el chat responderá dando una explicación, luego se coloca de manera textual el ejercicio en forma de prompt a ambos chats (el que ha tenido interacción con el usuario, y el que no ha interactuado). El prompt del segundo ejercicio fue el siguiente: “te voy a dar un ejercicio para que puedas resolver. 7. Una empresa de manufacturas basa las predicciones de sus ventas anuales en los resultados oficiales de la demanda total en la industria. A continuación, se dan los datos de demanda total y las ventas efectuadas por la empresa en los últimos 11 años.

demanda total (miles de tm)	200	220	400	330	210	390	280	140	280	290	380
demanda total (miles de tm)	200	220	400	330	210	390	280	140	280	290	380
Ventas (miles de tm)	9	6	12	7	5	10	8	4	7	10	14

1. Dibujar los diagramas de dispersión de los datos. 2. Trazar la recta que más se ajuste a los datos. 3. Por medio de un ajuste mínimo cuadrático encontrar la recta que más se ajuste a las ventas de la empresa en función de la demanda total. Si la demanda total industrial es de 300000 toneladas, ¿Qué volumen de ventas se predeciría usando la recta de regresión calculada? ¿y si utilizamos la recta encontrada en el apartado b)? 4. Realiza la validez del ajuste lineal realizado en el apartado anterior. Utilizando el método robusto

de ajuste de una recta basado en la mediana, para obtener una recta de ajuste en los términos del apartado c). Realiza la predicción del apartado c. utilizando esta recta”

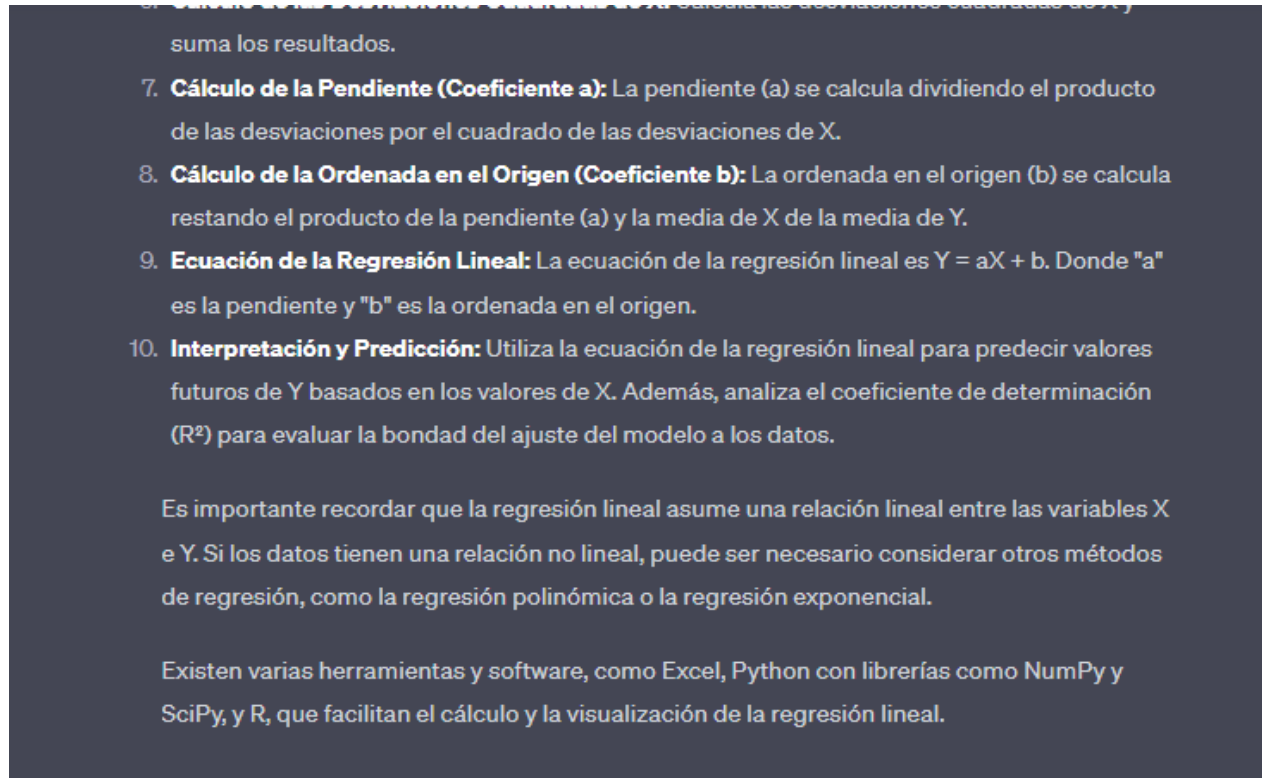
La respuesta fue la siguiente:



**Imagen 17:** Pregunta inicial al programa 1 de 2

**Fuente:** Investigador.

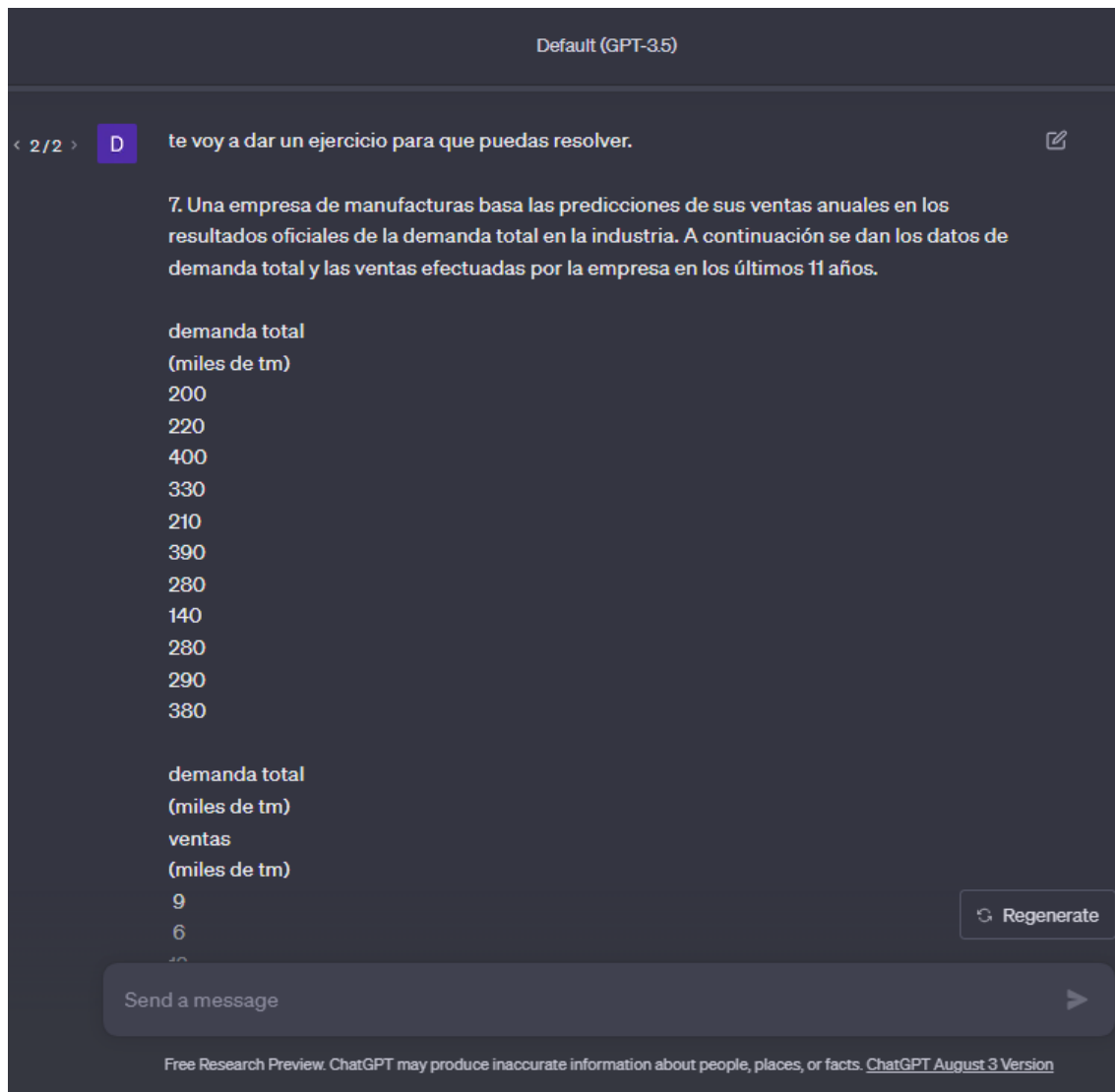




**Imagen 18:** Pregunta inicial al programa 2 de 2

**Fuente:** Investigador.

En las imágenes 17 y 18 se realiza al ChatGPT que ha tenido interacción previa con el usuario, que si conoce como realizar Regresión Lineal. Responde con la definición de la regresión lineal, los pasos a seguir para realizar dicha regresión, y recomendaciones de herramientas para el cálculo de la regresión lineal; desde Excel, pasando por Python, hasta llegar a programas que el investigador no reconoce.



**Imagen 19:** Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 1 de 3

**Fuente:** Investigador.

demanda total

(miles de tm)

ventas

(miles de tm)

9

6

12

7

5

10

8

4

7

10

14

1. Dibujar los diagramas de dispersión de los datos.

2. Trazar la recta que mas se ajuste a los datos.

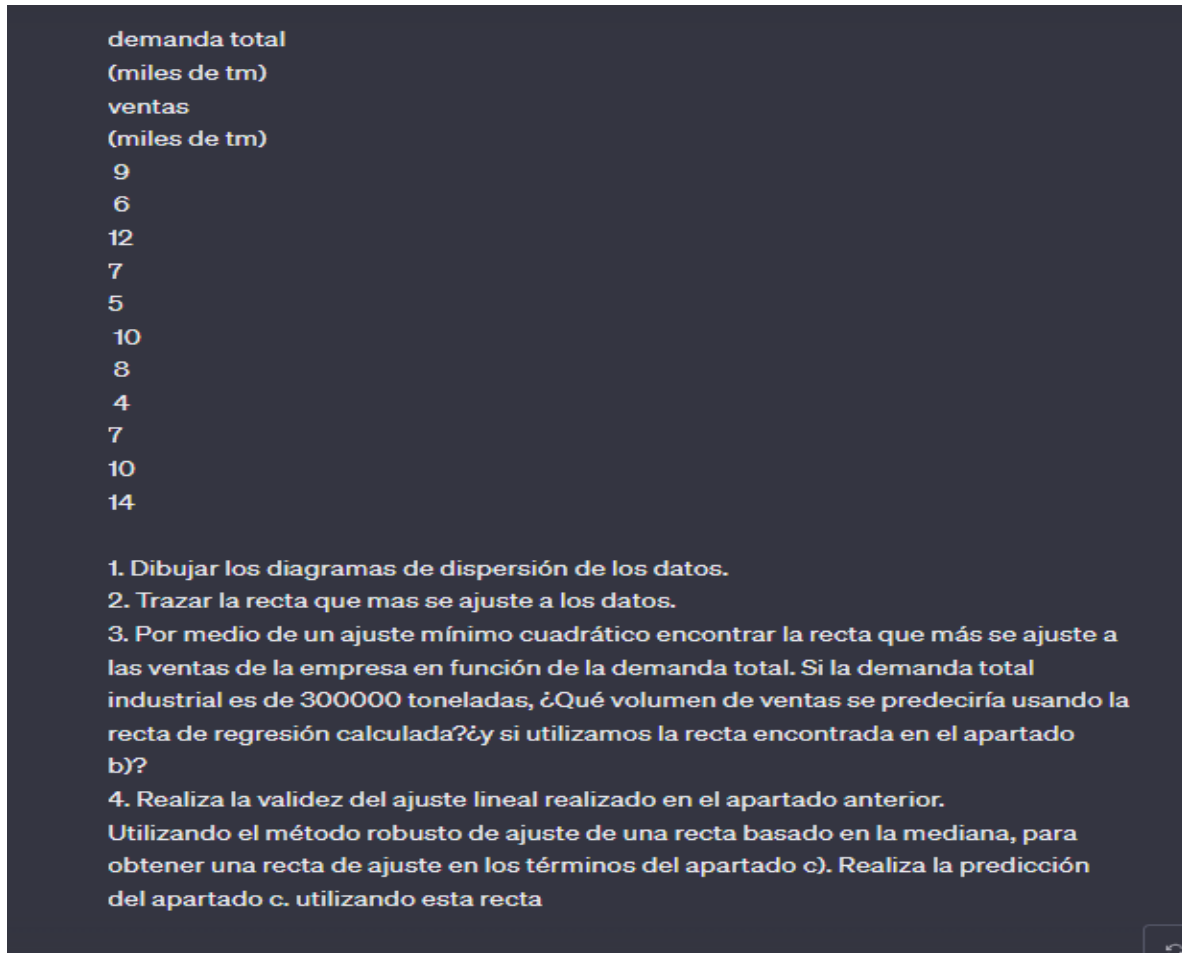
3. Por medio de un ajuste mínimo cuadrático encontrar la recta que más se ajuste a las ventas de la empresa en función de la demanda total. Si la demanda total industrial es de 300000 toneladas, ¿Qué volumen de ventas se predeciría usando la recta de regresión calculada?¿y si utilizamos la recta encontrada en el apartado b)?

4. Realiza la validez del ajuste lineal realizado en el apartado anterior.

Utilizando el método robusto de ajuste de una recta basado en la mediana, para obtener una recta de ajuste en los términos del apartado c). Realiza la predicción del apartado c. utilizando esta recta

**Imagen 20:** Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 2 de 3

**Fuente:** Investigador.



**Imagen 21:** Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 3 de 3

**Fuente:** Investigador.

De las imágenes 19 hasta la 21, se toma la Pregunta textualmente del ejercicio mediante los comandos de Windows CTR+C y se coloca mediante CTR+V. Para colocar tal y como está dentro del Chatbot.



Por supuesto, puedo ayudarte a resolver este ejercicio de regresión lineal. A continuación, te guiaré paso a paso a través de cada parte del ejercicio:

**1. Dibujar los diagramas de dispersión de los datos:**

Primero, dibujaremos dos gráficos de dispersión para visualizar la relación entre la demanda total y las ventas.

**2. Trazar la recta que más se ajuste a los datos:**

Calcularemos la recta de regresión lineal que mejor se ajuste a los datos mediante el método de mínimos cuadrados.

**3. Ajuste mínimo cuadrático y predicción de ventas:**

Utilizaremos el método de mínimos cuadrados para encontrar la ecuación de la recta de regresión y luego la usaremos para predecir las ventas.

**4. Validez del ajuste lineal y método robusto de ajuste:**

Calcularemos el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para evaluar la validez del ajuste lineal. Luego, utilizaremos el método robusto basado en la mediana para obtener otra recta de ajuste y haremos una predicción.

**Paso 1: Dibujar los diagramas de dispersión:**

Dibujaremos los diagramas de dispersión utilizando los datos de demanda total y ventas. Un diagrama mostrará demanda total en el eje X y ventas en el eje Y, y el otro diagrama mostrará ventas en el eje X y demanda total en el eje Y.

Regenerar

**Imagen 22:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 1 de 10.

**Fuente:** Investigador.

Aquí da una serie de pasos para la realización de la regresión lineal. Comenzando con el dibujo de diagramas de dispersión de datos, la traza de recta que se ajuste a los datos, la validez del ajuste lineal. Para luego se coloca a realizar los pasos que se ha trazado.

**Paso 1: Dibujar los diagramas de dispersión:**

Dibujaremos los diagramas de dispersión utilizando los datos de demanda total y ventas. Un diagrama mostrará demanda total en el eje X y ventas en el eje Y, y el otro diagrama mostrará ventas en el eje X y demanda total en el eje Y.

**Paso 2: Trazar la recta de regresión:**

Calcularemos la pendiente (a) y la ordenada al origen (b) de la recta de regresión lineal usando las fórmulas:

SCSS Copy code

$$a = \frac{\sum((X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}))}{\sum((X_i - \bar{X})^2)}$$
$$b = \bar{Y} - a\bar{X}$$

Donde  $X_i$  es la demanda total,  $Y_i$  es la cantidad de ventas,  $\bar{X}$  es la media de la demanda total y  $\bar{Y}$  es la media de las ventas.

**Paso 3: Ajuste mínimo cuadrático y predicción:**

Usaremos la ecuación de la recta de regresión para predecir las ventas para una demanda total de 300,000 toneladas.

**Paso 4: Validez del ajuste lineal y método robusto:**

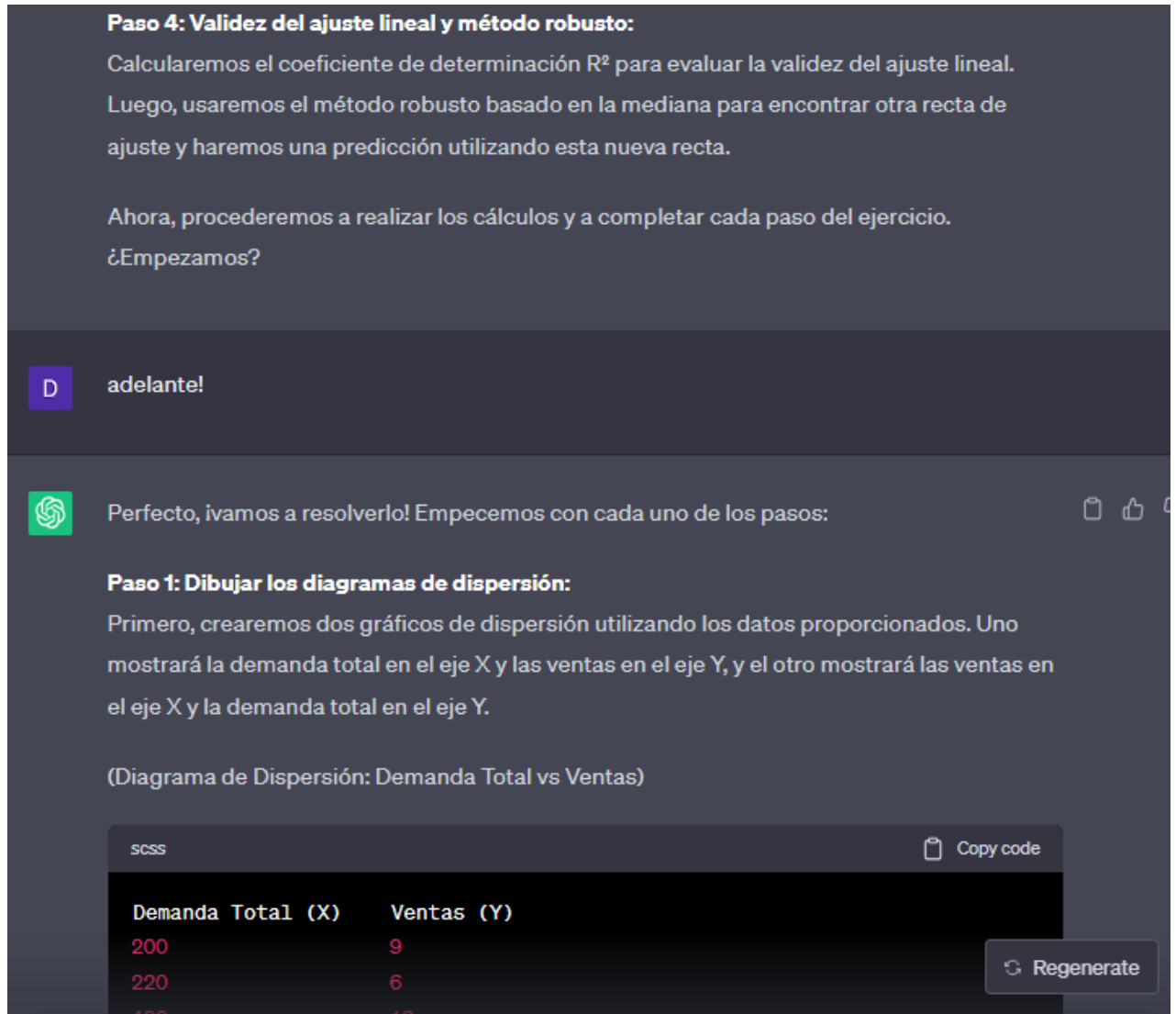
Calcularemos el coeficiente de determinación  $R^2$  para evaluar la validez del ajuste lineal. Luego, usaremos el método robusto basado en la mediana para encontrar otra recta de ajuste y haremos una predicción utilizando esta nueva recta.

Regene

**Imagen 23:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 2 de 10.

**Fuente:** Investigador.

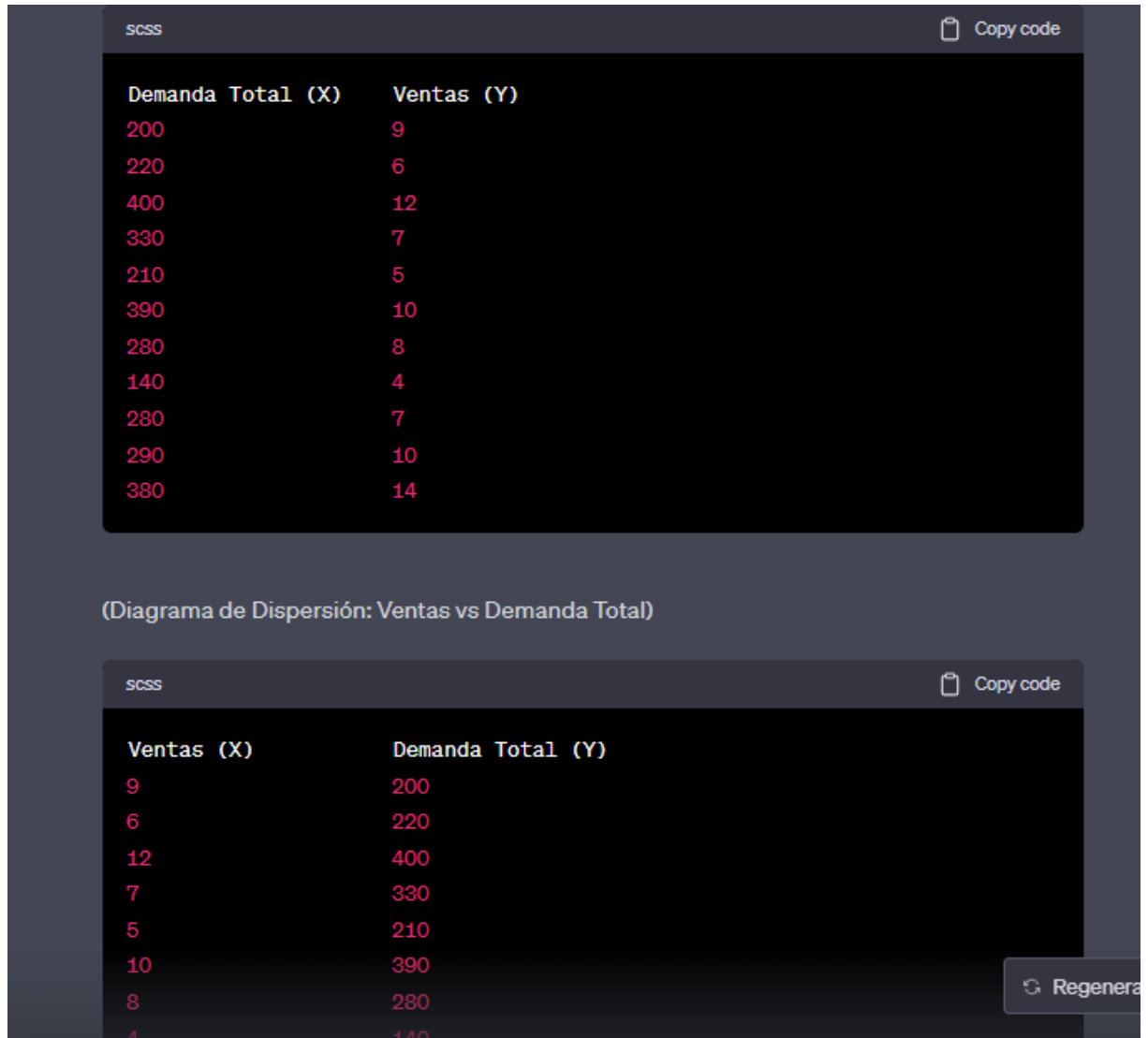
En el Paso 2, realiza código SCSS, que es una extensión de la sintaxis. En otras palabras, SCSS es una forma más accesible de utilizar las características especiales dentro de un lenguaje de programación. En este caso, sería las letras que tienen un símbolo de raya plana encima.



**Imagen 24:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 3 de 10.

**Fuente:** Investigador.

A veces, se tiene que decirle al ChatGPT para que continúe su respuesta, si es que la respuesta es muy larga para una sola página de respuesta. Por eso, el investigador coloca la palabra “adelante” para indicarle al ChatGPT para que continúe su explicación.



**Imagen 25:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 4 de 10.

**Fuente:** Investigador.



Nuevamente utiliza cuadros SCSS, esta vez, para organizar los valores en columnas coherentes para su programa lógico, y para que el usuario pueda ver de mejor manera.

SCSS

Copy code

Ventas (X)	Demanda Total (Y)
9	200
6	220
12	400
7	330
5	210
10	390
8	280
4	140
7	280
10	290
14	380

**Paso 2: Trazar la recta que más se ajuste a los datos:**

Calcularemos la pendiente (a) y la ordenada al origen (b) de la recta de regresión lineal usando las fórmulas:

SCSS

Copy code

$$a = \frac{\sum((X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}))}{\sum((X_i - \bar{X})^2)}$$

$$b = \bar{Y} - a\bar{X}$$

Donde  $X_i$  es la demanda total,  $Y_i$  es la cantidad de ventas,  $\bar{X}$  es la media de la demanda y  $\bar{Y}$  es la media de las ventas.

Regenera

**Imagen 26:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 5 de 10.

**Fuente:** Investigador.

Continuación del segundo cuadro, esta vez el Chatbot pasa el segundo paso. Nuevamente utilizando arquitectura de lenguaje SCSS para realizar la formulación.

Donde  $X_i$  es la demanda total,  $Y_i$  es la cantidad de ventas,  $\bar{X}$  es la media de la demanda total y  $\bar{Y}$  es la media de las ventas.

Calculamos las medias:

SCSS

Copy code

$$\bar{X} = (200 + 220 + 400 + 330 + 210 + 390 + 280 + 140 + 280 + 290 + 380) / 11 =$$

$$\bar{Y} = (9 + 6 + 12 + 7 + 5 + 10 + 8 + 4 + 7 + 10 + 14) / 11 = 7.727$$

Calculamos la pendiente (a):

SCSS

Copy code

$$a = \frac{\sum((X_i - 290)(Y_i - 7.727))}{\sum((X_i - 290)^2)} = 0.0181$$

Calculamos la ordenada al origen (b):

CSS

Copy code

$$b = 7.727 - (0.0181 * 290) = 2.676$$

La ecuación de la recta de regresión es:  $Y = 2.676 + 0.0181X$

**Paso 3: Ajuste mínimo cuadrático y predicción de ventas:**

Utilizaremos la ecuación de la recta de regresión para predecir las ventas para una demanda

**Imagen 27:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 6 de 10.

**Fuente:** Investigador.

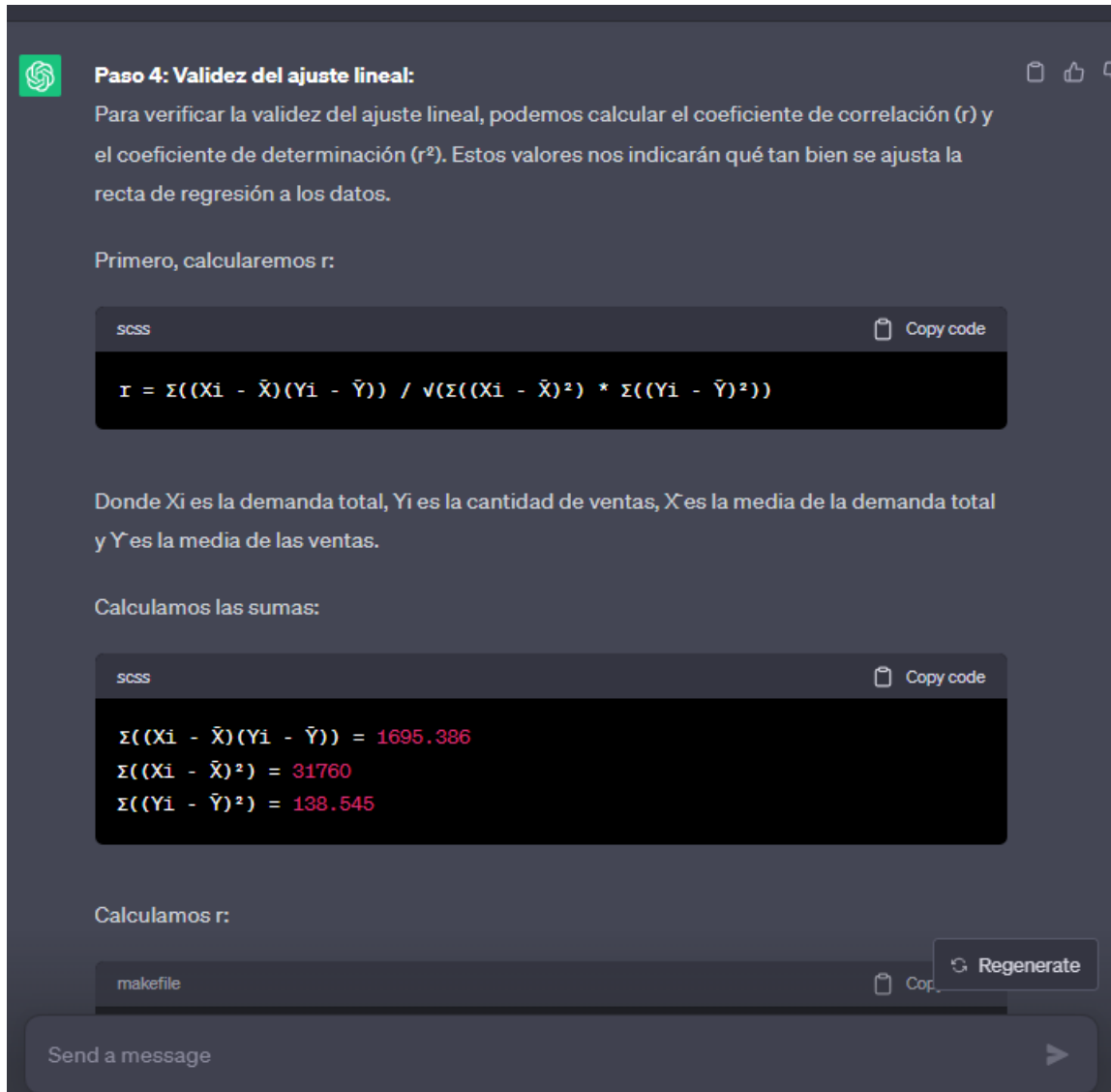
Realiza los cálculos mediante extensiones SCSS y CSS (que son extensiones de lenguaje informático más o menos parecidos). Todo para realizar los cálculos para obtener la ecuación de regresión lineal que da  $Y = 2.676 + 0.0181X$



**Imagen 28:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 7 de 10.

**Fuente:** Investigador.

En el paso 3, utiliza otro cuadro de texto. Pero esta vez, Makefile. Que es un archivo de texto par a automatizar la compilación de programas informáticos. Siendo ya el tercer tipo de lenguaje de programación que utiliza para explicar el programa.



**Imagen 29:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 8 de 10.

**Fuente:** Investigador.



**Imagen 30:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 9 de 10.

**Fuente:** Investigador.

Tanto en la imagen 29 como la 30, realiza los pasos 4 y 5 que son los cálculos para realizar la regresión lineal. En este caso, está realizando los cálculos para  $R$  y  $R^2$  en torno a la exactitud de la regresión lineal. Dándole un  $R^2$  de 0.81, y  $R$  de 0.90 que es alta probabilidad de correlación

estadística. Pero diferente en el resultado tanto dentro de Excel, ABPOM, y el Ejercicio de ejemplo. Dando en Excel 0.87 y el coeficiente de determinación de 0.76. Y también diferente a los resultados de un coeficiente de correlación de 0.80 y determinación de 0.64 dado por POM QM y el ejercicio de ejemplo.

Mediana de la demanda total = 280  
Mediana de las ventas = 7

La ecuación de la recta de regresión utilizando la mediana como punto de partida sería:  $Y = b + a * X$

```
css
b = 7 - (0.0181 * 280) = 2.908
```

Calculamos la predicción de ventas utilizando la mediana:

```
makefile
Y = 2.908 + 0.0181 * 300 = 8.728
```

La predicción de ventas utilizando el método robusto es aproximadamente 8.728.

**Conclusión:**  
En este ejercicio, hemos realizado un análisis de regresión lineal para predecir las ventas de una empresa en función de la demanda total. Hemos encontrado una ecuación de regresión y hemos utilizado esta ecuación para predecir las ventas para una demanda total de 300,000 toneladas. Además, hemos calculado el coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación para evaluar la validez del ajuste lineal. Luego, hemos aplicado el método robusto de ajuste de una recta basado en la mediana para comparar los resultados de la predicción.

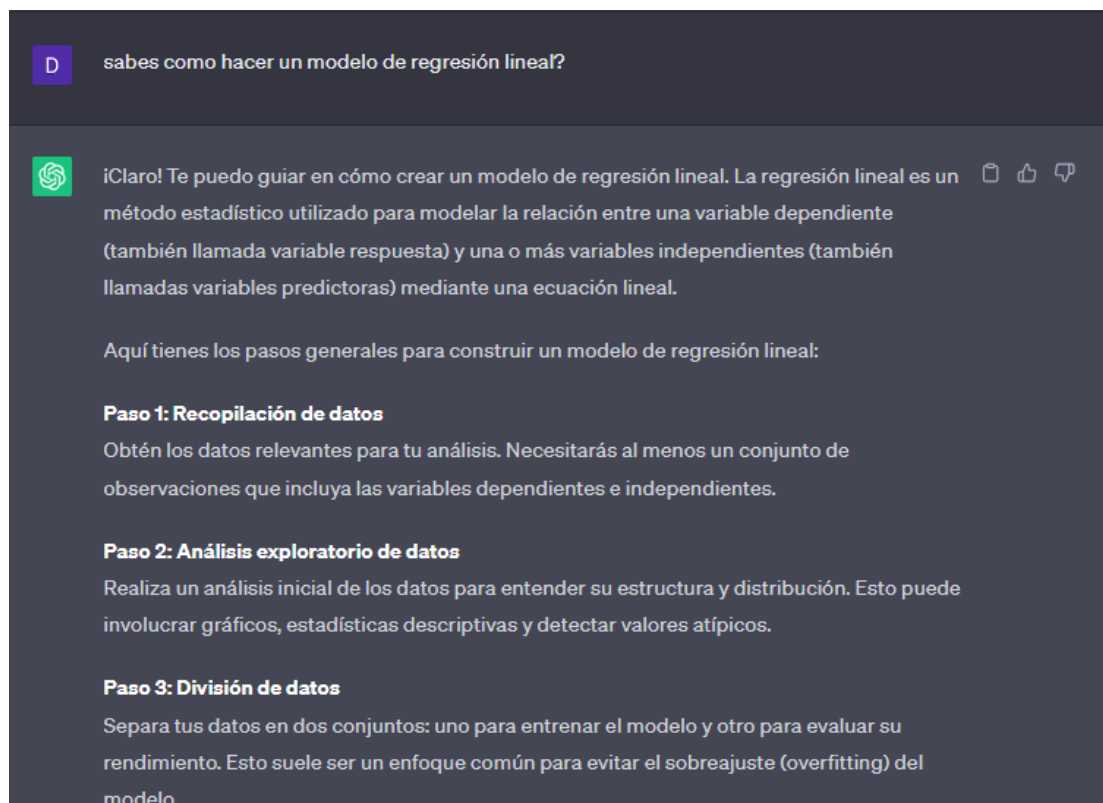
Regenerate

**Imagen 31:** Respuesta de ChatGPT (chat con previa interacción). Imagen 10 de 10.

**Fuente:** Investigador.

Parece comprender lo que hace, pero al carecer de funciones como “hacer gráficos” trata todo lo posible en satisfacer las respuestas dadas por el usuario. Siendo una solución muy diferente, pero a la vez similar como hace el modelo POM QM. Aunque da código con extensiones para poder realizar las operaciones. Habría que recordar nuevamente que ChatGPT tiene capacidades limitadas para realizar programas matemáticos y no está diseñado para ser una Inteligencia Artificial que realiza cálculos complejos.

### Solución del segundo ejercicio con ChatGPT (Chat sin previa interacción):



**Imagen 32:** Pregunta inicial al programa 1 de 3.

**Fuente:** Investigador.

Observe que se realiza la misma pregunta y se coloca los mismos datos que el chat sin interacción que va a realizar la misma pregunta. Nuevamente realiza los pasos para realizar el modelo de regresión lineal.

**Paso 4: Construcción del modelo**

Utiliza la ecuación de regresión lineal para modelar la relación entre las variables. En el caso más simple (regresión lineal simple), la ecuación se verá como:

```
makefile
```

`y = b0 + b1 * x`

Copy code

Donde:

- y es la variable dependiente.
- x es la variable independiente.
- b0 es la ordenada al origen (intercepto).
- b1 es la pendiente de la línea de regresión.

**Paso 5: Estimación de parámetros**

Utiliza métodos estadísticos para estimar los valores de los parámetros b0 y b1 que minimizan el error entre los valores reales y los valores predichos por el modelo.

**Paso 6: Evaluación del modelo**

Utiliza métricas de evaluación, como el error cuadrático medio (MSE) o el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), para medir qué tan bien se ajusta el modelo a los datos de prueba.

**Paso 7: Predicciones y conclusiones**

Utiliza el modelo entrenado para hacer predicciones sobre nuevos datos. También puedes interpretar los coeficientes de la ecuación para entender cómo influyen las variables

Regenerate

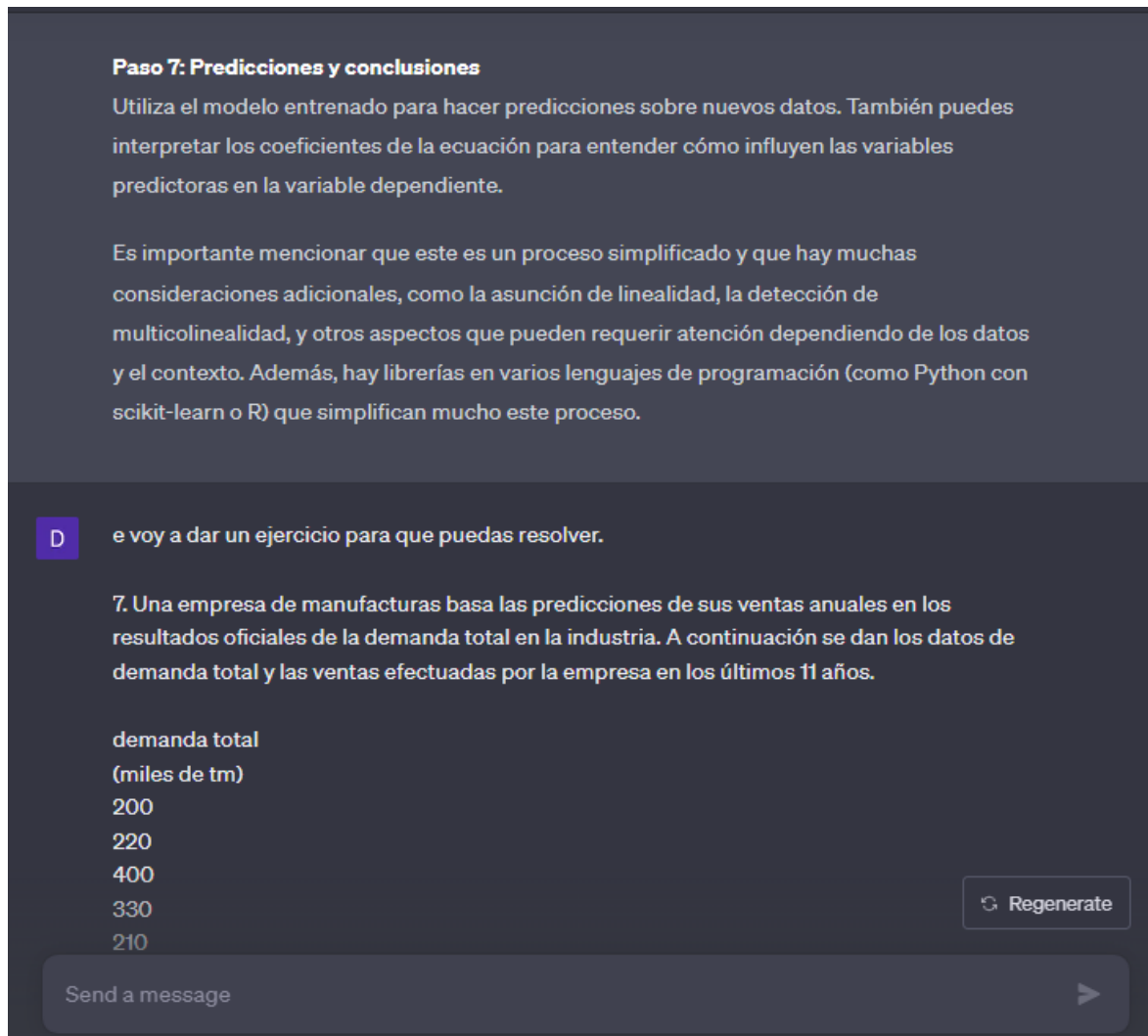
Send a message

**Imagen 33:** Pregunta inicial al programa 2 de 3

**Fuente:** Investigador.



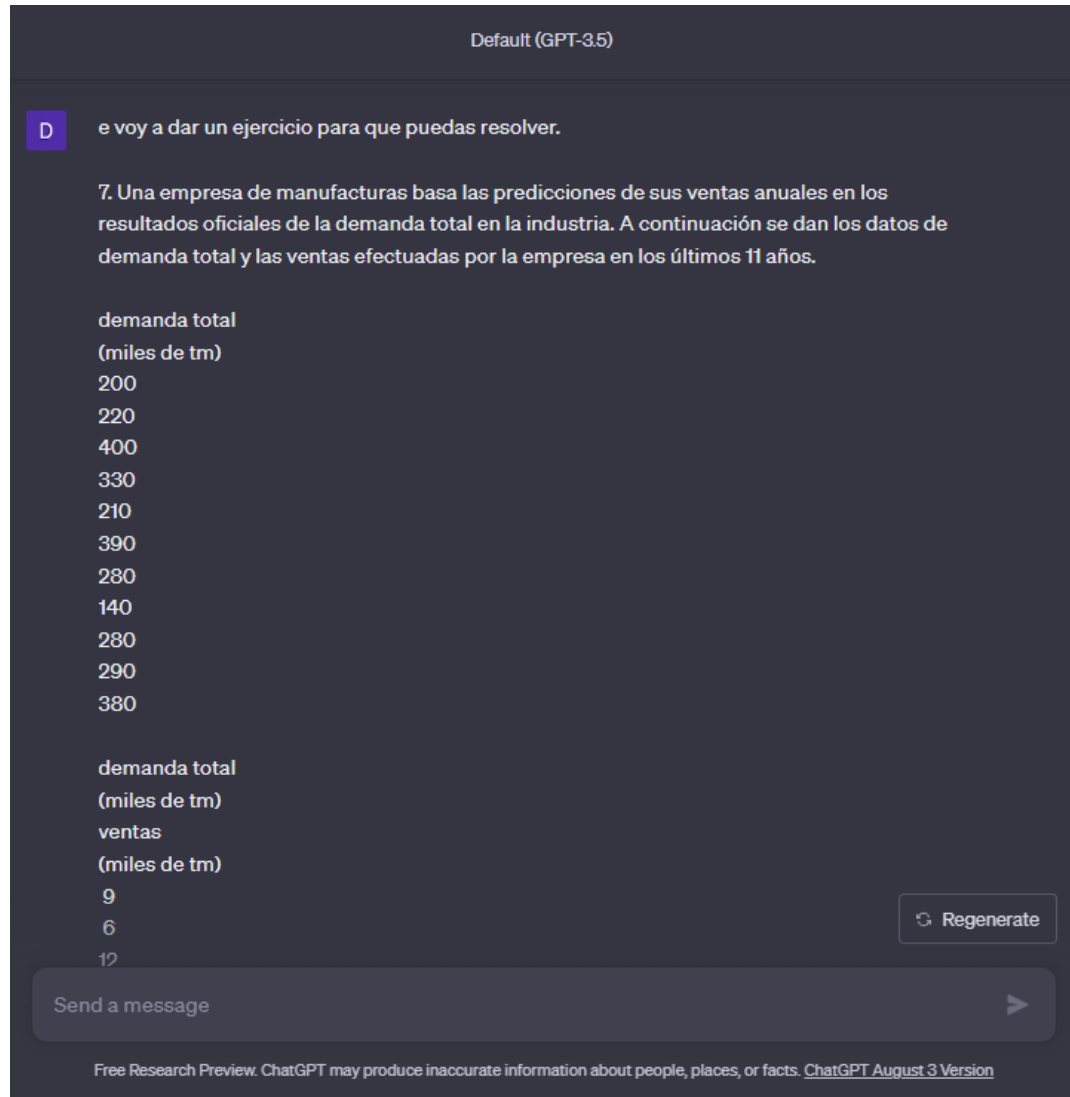
Se observa que, en lugar de realizar los 4 pasos en chat anterior, realiza 7. Siendo el paso 5 la estimación de parámetros, el paso 6 la evaluación del modelo, y el paso 7 predicciones y conclusiones. También añadió un cuadro mediante la extensión Makefile la ecuación de la regresión lineal:  $Y = b_0 + b_1 * x$



**Imagen 34:** Pregunta inicial al programa 3 de 3

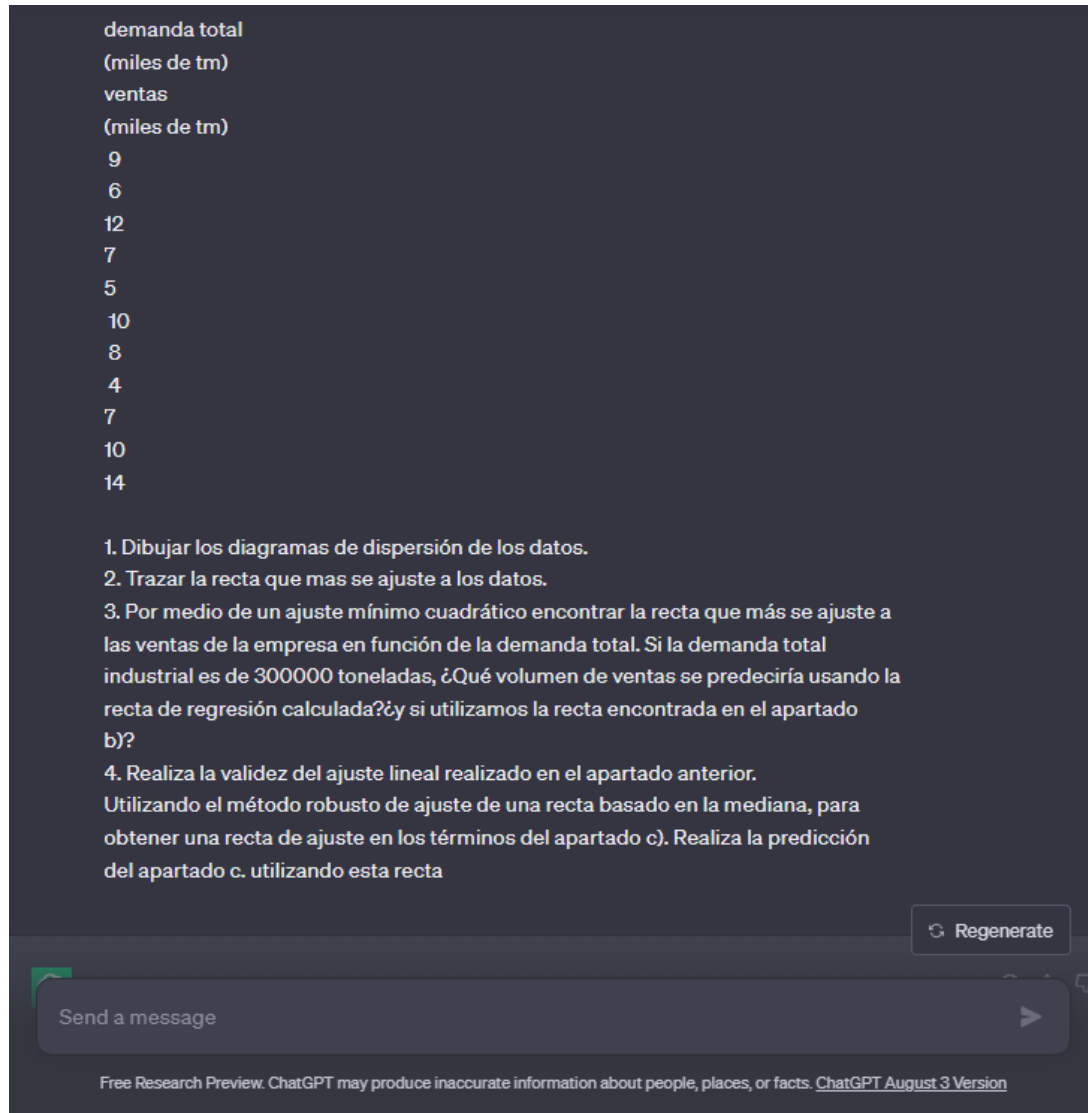
**Fuente:** Investigador.

Nuevamente hace alusión del uso de programas como Python para ayudar en la resolución del programa. Mas adelante, hace uso del lenguaje de programación Python en ciertos aspectos.



**Imagen 35:** Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 1 de 2

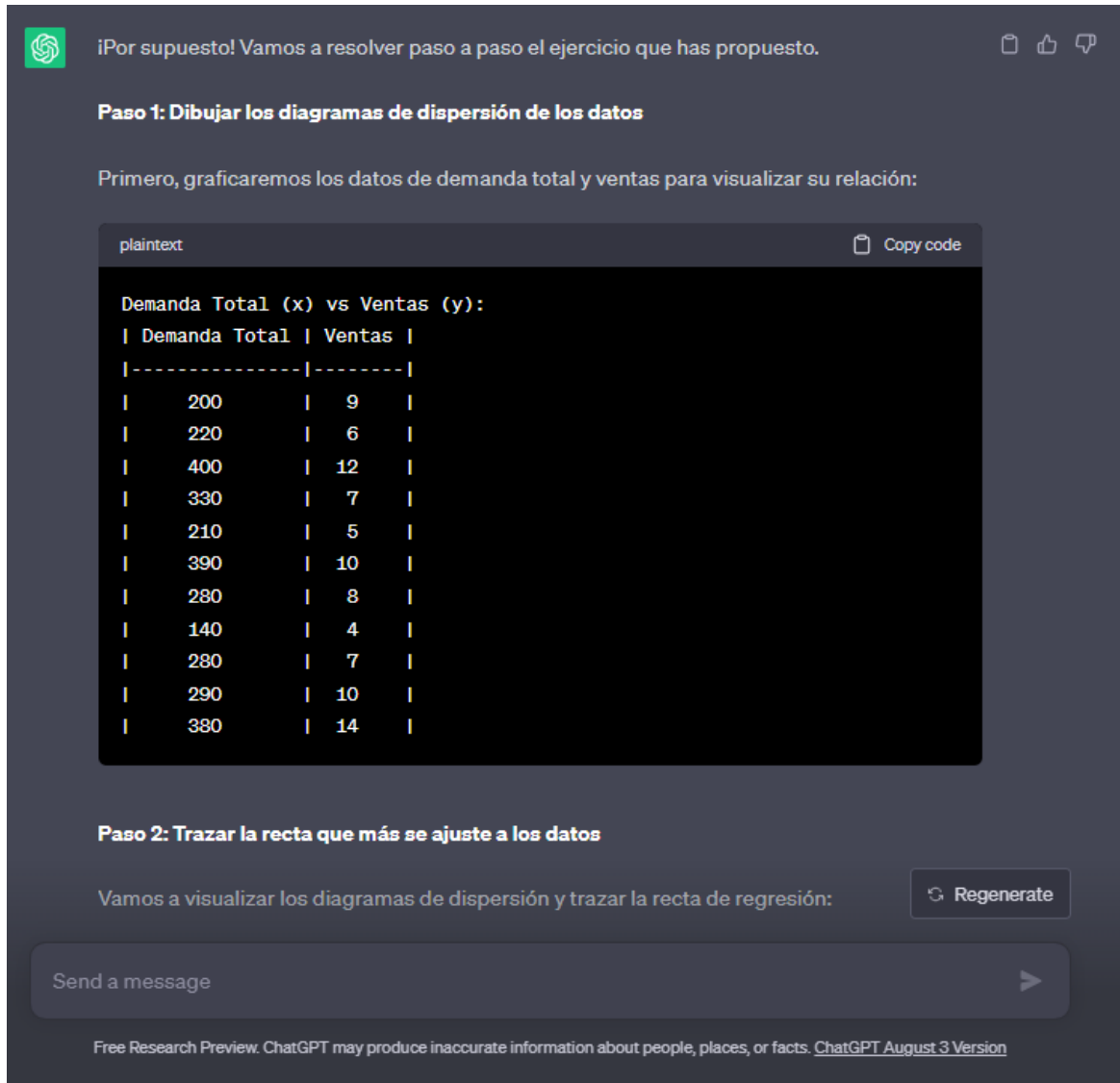
**Fuente:** Investigador.



**Imagen 36:** Realización de la Pregunta al programa. Imagen de la pregunta 2 de 2

**Fuente:** Investigador.

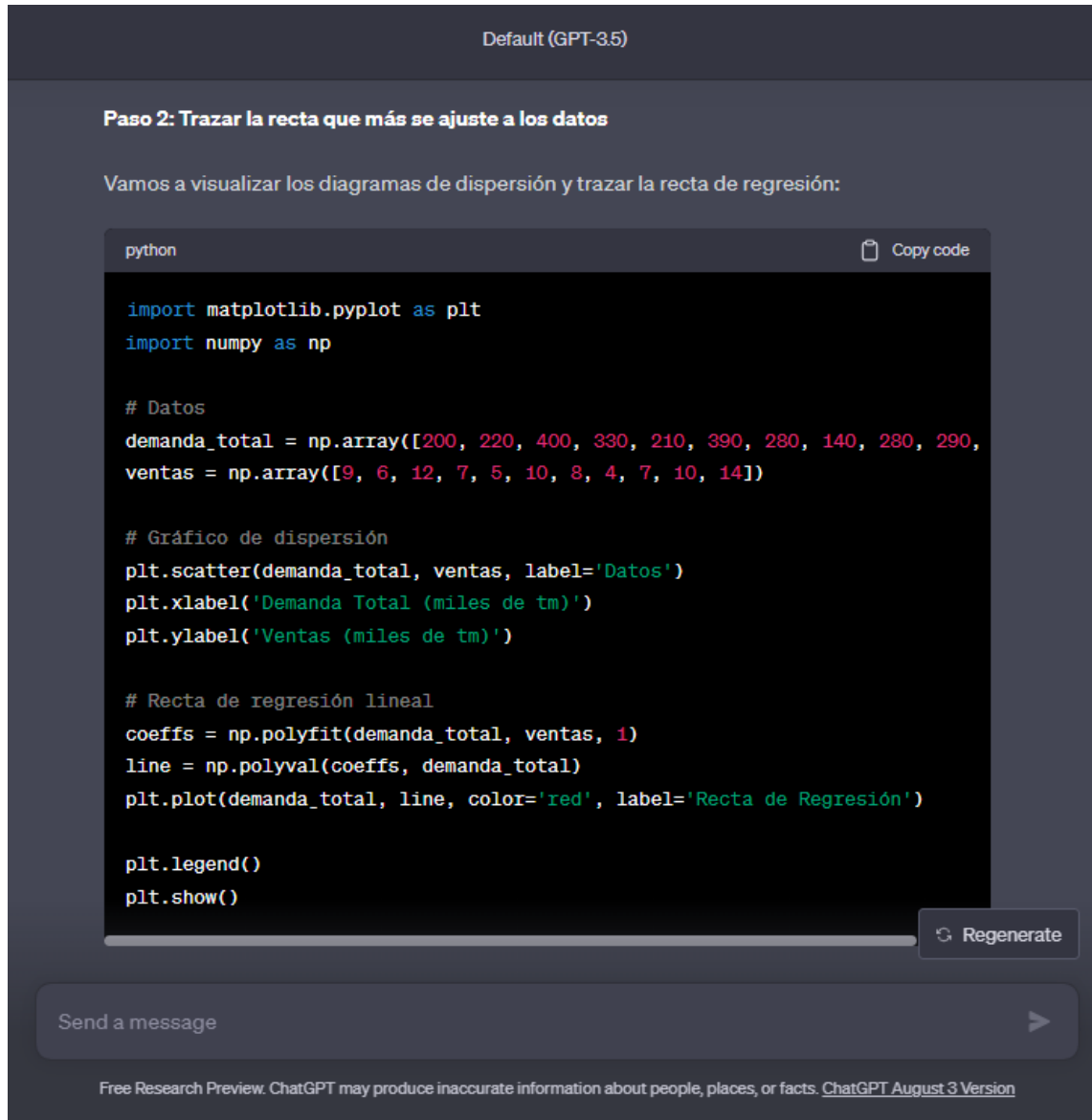
Nuevamente, se toma la Pregunta textualmente del ejercicio mediante las funciones CTR+C y se coloca en ChatGPT mediante CTR+V



**Imagen 37:** Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 1 de 8.

**Fuente:** Investigador.

En el primer paso realiza la tabla con los datos correspondientes de la demanda total y las ventas. Pero esta vez, usando un cuadro con la extensión Plaintext, otro lenguaje para expresar datos en un compilador lógico.

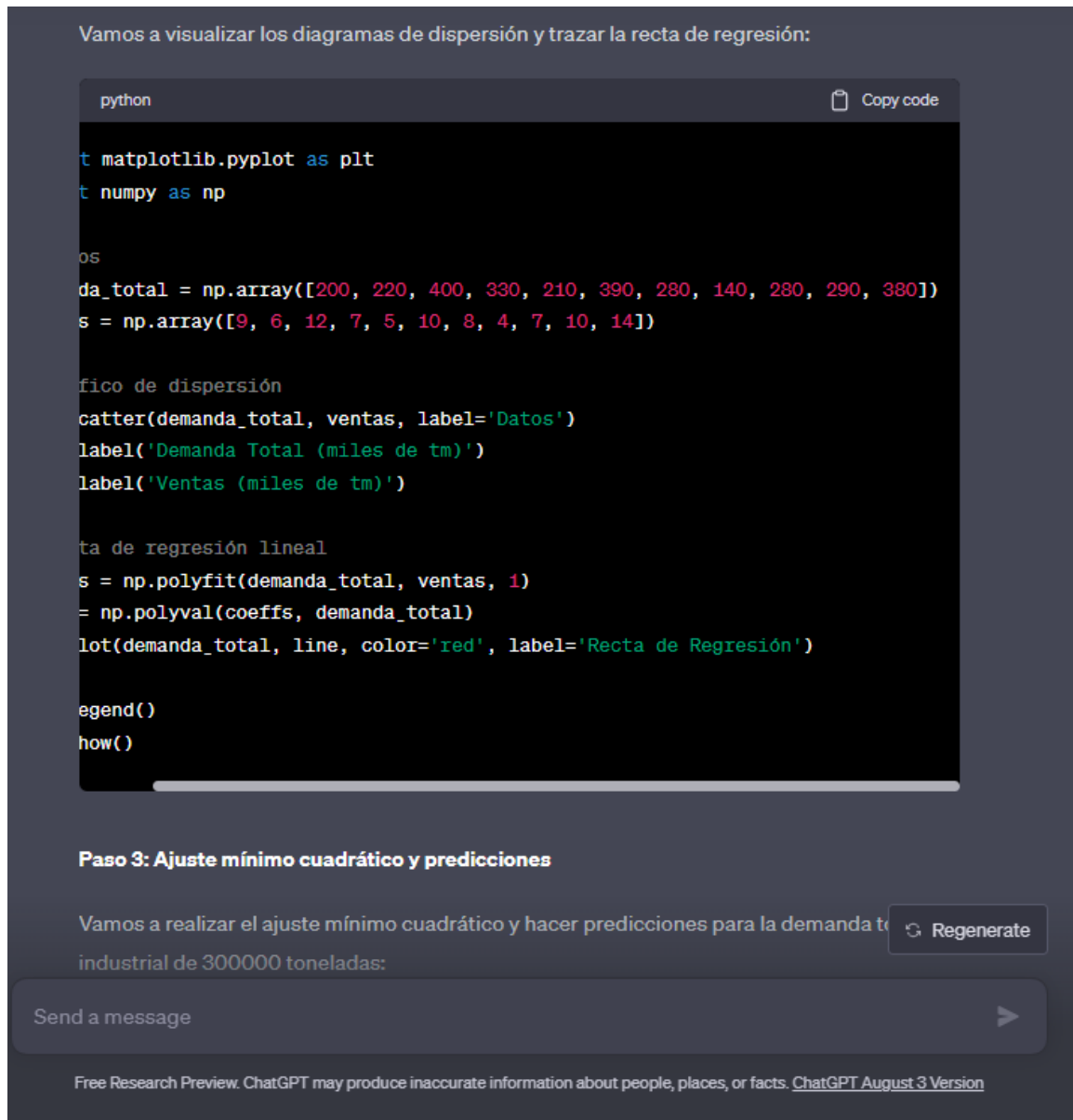


**Imagen 38:** Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 2 de 8.

**Fuente:** Investigador.

En el paso 2 para hacer la recta, usa lenguaje Python en donde compila los datos de las columnas de la demanda Total y ventas, en números, antes de declararlo de manera textual. Luego programa Python para realizar la recta dentro del programa. El investigador puede interpretar

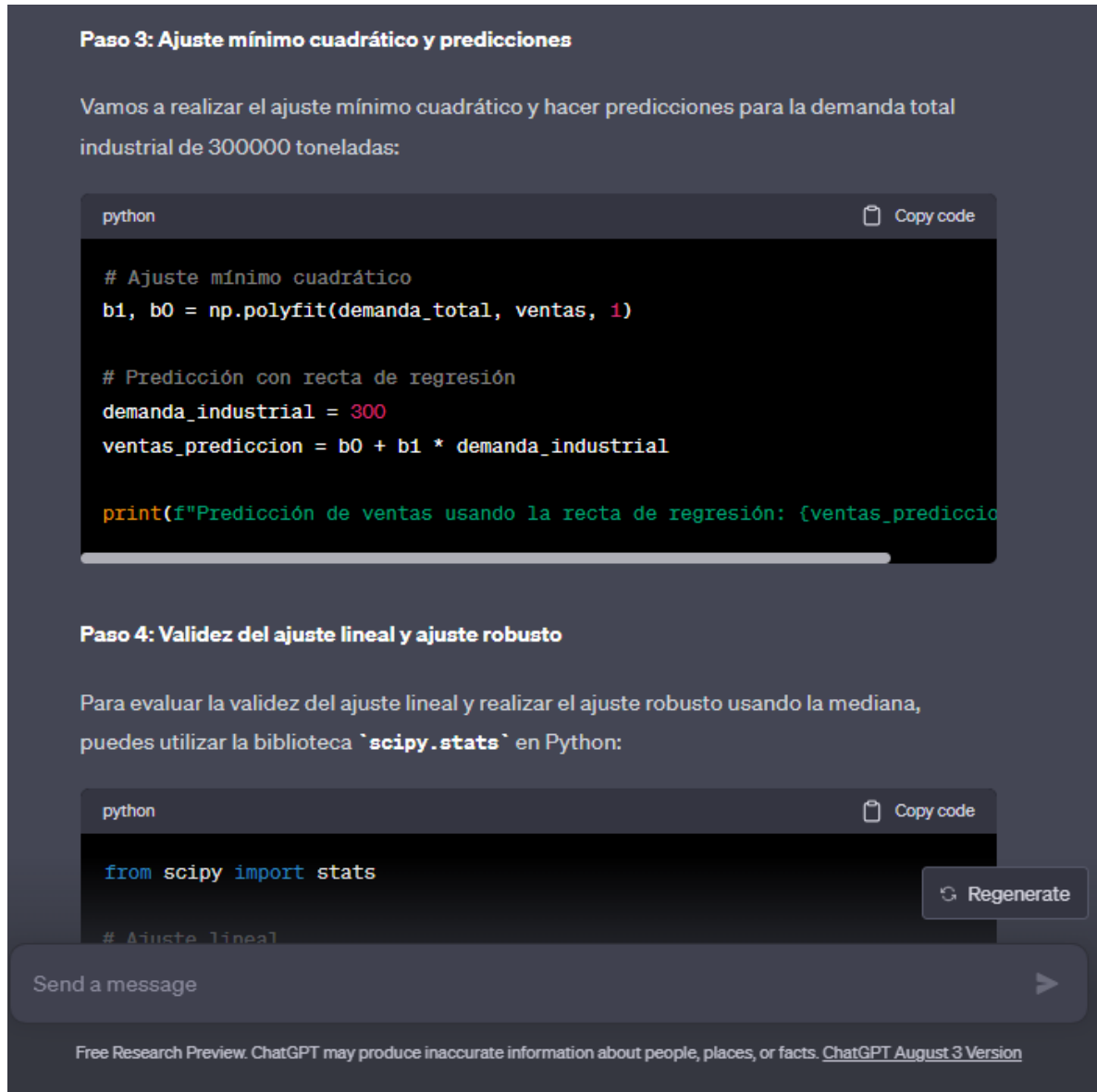
ciertos aspectos de lenguajes de programación, mas no los maneja con experiencia o tiene las habilidades para programar.



**Imagen 39:** Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 3 de 8.

**Fuente:** Investigador.

Se sigue con el mismo cuadro de Python, pero se tuvo que deslizar mediante la barra horizontal de color gris-blanco para observar el programa en su totalidad, ya que había código cortado por la captura de pantalla anterior.



**Imagen 40:** Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 4 de 8.

**Fuente:** Investigador.

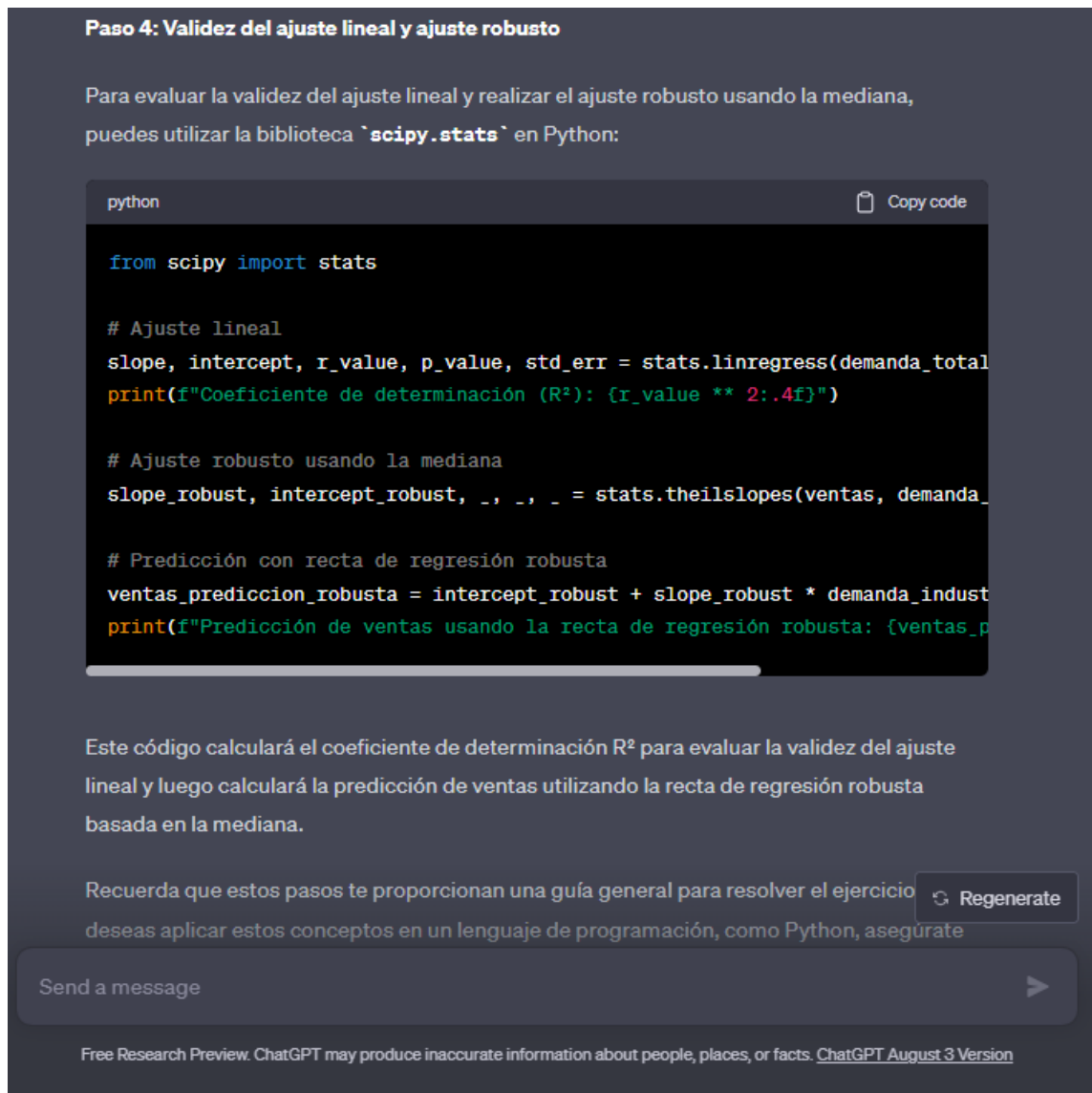


**Imagen 41:** Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 5 de 8.

**Fuente:** Investigador.



Tanto las imágenes 40 y 41, realiza las operaciones del paso 3, declara que la demanda industrial equivale a 300, realiza una declaración para hacer que  $b_0 + b_1 * \text{demanda industrial}$  para obtener las ventas de producción. Luego un Printf el resultado de la regresión



**Imagen 42:** Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 6 de 8.

**Fuente:** Investigador.

#### Paso 4: Validez del ajuste lineal y ajuste robusto

Para evaluar la validez del ajuste lineal y realizar el ajuste robusto usando la mediana, puedes utilizar la biblioteca `scipy.stats` en Python:

python

Copy code

```
e, p_value, std_err = stats.linregress(demanda_total, ventas)
eterminación (R²): {r_value ** 2:.4f}")

la mediana
robust, _, _, _ = stats.theilslopes(ventas, demanda_total, 0.95)

e regresión robusta
a = intercept_robust + slope_robust * demanda_industrial
ntas usando la recta de regresión robusta: {ventas_prediccion_robusta:.2f}")
```

Este código calculará el coeficiente de determinación  $R^2$  para evaluar la validez del ajuste lineal y luego calculará la predicción de ventas utilizando la recta de regresión robusta basada en la mediana.

Recuerda que estos pasos te proporcionan una guía general para resolver el ejercicio. Si deseas aplicar estos conceptos en un lenguaje de programación, como Python, asegúrate

Regenerate

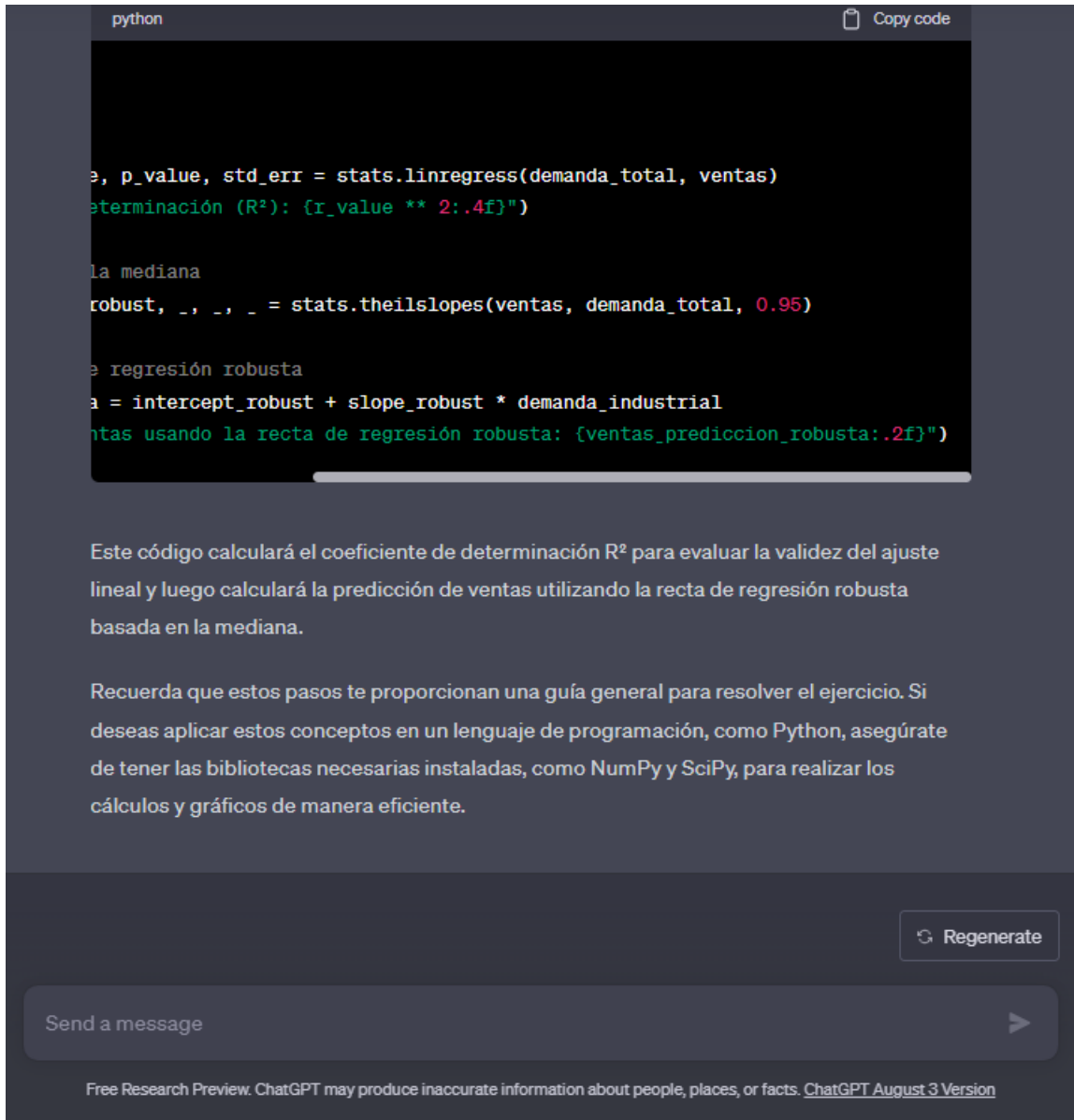
Send a message



Free Research Preview. ChatGPT may produce inaccurate information about people, places, or facts. [ChatGPT August 3 Version](#)

**Imagen 43:** Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 7 de 8.

**Fuente:** Investigador.



**Imagen 44:** Respuesta de ChatGPT (chat sin previa interacción). Imagen 8 de 8.

**Fuente:** Investigador.

En las imágenes 42, 43, 44, el Chatbot realiza el código en Python para calcular  $R^2$  para realizar la regresión lineal. Luego nos indica, lo que significa  $R^2$ , y nos hace un recordatorio de instalar las librerías de Python que nos permiten visualizar las gráficas.

Ahora, con todo el código que nos ha proporcionado, habría que juntarlo todo, y verificar si realmente lo que hizo esta correcto o no. Aunque se le pidió una solución que se pudiera realizar de manera sencilla, el programa optó por realizar código en Python, ya que ha declarado en varias ocasiones que el programa previamente mencionado es útil para este tipo de casos. Cabe que recordar, que el investigador no le especificó al programa que usara código de programación. Aunque otros usuarios, pueden especificar si quiere código o una resolución en particular para solventar un problema, o una pregunta, de una manera u otra; o sencillamente pueden pedir que el programa solucione el problema sin especificar, y ChatGPT optara por las vías más convenientes para explicar el problema al usuario. Ya sea que el problema requiera el uso del lenguaje matemático, informático, o traducción a otro idioma.

### **Resultados del Análisis del Segundo Ejercicio**

El programa POM QM (ABPOM) nuevamente se menciona que, para manejar este programa, se requiere una capacitación intensiva; ya que tanto por lenguaje, como por la naturaleza del programa haría que nuevos usuarios vieran esta herramienta “difícil de usar” – una vez da los resultados, es una solución que daría (en forma de estructura y gráfica) – pero nuevamente, el programa no interpreta los resultados. Dejando al usuario la tarea final de interpretar los resultados. Dando como resultado un Coeficiente de Determinación de 0.64, siendo la respuesta correcta en el ejercicio de ejemplo.

La solución en Excel, fue más sencillo ya que solo había que activar Analisis de Datos y colocar los datos. Aunque para los nuevos usuarios se requiera una capacitación previa, la Interfaz de Usuario es mucho más fácil de interpretación, incluso dando “menús” de ayuda y explicación en las diversas funciones del programa. El resultado dio una correlación de 0.87, Siendo 0.23 puntos más que el resultado dado en POM QM y el ejercicio de ejemplo, se pudiera decir que Excel en este ejemplo da un resultado parcial.

ChatGPT interpreta bien lo que se le pide, pero nuevamente, como está limitado en sus formas de respuesta, ya que no puede hacer gráficas, siendo el lenguaje de Python y otros instrumentos informáticos es la manera que da respuesta. En el Chat que ha tenido interacción con el usuario, da un resultado de  $R^2$  de 0.87, igual al resultado obtenido en Excel, siendo también 0.23 puntos más que en POM QM y el ejemplo del ejercicio. Pero

En el Chat que no ha tenido interacción, utiliza más que todo Python y realiza programas en dicho lenguaje informático para que el usuario tome el código y lo ejecute en la aplicación. Habría que comprobar que el código es el correcto (si es que funciona dentro de Python), y si funciona, el resultado que da sea el correcto.

Hay que recordar que ChatGPT tiene la falencia de “inventar cosas” y decirle al usuario que son verídicas. Mas aun cuando se tratan de matemáticas y solución mediante programación en programas como Python. Pero la manera de como da las respuestas, las explica con detalle, y si el usuario lo pide, puede volver a explicar de una manera más detallada con ejemplos más sencillos. Siendo un factor, que pudiera ser aprovechado en los ambientes educativos para mejorar la comprensión de los estudiantes y adecuar las lecciones a su nivel de comprensión.

## 5.6 Inventario EOQ

Según la EAE Business School Barcelona. La Cantidad Económica de Pedido (EOQ, por sus siglas en inglés, Economic Order Quantity) es un modelo utilizado en la gestión de inventario que determina la cantidad óptima de productos que una empresa debe pedir a su proveedor para minimizar los costos totales de inventario. El EOQ se basa en la idea de equilibrar los costos de pedido y los costos de mantenimiento de inventario. (Barcelona, 2023)

Según la EAE Business School Barcelona, el EOQ busca lo siguiente:

**El inventario EOQ evalúa principalmente dos aspectos:**

**Costos de Pedido (o Costos de Compra):** Estos son los costos asociados con la realización de un pedido, como los gastos de procesamiento, la emisión de órdenes de compra, la recepción de productos y otros costos administrativos. Cuanto más frecuentes sean los pedidos, mayores serán estos costos.

**Costos de Mantenimiento de Inventario:** Estos son los costos relacionados con el almacenamiento de productos en inventario, como el costo de almacenamiento físico, el costo de capital inmovilizado y el costo de oportunidad. Cuanto mayor sea la cantidad de inventario que se mantiene, mayores serán estos costos.

El inventario EOQ se calcula para encontrar la cantidad óptima de pedido que minimizará la suma de estos dos tipos de costos. Al hacerlo, ayuda a las empresas a tomar decisiones sobre cuánto producto deben pedir en cada lote para equilibrar eficazmente los costos de pedido y los

costos de mantenimiento de inventario, lo que conduce a una gestión más eficiente de sus recursos financieros y de almacenamiento (Barcelona, 2023).

El ejercicio que se encontró fue en inglés (Tarver, 2022).. Y se pensó en probar el ChatGPT en dos aspectos: Si pueden entender el problema en un lenguaje y traducirlo, y si puede resolver correctamente el problema. El tercer ejercicio esta traducido al español.

### **Ejemplo de Cantidad Económica de Pedido**

La Cantidad Económica de Pedido (EOQ, por sus siglas en inglés) considera el momento de hacer un nuevo pedido, los costos incurridos para realizar un pedido y los costos de almacenamiento de la mercancía. Si una empresa realiza constantemente pequeños pedidos para mantener un nivel específico de inventario, los costos de pedido son más altos, al igual que la necesidad de espacio adicional de almacenamiento.

Por ejemplo, consideremos una tienda de ropa minorista que vende una línea de camisas para hombres. La tienda vende 1,000 camisas cada año. A la empresa le cuesta \$5 al año mantener una sola camisa en inventario, y el costo fijo de realizar un pedido es de \$2.

La fórmula de la EOQ es la raíz cuadrada de  $(2 \times 1,000 \text{ camisas} \times \$2 \text{ de costo de pedido}) / (\$5 \text{ de costo de mantenimiento})$ , o 28.3 con redondeo. El tamaño de pedido ideal para minimizar costos y satisfacer la demanda del cliente es ligeramente más de 28 camisas.

### **Desventajas de Usar la Cantidad Económica de Pedido**

La base de la fórmula de EOQ asume que la demanda del consumidor es constante. El cálculo también supone que tanto los costos de pedido como los de mantenimiento permanecen constantes. Estas suposiciones hacen que sea difícil, si no imposible, tener en cuenta eventos empresariales impredecibles, como cambios en la demanda del consumidor, cambios estacionales en los costos de inventario, pérdida de ingresos por ventas debido a escasez de inventario o descuentos en compras que una empresa podría obtener al adquirir inventario en cantidades mayores.”

El problema dice que una tienda de ropa vende aproximadamente 1000 camisas al año, con un costo de \$5 por año en retener una simple camisa en su inventario, y el costo fijo por orden es de \$2. El Resultado es de alrededor de 28,3 unidades.

### **Solución del tercer ejercicio mediante ABPOM (POM QM)**



Module tree Hide Panel

- Assignment
- Break-even/Cost-Volume Analysis
- Decision Analysis
- Forecasting
- Game Theory
- Goal Programming
- Integer & Mixed Integer Programming
- Inventory
  - Economic Order Quantity (EOQ) Model
  - Production Order Quantity Model
  - Back Order Inventory Model
  - Production with Backorders Model
  - Quantity Discount (EOQ) Model
  - ABC Analysis
  - Reorder Point/Safety Stock (Normal)
  - Reorder Point/Safety Stock (Discrete)
  - Kanban computation
  - Single Period Inventory (Discrete Dist)
  - Single Period Inventory (Normal Dist)
- Linear Programming
- Markov Analysis
- Material Requirements Planning
- Networks
- Project Management (PERT/CPM)
- Quality Control
- Scoring Model
- Simulation
- Statistics (mean, var, sd; normal dist)
- Transportation
- Waiting Lines
  - Display OM Modules only
  - Display QM Modules only
  - Display ALL Modules

Reorder point

☒ No reorder point  
☐ Compute reorder point

Order Quantity (U=EOQ)

0

QM for Windows - [Data] Results

**Inventario mediante EOQ Solution**

Parameter	Value	Parameter	Value
Demand rate(D)	1000	Optimal order quantity (Q*)	28,28
Setup/ordering cost(S)	2	Maximum Inventory Level (Imax)	28,28
Holding/carrying cost(H)	5	Average inventory	14,14
Unit cost	0	Orders per period(year)	35,36
		Annual Setup cost	70,71
		Annual Holding cost	70,71
		Total Inventory (Holding + Setup) Cost	141,42
		Unit costs (PD)	0
		Total Cost (including units)	141,42

Cost Curve

Inventory/Economic Order Quantity (EOQ) Model | Solution Screen

Taylor's Introduction to Management

**Imagen 45:** Resolución mediante POM QM.

**Fuente:** Investigador.

La resolución del problema se realiza mediante la función EOQ para colocar los datos correspondientes. Aunque pareciera que fuese más sencillo usar un solo lenguaje en la formulación de los problemas y su resolución, en diferentes ambientes con diferentes lenguajes, se tendría que traducir tanto el problema como el resultado. Mas aun si los usuarios no dominan otra lengua más allá de su lengua materna.

## Solución Mediante Excel

			EOQ	28,28
Unidades año	1000			
Costo de manuntencio	5			
Costo Fijo de Orden	2			
$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times S \times D}{H}}$ <p>where:</p> <p><math>S</math> = Setup costs (per order, generally including shipping and handling)</p> <p><math>D</math> = Demand rate (quantity sold per year)</p> <p><math>H</math> = Holding costs (per year, per unit)</p>				

**Imagen 46:** Resolución mediante Excel EOQ.

**Fuente:** Investigador.

Esta fórmula fue sencilla en realizar en interpretar, ya que se tiene 3 variables necesarias para el cálculo del resultado. Pero si hubiera más formulación, más variables, y más incógnitas, entonces el ejercicio hubiera tenido mayor dificultad. Excel tiene la característica de colocar imágenes a placer, pero carece una manera de dar una interpretación e los resultados, más allá de presentarlos al usuario. Recordando también, que la única manera que Excel y ABPOM den resultados incorrectos, es que el usuario coloque números o valores incorrectos.

### **Solución del tercer ejercicio mediante ChatGPT (Chat con previa interacción)**

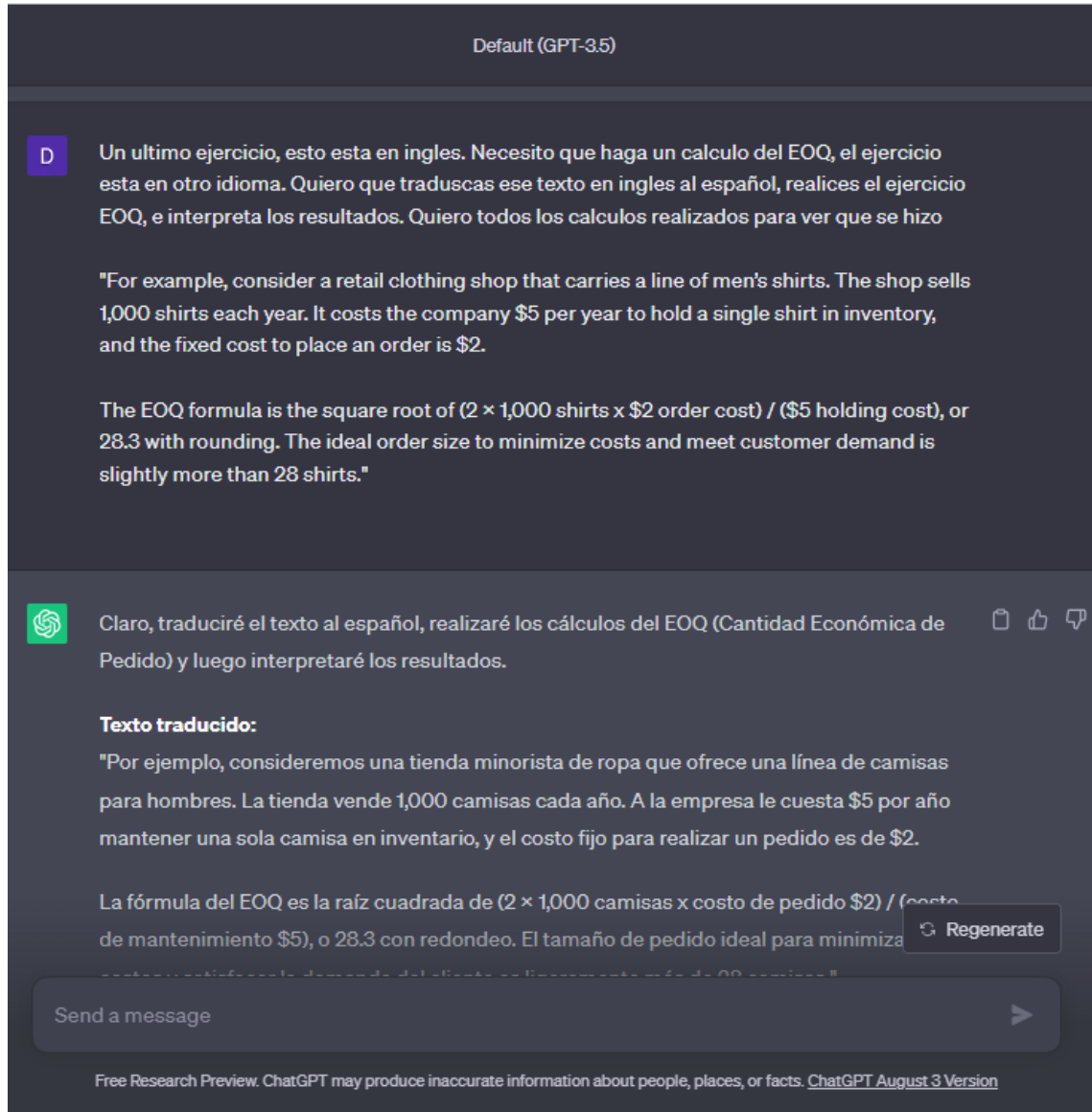
Para este ejercicio, se realiza un prompt indicando a ChatGPT que se realizara un último ejercicio, donde se le pide no solo traducir el texto en inglés, pero también realizar el ejercicio que pide el texto. El mismo prompt se coloca en ambas versiones de ChatGPT (La que tiene interacción con el usuario, y la que no ha tenido interacción con el usuario)

El prompt colocado fue el siguiente: “Un último ejercicio, esto está en inglés. Necesito que haga un cálculo del EOQ, el ejercicio está en otro idioma. Quiero que traduzcas ese texto en inglés al español, realices el ejercicio EOQ, e interpreta los resultados. Quiero todos los cálculos realizados para ver que se hizo

"For example, consider a retail clothing shop that carries a line of men's shirts. The shop sells 1,000 shirts each year. It costs the company \$5 per year to hold a single shirt in inventory, and the fixed cost to place an order is \$2.

The EOQ formula is the square root of  $(2 \times 1,000 \text{ shirts} \times \$2 \text{ order cost}) / (\$5 \text{ holding cost})$ , or 28.3 with rounding. The ideal order size to minimize costs and meet customer demand is slightly more than 28 shirts."

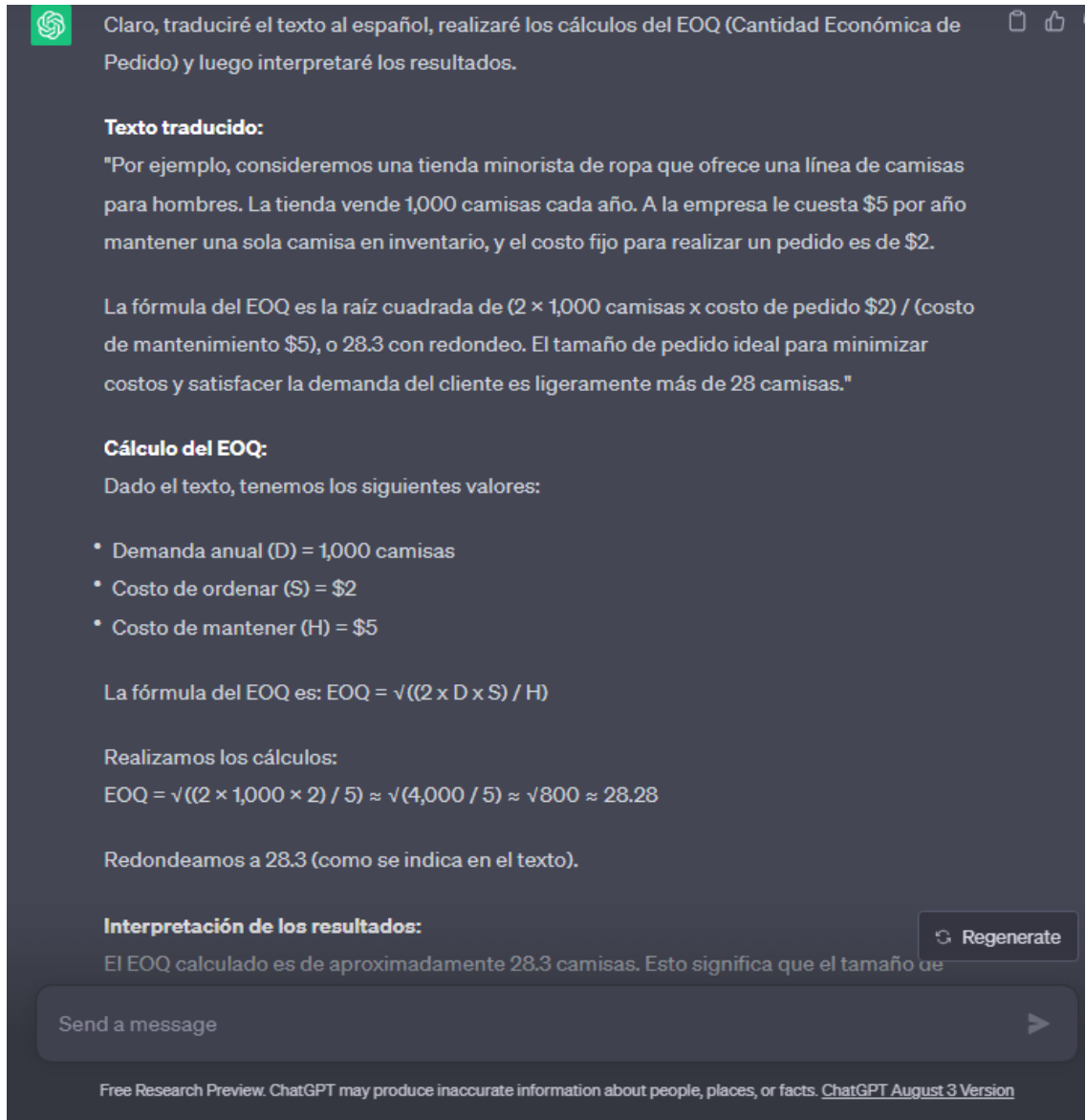
A continuación, están los resultados obtenidos:



**Imagen 47:** Solución del ChatGPT (chat con previa interacción) 1 de 3.

**Fuente:** Investigador.

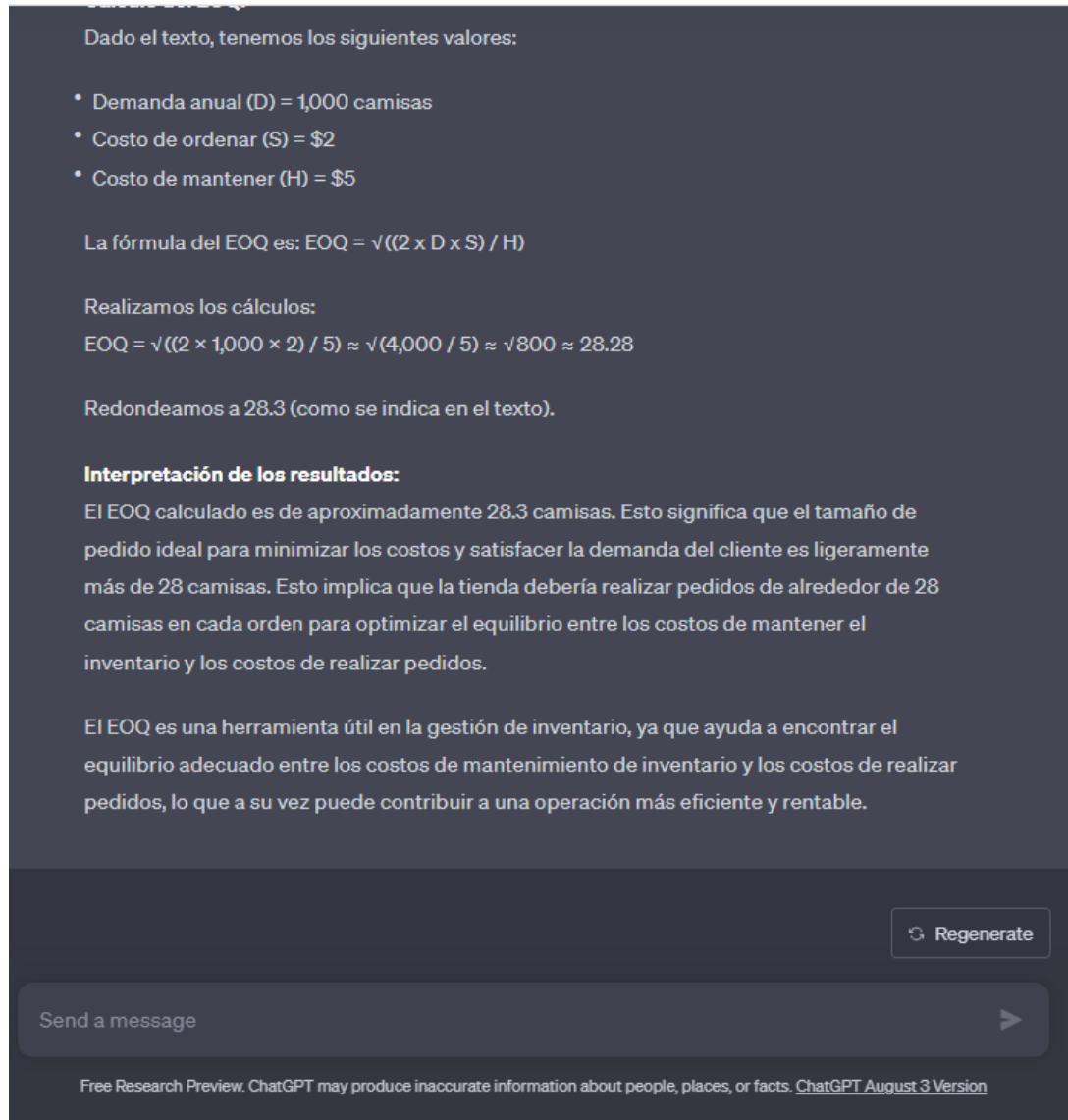
Se coloca el texto original en inglés, y se le pide que traduzca y resuelva. Se realiza esto para verificar sus capacidades de entendimiento y ver si tiene confusiones en cambiar una lengua por otra en un mismo problema.



**Imagen 48:** Solución del ChatGPT (chat con previa interacción) 2 de 3

**Fuente:** Investigador.

Traduce el texto correctamente, y realiza la formulación correcta para este tipo de problema.



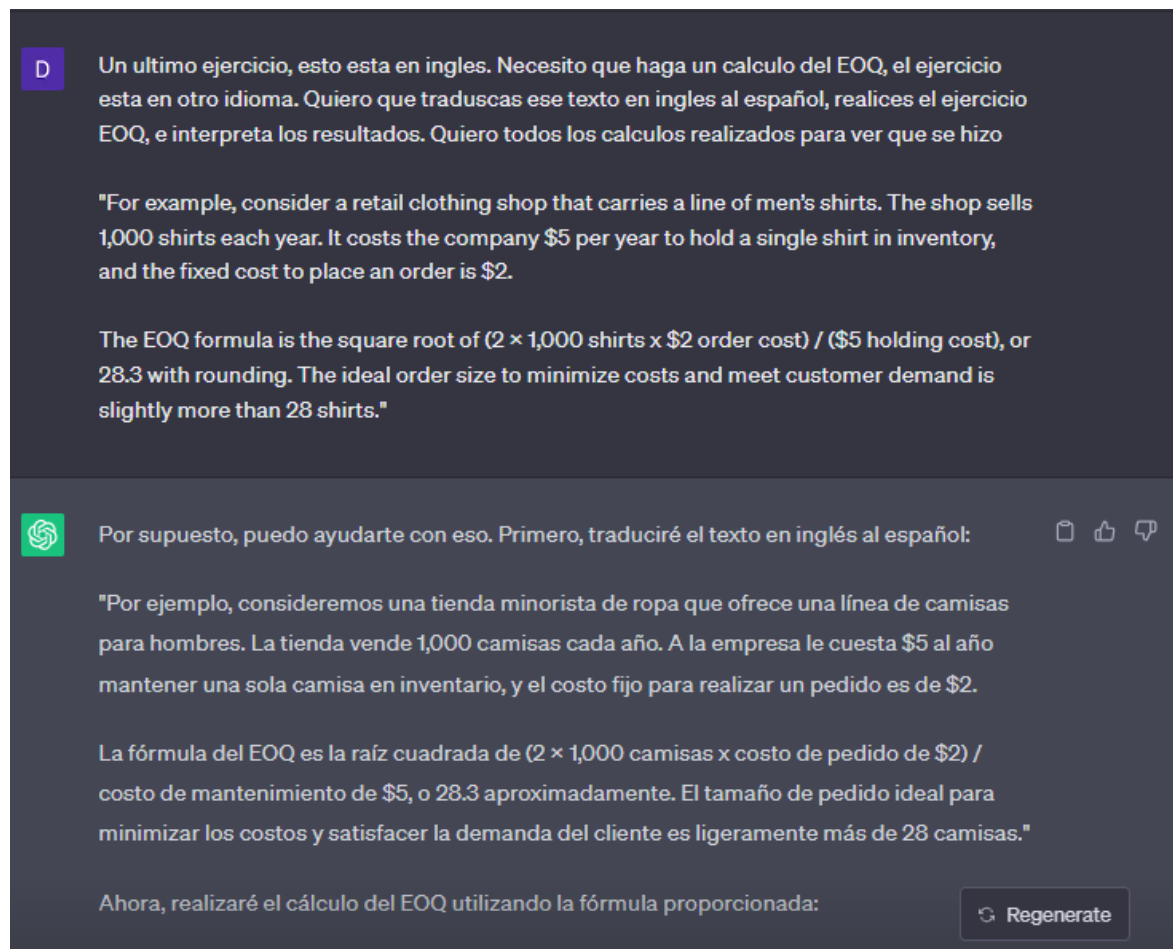
**Imagen 49:** Solución del ChatGPT (chat con previa interacción) 3 de 3

**Fuente:** Investigador.

Realiza los cálculos finales, siendo correctos tanto con el ejercicio, Excel, y POM QM. Su interpretación es la ideal en este caso. Algo que le da ventaja con los programas anteriores, es que interpreta lo que hace y lo explica de una buena manera al usuario. Puede traducir textos en

inglés al español, y esta vez dio el resultado esperado. Parece ser que el problema con los cálculos debe ser a la “complejidad” de estos. Pero que pueda solventar cálculos sencillos, y a la vez traducir documentos en otros idiomas, es una opción muy útil para los ingenieros y personas de otras carreras y profesiones.

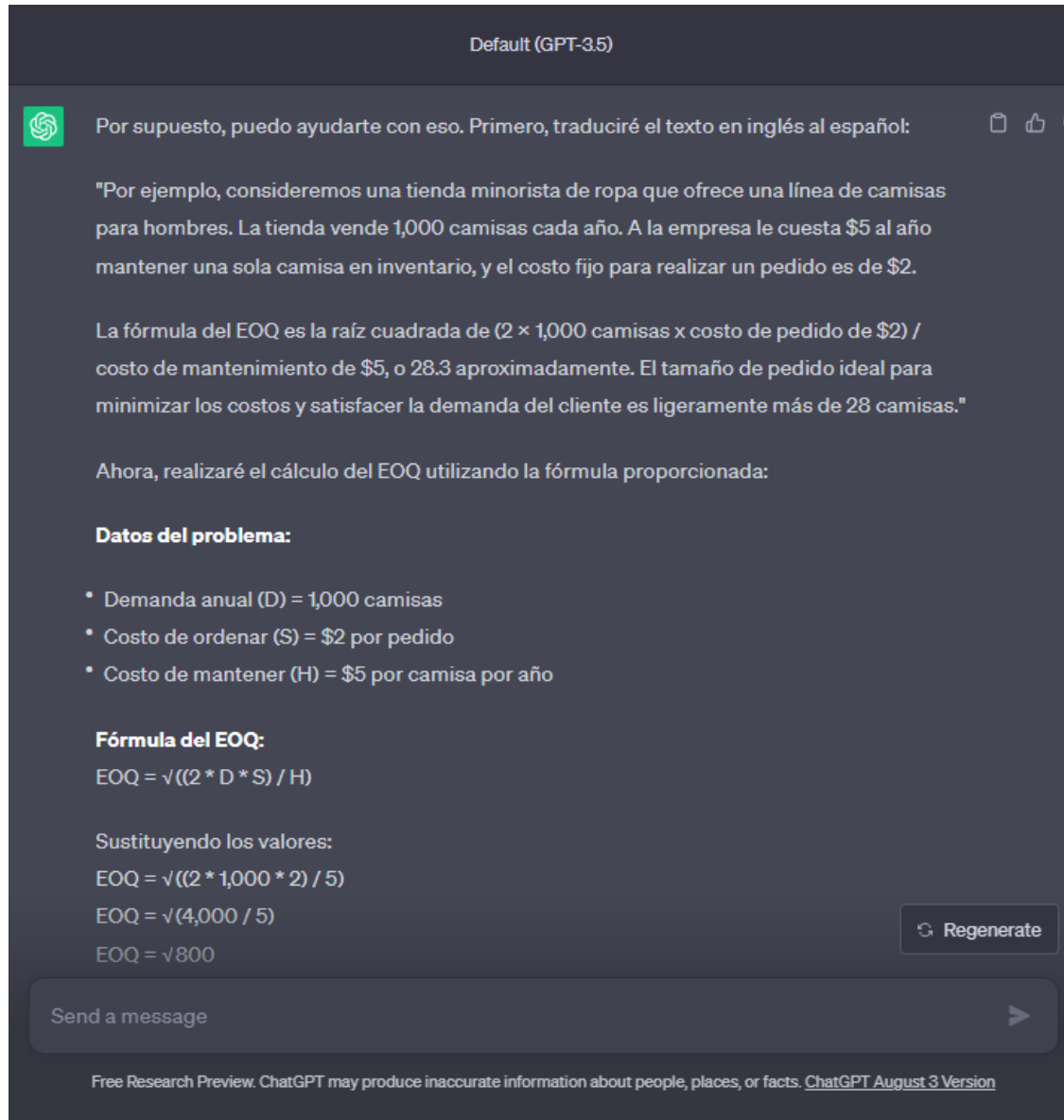
### Solución mediante del tercer ejercicio con ChatGPT (Chat sin previa interacción)



**Imagen 50:** Solución del ChatGPT (chat sin previa interacción) 1 de 3.

**Fuente:** Investigador.

Aquí, se le pide nuevamente traducir el texto original y realizar el ejercicio que se le pide.



**Imagen 51:** Solución del ChatGPT (chat sin previa interacción) 2 de 3

**Fuente:** Investigador.



Realiza la traducción correcta, toma los datos del problema, y realiza los cálculos correspondientes en el caso.

\* Costo de mantener (H) = \$5 por camisa por año

**Fórmula del EOQ:**  
$$EOQ = \sqrt{((2 * D * S) / H)}$$

Sustituyendo los valores:  
$$EOQ = \sqrt{((2 * 1,000 * 2) / 5)}$$
$$EOQ = \sqrt{(4,000 / 5)}$$
$$EOQ = \sqrt{800}$$
$$EOQ \approx 28.3$$

El tamaño de pedido económico (EOQ) es aproximadamente 28.3 camisas. Esto significa que para minimizar los costos de inventario y satisfacer la demanda del cliente, la tienda debería realizar pedidos de alrededor de 28 camisas en cada pedido.

**Interpretación de los resultados:**  
El cálculo del EOQ se basa en encontrar el equilibrio entre los costos de mantener el inventario y los costos de realizar pedidos. En este caso, la tienda debería hacer pedidos de aproximadamente 28 camisas para minimizar los costos totales. Si la tienda realiza pedidos más pequeños, podría incurrir en costos de pedido frecuentes pero con menos costo de mantener inventario. Por otro lado, si realiza pedidos más grandes, los costos de mantener el inventario aumentarán. El EOQ busca encontrar el punto óptimo entre estos dos tipos de costos.

Regenerate

Send a message

Free Research Preview. ChatGPT may produce inaccurate information about people, places, or facts. [ChatGPT August 3 Version](#)

**Imagen 52:** Solución del ChatGPT (chat sin previa interacción) 3 de 3.

**Fuente:** Investigador.

El resultado es el correcto, y tanto el Chat con sin previa interacción como el chat con previa interacción, dan la misma traducción correcta y la respuesta del problema. Puede solventar problemas matemáticos sencillos, pero se complica con problemas difíciles.

### **Conclusión del Tercer Ejercicio**

Tanto el programa ABPOM (POM QM), Excel, y ChatGPT, realizan el ejercicio de manera correcta. POM QM tiene la función ya establecida, pero había que colocar los datos manuales y verificar que los datos ingresados sean los correctos y no haya un error lógico. Con Excel, se tiene que colocar manualmente las fórmulas, y el programa los calcula con exactitud. ChatGPT pudo realizar este cálculo en ambos chats, pero lo que coloca en diferencia este último programa con los dos anteriores, es que explica que está haciendo y porque lo hace (más allá de instruirle que haga algo, esto puede ser beneficioso para estudiantes o profesionales que requieran mayor instrucción o detalles en un cálculo, un archivo, o documento. Pero también pueden pedirle fácilmente al programa, que no sea tan “detallista” y este obedecerá la instrucción).

## **CAPÍTULO VI: ANALISIS DE LOS RESULTADOS.**

Una vez realizado los ejercicios, se puede concluir que el programa ChatGPT tiene un problema con la resolución de problemas de índole matemática; cometiendo errores lógicos o de formulación en ambos chats, tanto el chat con previa interacción al usuario, y el chat que no ha tenido interacción previa con un usuario – ciertos problemas llevaban al mismo resultado, pero utilizando otros procedimientos para realizar lo que se le ha pedido; llevando a un incidente en donde llega al objetivo planteado por la pregunta, pero ignora un resultado clave para la resolución del problema.

Con los programas Excel y ABPOM (POM QM), se ha podido realizar los ejercicios; más allá de la búsqueda de instrucciones en la resolución de los problemas de carácter matemático, debido que no dan instrucción para el planteamiento o solución de los problemas matemáticos; en donde ABPOM (POM QM) da resultados preciso al igual que Excel, pero POM QM requiere una extensa capacitación previa por parte del usuario, y en donde su diseño de interfaz no ayuda a los usuarios nuevos en navegar sus diferentes opciones; también cabe de recalcar que POM QM está disponible únicamente en el idioma Inglés; limitando su uso a las personas que estén naturalizadas en ese lenguaje.

Excel sigue siendo la herramienta de análisis más usada, debido a sus capacidades y más o menos instrucción que dan con “menús” de ayuda cuando se le pide, más allá de las instrucciones que dan generalmente los trabajos y colegiaturas. Pero para funciones más avanzadas, se requiere de una instrucción o consulta previa. Al igual que ABPOM (POM QM), estos programas dan los resultados con los números que se han colocado (significando, de que la única manera que estos programas cometan un error de carácter matemático, es que el ingreso de los datos haya sido erróneo, o la formulación está mal) – pero lo que carece de ChatGPT, es que estos programas no explican paso a paso, y dando ejemplos el uso de una función que tienen o cómo se puede resolver un problema.

ChatGPT, aunque tenga falencias del tipo lógica-matemática, o del tipo conceptual; es una herramienta de gran ayuda para dar instrucción a las dudas que tiene el usuario, al punto que cuando se le pide resolver un problema y contiene el paso a paso de la resolución del mismo; el programa lo hace para poder verificar si hay un error, y poder guiar a los usuarios menos experimentados en el uso de programas similares al ChatGPT, siendo más una herramienta para el

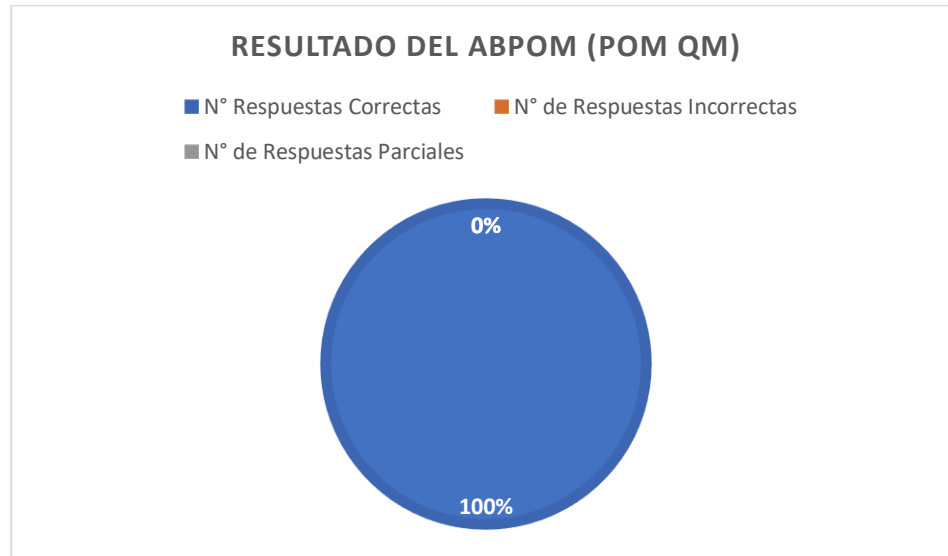
análisis y la interpretación de datos dentro de la ingeniería industrial, que una herramienta que pueda realizar el cálculo de dichos datos.

A continuación, están los resultados estadísticos del estudio:

<b>HERRAMIENTAS USADAS</b>	<b>RESULTADOS DEL EXPERIMENTO</b>		
<b>ABPOM (POM QM)</b>	3	0	0
<b>Excel</b>	2	1	0
<b>ChatGPT (Chat con Previa Interacción)</b>	1	2	0
<b>ChatGPT (Chat sin Previa interacción)</b>	1	2	0
<b>Porcentaje estadístico (Sum/12)</b>	66.67%	33.33%	0%
<b>TOTAL</b>	100%		

**Cuadro 2:** Analisis estadístico de los resultados obtenidos en el experimento.

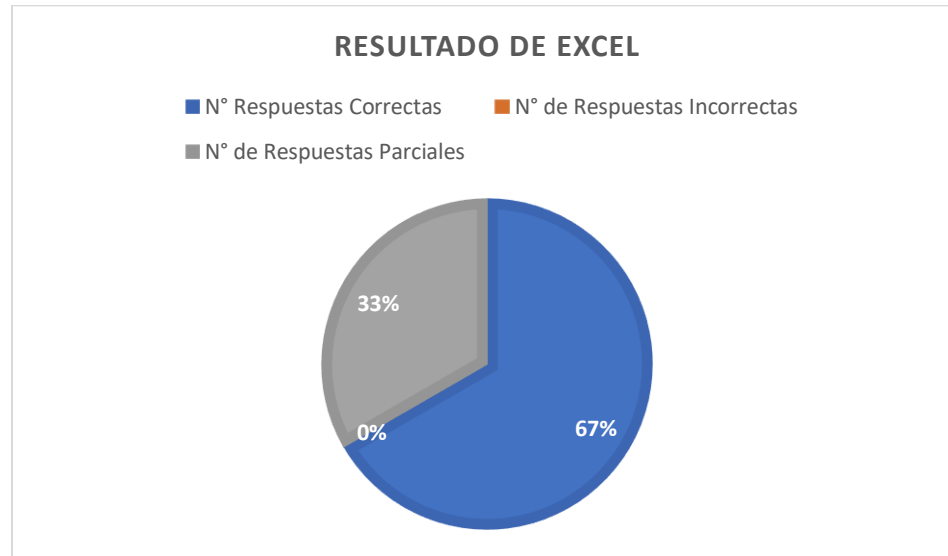
**Fuente:** Investigador.



**Cuadro 3:** Grafica de resultados de ABPOM (POM QM).

**Fuente:** Investigador.

es un software especializado en la gestión de la producción y operaciones industriales. Su capacidad para proporcionar respuestas precisas y correctas en los ejercicios se debe a su enfoque en la optimización y la modelización de datos en escenarios de toma de decisiones. Este programa emplea algoritmos y métodos avanzados para resolver problemas relacionados con la producción, la planificación de inventario, la asignación de recursos y otros aspectos críticos de la ingeniería industrial. Su robusta interfaz de usuario permite a los ingenieros y analistas abordar desafíos complejos y analizar eficazmente diferentes situaciones de producción, lo que resulta en respuestas precisas y soluciones óptimas en el ámbito de la gestión de operaciones. Se observa la herramienta ABPOM (POM QM), da las respuestas correctas con ítems requeridos. ABPOM usa “tablas predeterminadas” para la realización de ciertos ítems dentro de los análisis que puede realizar.



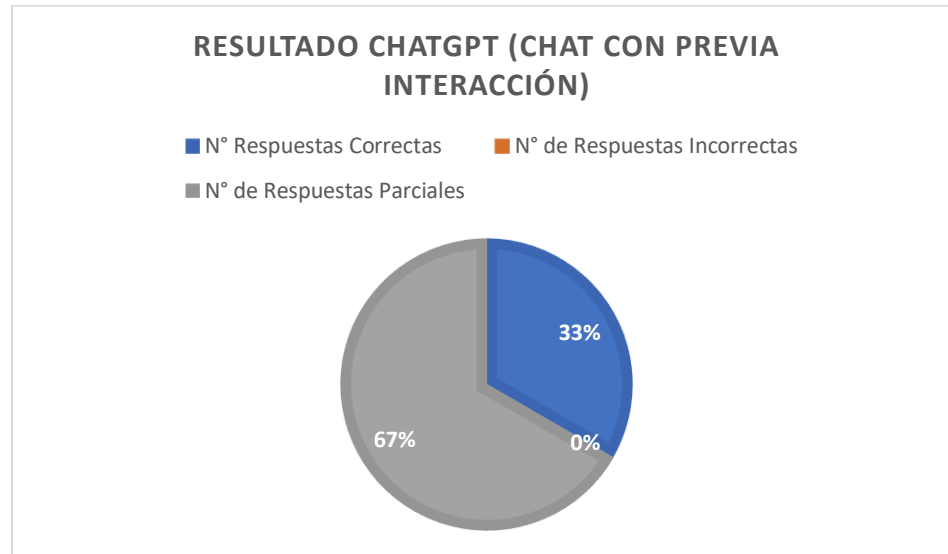
**Cuadro 4:** Grafica de resultados de Excel.

**Fuente:** Investigador.

Microsoft Excel es una herramienta versátil de hojas de cálculo que ha demostrado ser eficaz para resolver ejercicios de ingeniería industrial. Sus capacidades radican en su amplia gama de funciones y características, lo que lo convierte en una opción popular para abordar problemas numéricos y de análisis de datos. Excel permite a los usuarios crear fórmulas personalizadas y aplicarlas a conjuntos de datos para realizar cálculos complejos. Su facilidad de uso y flexibilidad brindan a los ingenieros la capacidad de abordar una variedad de tareas, desde análisis de costos hasta planificación de inventario. Al obtener respuestas correctas en los ejercicios, Excel demuestra su eficacia al aprovechar su potencial para realizar cálculos precisos y análisis numéricos.

Cabe de mencionar, que, dentro del segundo ejercicio; al usar la función de análisis de datos, da una respuesta diferente en términos de los Coeficientes de Correlación y Determinación,

Aunque da una respuesta similar con la gráfica, la respuesta numérica no es idéntica a la resolución del 2do ejercicio.



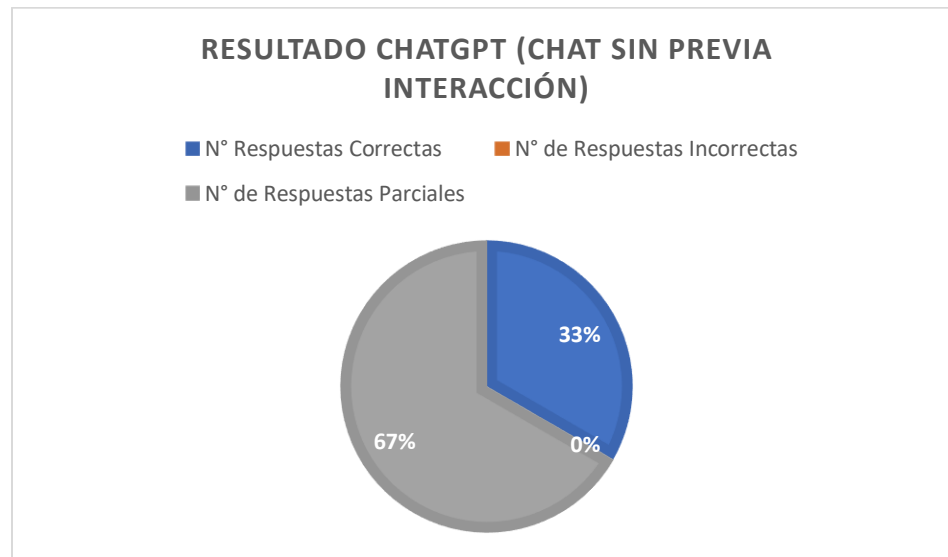
**Cuadro 5:** Grafica de resultados de ChatGPT con previa interacción.

**Fuente:** Investigador.

ChatGPT, en el experimento, el chatbot tiende a dar respuestas parciales, si es que la complejidad del ejercicio es alta. Pero se ve una tendencia, de que, al estar limitado por su arquitectura, pero trata todo lo posible en satisfacer la pregunta del usuario.

Dentro del ChatGPT que ha tenido interacción previa con el Usuario, ha dado 1 de 3 respuestas correctas. Siendo la respuesta del ejercicio 3 correcta. Pero teniendo 2 de 3 respuestas parciales. Esta son el ejercicio 1 en donde da el número de mesas necesarias para el punto de equilibrio, pero da incorrectamente las ganancias que se requieren para obtener el punto de equilibrio; colocando \$12.000 en lugar de los \$12.500. En el Segundo ejercicio, realiza las

operaciones y obtiene coeficientes de correlación y determinación diferente al ejercicio, siendo similar en Excel que comete dicho error en el segundo ejercicio. ChatGPT tiene una programación en donde carece de los medios para realizar graficas dentro del programa, pero da medios para realizar la gráfica en programas exteriores.



**Cuadro 6:** Grafica de resultados de ChatGPT sin previa interacción.

**Fuente:** Investigador.

El Chat que no ha tenido interacción. Tiene nuevamente ratio de 1 respuesta correcta y 2 respuesta parciales. En el primer ejercicio, da el numero correcto de mesas, pero no coloca los beneficios monetarios dentro del ejercicio. En el segundo, realiza un programa dentro de Python para realizar fuera del chat; aunque realiza los requerido, no coloca resoluciones dentro de su programa y opta por una 3era aplicación. En el último ejercicio, da la respuesta correcta.



Ambas iteraciones dentro de los chats, utilizan lenguajes adicionales para realizar gráficas, numeraciones, ecuaciones matemáticas, e incluso programas con código ejecutable dentro de Python; esto se ve en el 2do ejercicio con claridad al usar dichos aditamentos. Y en términos del lenguaje y la traducción, tiene capacidades para traducir un texto literario, compilarlo para el usuario, y realizar el ejercicio dentro de este. Cabe de recordar, que originalmente, ChatGPT está programado con el lenguaje inglés como base, teniendo la arquitectura para tener conversaciones y resolver problemas que otros usuarios de otras lenguas.

Aunque la investigación, dio como resultado que el Chatbot ChatGPT, tiene ciertas falencias dentro de cálculos matemáticos, un estudio previo por parte del uso en los cálculos de la ingeniería mecánica (Tiro, 2023), menciona que el Chatbot tiene los mismos problemas identificados en el área de cálculo matemático, interpretación y formulación. Siendo la principal característica que resulta el estudio, en donde tenían la hipótesis que el ChatGPT pudiera ayudarles a resolver y formular cálculos dentro de la Ingeniería mecánica.

## **CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES**

Luego de llevar a cabo una investigación exhaustiva acerca de la aplicación del Chatbot ChatGPT y otras herramientas informáticas en el campo de la ingeniería industrial, se han extraído conclusiones fundamentales que arrojan luz sobre la utilidad y la facilidad de uso de estas herramientas, así como sus respectivas fortalezas y debilidades.

Tras revisar el estado del arte, se evidencia que el Chatbot ChatGPT es una herramienta emergente en el ámbito de la ingeniería industrial. Además, se ha constatado que Excel y ABPOM (POM QM) son dos de las herramientas más utilizadas por los ingenieros industriales en sus

procesos de toma de decisiones basadas en datos. Esto se debe a su larga trayectoria en la industria y su reconocida versatilidad, que les permite abordar una amplia variedad de problemas de manera eficaz. El Chatbot ChatGPT, por otro lado, se destaca por su capacidad para interpretar y explicar datos, lo que puede resultar especialmente útil en situaciones en las que los usuarios no poseen un conocimiento profundo de los conceptos involucrados. Sin embargo, su uso aún no es tan difundido como el de las otras herramientas, lo que puede deberse a su relativa novedad y a la necesidad de familiarizarse con su funcionamiento.

Se ha determinado que el Chatbot ChatGPT presenta una ventaja significativa en cuanto a la facilidad de uso, especialmente en comparación con Excel y ABPOM. Mientras que Excel y ABPOM proporcionan datos en bruto y requieren que los usuarios interpreten y analicen la información por sí mismos, el ChatGPT ofrece una solución más amigable y accesible. Esto puede resultar especialmente beneficioso para aquellos ingenieros industriales que deseen tomar decisiones basadas en datos, pero carezcan de conocimientos técnicos avanzados. Además, ChatGPT brinda explicaciones detalladas y comprensibles de sus resultados, lo que puede resultar de gran ayuda en situaciones de enseñanza o en la toma de decisiones en las que la interpretación de datos es crucial.

También se ha evidenciado que cada una de las tres herramientas analizadas posee sus respectivas fortalezas y debilidades. Chatbot ChatGPT destaca por su facilidad de uso y su capacidad para interpretar y explicar datos de manera comprensible. Sin embargo, presenta debilidades relacionadas con su precisión en cálculos y su limitada capacidad para abordar problemas matemáticos y de formulación matemática complejos. Excel y ABPOM, por otro lado, son altamente precisos en cálculos matemáticos y ofrecen una amplia gama de funciones y

características para resolver problemas de ingeniería industrial. No obstante, pueden resultar menos accesibles y requerir un mayor conocimiento técnico para su manejo y capacitaciones. Estas diferencias resaltan la importancia de elegir la herramienta adecuada según el contexto y los objetivos específicos de la toma de decisiones basadas en datos en la ingeniería industrial.

En la evaluación de las herramientas consideradas para el análisis y procesamiento de datos, se ha observado que cada una de ellas posee sus propias fortalezas y debilidades. La herramienta Excel se ha identificado como una plataforma sólida para cálculos y análisis, aunque su eficacia se ve potenciada por la experiencia y habilidades de quienes la utilizan. Por otro lado, el ABPOM (POM QM) ha demostrado ser una alternativa con un potencial significativo, pero su interfaz de usuario ha sido poco accesible debido al idioma, y en donde se requiere una capacitación para el uso adecuado de la herramienta.

El Chatbot ChatGPT, mientras tanto, sobresale en la interpretación de datos y se revela como una herramienta prometedora en este ámbito. Sin embargo, se han identificado falencias en cuanto a su aplicación en la formulación matemática y en la resolución de cuestiones matemáticas más complejas. Estas limitaciones pueden influir en la toma de decisiones basadas en análisis matemáticos más profundos.

Pero también es importante mencionar, que los Prompts y el número de detalles de los Prompts, pueden impactar la calidad de respuesta de ChatGPT. Ya que, mientras mayor es la organización, mejor sea la presentación, y un gran número de detalles, puede tener como consecuencia, de que el programa pueda dar una respuesta acertada. Siendo la filosofía de

“explicarle a un niño” tanto en detalles, ejemplos, como con el objetivo que se quiere para el prompt; dará como resultado, que ChatGPT se aproxima mejor a la respuesta.

Aunque también, se puede mencionar que ChatGPT no pueda ser utilizada como un medio para realizar cálculos complejos, puede ser utilizada para interpretación de grandes volúmenes de datos, realización de informes, interpretación de resultados, y análisis posteriores. Pudiendo ser también utilizada para la enseñanza, explicación, educación, y capacitación, de estudiantes, trabajadores, y personal que requiera conocimientos en un nuevo tema. Ya que ChatGPT, puede justarse tanto a sus necesidades como a su nivel de comprensión, con ello, mejorando su capacidad de respuesta para adaptarse a todo tipo de usuario.

En última instancia, es evidente que cada herramienta presenta un conjunto específico de habilidades y restricciones. La elección entre ellas dependerá en gran medida de las necesidades particulares de la tarea y del nivel de familiaridad de los usuarios con la tecnología. En el contexto de la ingeniería industrial, donde la precisión y la eficiencia son esenciales, la combinación de estas herramientas puede resultar valiosa para abordar diversos desafíos y alcanzar soluciones más completas y acertadas.

## **IMPLICACIONES Y APORTES**

Las implicaciones y aportes derivados del análisis de las herramientas mencionadas (Excel, ABPOM - POM QM y ChatGPT) en el contexto de la toma de decisiones basadas en datos en Ingeniería Industrial son significativos y pueden contribuir a una mejor comprensión y utilización de estas herramientas en diferentes situaciones. Algunas de las implicaciones y aportes relevantes son:

**1. Optimización de Decisiones en Ingeniería Industrial:** La identificación de las fortalezas y limitaciones de las herramientas analizadas permite a los profesionales de Ingeniería Industrial seleccionar la herramienta más adecuada para la toma de decisiones en diferentes contextos. Esta selección informada puede conducir a una optimización más eficiente de las operaciones y procesos industriales, contribuyendo a la mejora de la productividad y la calidad.

**2. Capacitación y Formación:** Reconociendo que Excel requiere experiencia y que ABPOM (POM QM) tiene una interfaz "rígida", se pueden implementar programas de capacitación y formación para los profesionales y estudiantes de Ingeniería Industrial. Brindar un conocimiento sólido en el uso eficaz de estas herramientas puede empoderar a los usuarios para aprovechar al máximo sus capacidades y realizar análisis más precisos.

**3. Complementariedad de Herramientas:** En lugar de considerar estas herramientas como mutuamente excluyentes, se puede explorar su complementariedad. Por ejemplo, utilizar ChatGPT para la interpretación de datos y la generación de informes, mientras se recurre a Excel y ABPOM para cálculos y análisis más profundos. Esta combinación estratégica puede conducir a una toma de decisiones más sólida y fundamentada.

**4. Investigación y Desarrollo:** Las limitaciones observadas en ChatGPT en términos de resolución de problemas matemáticos pueden servir como un punto de partida para futuras investigaciones en la mejora de modelos de lenguaje para aplicaciones matemáticas específicas. Este tipo de investigación puede impulsar el desarrollo de herramientas más avanzadas y precisas en el futuro.

**5. Avances en Interfaz de Usuario:** La identificación de la interfaz de usuario "rígida" de ABPOM (POM QM) podría motivar a los desarrolladores a trabajar en interfaces más intuitivas y amigables para el usuario. Esto facilitaría la adopción de la herramienta por parte de un público más amplio y permitiría una mejor integración en flujos de trabajo industriales.

## RECOMENDACIONES

Dado que se identificaron falencias en la capacidad de ChatGPT para abordar problemas matemáticos y de formulación matemática, se sugiere explorar investigaciones que se centren en el desarrollo de modelos de lenguaje específicos para aplicaciones matemáticas. Esto podría involucrar la creación de modelos que comprendan y generen expresiones matemáticas con mayor precisión y eficiencia.

La interfaz "rígida" de ABPOM (POM QM) resaltó la importancia de interfaces de usuario intuitivas en las herramientas de optimización. Futuras investigaciones podrían centrarse en el diseño y desarrollo de interfaces que sean amigables para los usuarios, fomentando una adopción más amplia y efectiva de herramientas de optimización en diversos entornos industriales.

Se recomienda investigar en profundidad las estrategias óptimas para combinar herramientas como Excel, ABPOM y ChatGPT en flujos de trabajo industriales. Identificar casos de uso específicos en los que cada herramienta brinde su mayor valor puede conducir a una toma de decisiones más completa y eficaz en Ingeniería Industrial.

A medida que la tecnología avanza, es probable que surjan nuevas herramientas y plataformas para la toma de decisiones basadas en datos. Investigaciones futuras podrían centrarse

en la evaluación comparativa de estas nuevas herramientas con las que se analizaron en este estudio, considerando aspectos como precisión, eficiencia y facilidad de uso.

Comprender cómo los profesionales de Ingeniería Industrial interactúan con estas herramientas y cómo toman decisiones basadas en los resultados generados puede ser una línea de investigación relevante. Investigar factores humanos, como la confianza en las herramientas y la interpretación de los resultados, puede proporcionar información valiosa para mejorar la utilidad y eficacia de las herramientas.

Investigar la aplicación de modelos de aprendizaje automático y análisis predictivo en la toma de decisiones en Ingeniería Industrial podría ser un área interesante de exploración. El uso de datos históricos y algoritmos de aprendizaje automático podría proporcionar insights valiosos para la optimización de procesos y operaciones.

## **BIBLIOGRAFIA**

Alban Guevara, G. P., Arguello Verdesoto, A. E., & Molina Castro, N. E. (16 de Julio de 2020).

*ReciMundo*. doi:[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Almasud, S. (27 de Abril de 2023). <https://www.linkedin.com/pulse/industrial-engineering-roles-data-analytics-tools-job-almasud-cie->

Amazon. (s.f.). *Amazon Web Server*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is/machine-translation/>

Analyticsinsight. (21 de Marzo de 2022). *Analyticsinsight*. Obtenido de Analyticsinsight: <https://www.analyticsinsight.net/is-ai-overhyped-in-2022-getting-the-truth-about-the-true-power/>

Arias Rus, E. (01 de Enero de 2021). *Economipedia*. Recuperado el 10 de Junio de 2023, de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-descriptiva.html>

Armas Quespaz, J. A. (2019). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SERVICIOS, BASADO EN*. Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11323/1/12T01279.pdf>

Arteaga, G. (28 de Febrero de 2022). Metodos de Investigación. *TESTSITEFORME*. Recuperado el 15 de Junio de 2023, de <https://www.testsiteforme.com/investigacion-de-campo/>

Ashok83. (10 de septiembre de 2019). *Hackernoon*. Obtenido de Hackernoon: <https://hackernoon.com/how-ai-is-getting-groundbreaking-changes-in-talent-management-and-hr-tech-9b9u3ysf>

Babbie, E. (2014). The basics of social research. En E. Babbie, *The basics of social research*.

Barcelona, E. B. (04 de Septiembre de 2023). *EAE Business School Barcelona*. Obtenido de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/modelo-eoq-el-control-mas-sencillo-para-los-inventarios/>



- Basen, I. (21 de Febrero de 2020). *CBC*. Obtenido de <https://www.cbc.ca/radio/quirks/is-ai-overhyped-researchers-weigh-in-on-technology-s-promise-and-problems-1.5464419>
- Benites Silva, J. E., & Virhuez Castro, K. (2019). Teoría de colas para la reducción del tiempo de ciclo de los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019. *Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica del Perú*. Recuperado el 01 de Julio de 2023, de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2780>
- Bianchi, P., & Ocaña, D. (10 de Octubre de 2019). *American Psychological Assoc.* Recuperado el 08 de Junio de 2023, de El coaching organizacional para mejorar la calidad en el servicio de atención al cliente: <https://eds-s-ebshost-com.vpn.ucacue.edu.ec/eds/detail/detail?vid=8&sid=461a6b48-4981-4c24-9585-95a1cddfc61f%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtGl2ZQ%3d%3d#AN=edsoai.on1129130566&db=edsoai>
- Biswas, S. S. (2023). Potential Use of Chat GPT in Global Warming. *Springle Link*.
- Biswas, S. S. (2023). Role of Chat GPT in Public Health. *Springer Link*.
- Bryman, A. (2012). En A. Bryman. Oxford.
- Campos, L., & Lazo, C. (02 de ABRIL de 2019). La calidad del servicio en la mejora de la gestión en la atención al usuario de CNEL EP del cantón Milagro-Ecuador en el año 2018. *Emprendimiento del siglo XXI*, 3(2). doi:<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v3i2.395>

Caracas, U. C. (2002). *Boletín de Linguística*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/347/34701805.pdf>

Cardozo, L. (01 de MARZO de 2021). *Calidad del servicio: qué es, su importancia y los 5 pilares fundamentales*. Recuperado el 05 de Junio de 2023, de ZENVIA: <https://www.zenvia.com/es/blog/calidad-del-servicio/>

Carranza Ruiz de Loizaga, G. (2021). Modelo de innovación abierta en la gestión de proyectos de I+D: Contribuciones a la gestión tradicional. *Universidad del País Vasco*. Recuperado el 20 de Julio de 2023, de <http://hdl.handle.net/10810/50747>

Castro, J. (27 de Octubre de 2022). *Calidad del servicio: Qué es, tipos y como medirlo*. Recuperado el 13 de Junio de 2023, de BLOG CORPONET: <https://blog.corponet.com/calidad-del-servicio-que-es-tipos-y-como-medirlo#:~:text=sobre%20este%20tema.-,Qu%C3%A9%20es%20la%20calidad%20del%20servicio,servicios%20prestados%20y%20sus%20expectativas.>

Christopher D. Manning, P. R. (2009). An Introduction to Information Retrieval. *Cambridge University Press*, 237-240.

Clark, J. (21 de 12 de 2015). *bloomberg.com*. Obtenido de bloomber.com: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-12-21/why-2015-was-a-breakthrough-year-in-artificial-intelligence>

Crevier, D. (1993). *AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence*. BasicBooks.

Departamento Académico de Ingeniería, P. U. (02 de Febrero de 2023). *¿Qué es ChatGPT y cómo podemos aprovechar esta tecnología?* Obtenido de <https://departamento-ingenieria.pucp.edu.pe/noticia/que-es-chatgpt-y-como-podemos-aprovechar-esta-tecnologia/>

Díaz Piraquive, F. N., & Torres Robayo, L. A. (2020). Aplicación de la teoría de colas en una central de servicios asistenciales para minimizar el tiempo de espera de los clientes en línea. *Facultad de Ingeniería Ingeniería Industrial 2020*. Recuperado el 15 de Julio de 2023, de [https://www.ecured.cu/index.php?title=Teor%C3%ADa\\_de\\_colas&oldid=192933,EcuRed\(contributors,20demayo2013\)](https://www.ecured.cu/index.php?title=Teor%C3%ADa_de_colas&oldid=192933,EcuRed(contributors,20demayo2013)).

Edward Muñoz Cuchca, B. P. (01 de Septiembre de 2021). *redalyc.org*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6731/673171199001/html/>

Elisa L. Hill-Yardin, M. R. (2023). A Chat(GPT) about the future of scientific publishing . *Elsevier*.

*Euroforum*. (30 de Julio de 2018). Obtenido de <https://www.euroforum.es/blog/inteligencia-artificial-y-lenguaje-natural-cual-es-la-conexion/>

FAB LAB - UCACUE. (2023). Recuperado el 05 de Agosto de 2023, de <https://www.ucacue.edu.ec/fablab/>

Freire Cabello, K. K., Rivera Rendón, D. E., & Ordoñez Iturralde, D. D. (Noviembre de 2020). Estrategias de Marketing Digital como medio de comunicación e impulso de las ventas.

*Dialnet - Contribuciones a las Ciencias Sociales*(73). Recuperado el 24 de Julio de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7745721>

Giles, M. (13 de Septiembre de 2018). *technologyreview*. Obtenido de <https://www.technologyreview.com/2018/09/13/140502/artificial-intelligence-is-often-overhyped-and-heres-why-thats-dangerous/>

González, G., & Aranda, M. (2022). Concepto de servicio de calidad en la gestión hotelera. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(97), 212 - 228. Recuperado el 28 de Mayo de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890626>

Google . (2016). *AlphaGo*. Obtenido de AlphaGo Deepmind: <https://web.archive.org/web/20211020022122/https://deepmind.com/research/case-studies/alphago-the-story-so-far>

Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (01 de Julio de 2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 163 - 173. doi:10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173

Guzmán Herrera, E. M., & Peña Zuluaga, J. R. (2020). *Aplicación de las 5S como herramienta para la organización y mejoramiento de la calidad del servicio en el taller automotriz Ford de la Costa*. Recuperado el 15 de Julio de 2023, de <https://hdl.handle.net/20.500.12585/10966>

Hamido Fujita, Y. W. (2023). *Advances and Trends in Artificial Intelligence. Theory and Applications. Advances and Trends in Artificial Intelligence. Theory and Applications: 36th International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems*. Shangai, China: Springer.

Hammond, M. (17 de Mayo de 2023). *GESTIÓN DE CLIENTES*. Recuperado el 30 de Mayo de 2023, de <https://blog.hubspot.es/service/calidad-del-servicio>

Herquinigo Velasquez, L. Y. (2022). *Aplicación de la teoria de colas para mejorar el nivel de satisfaccion de los usuarios que accedan a la plataforma de chat en linea de una entidad de administración tributaria*. Recuperado el 28 de Junio de 2023, de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/9023>

IBM. (2020). Obtenido de <https://www.ibm.com/mx-es/analytics/learn/linear-regression>

IBM. (2023). Obtenido de <https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence>

IBM. (s.f.). *IBM*. Obtenido de <https://www.ibm.com/mx-es/analytics/learn/linear-regression>

ITMadrid. (06 de Febrer0 de 2020). ITMadrid. Recuperado el 30 de Julio de 2023, de <https://www.itmadrid.com/que-es-y-para-que-sirve-design-thinking/>

Jac Fitz-enz, J. R. (2014). *Predictive analytics for human resources*. New Jersey, USA: Wiley.

Laoyan, S. (15 de Noviembre de 2022). *Design thinking paso a paso y cómo incorporarlo en la empresa. ASANA*. Recuperado el 20 de Julio de 2023, de <https://asana.com/es/resources/design-thinking-process>

- León Lazo, L. S., & Vivanco Vivanco, L. P. (18 de Julio de 2023). Modelo para la mejora del servicio de atención al cliente mediante la teoría de colas: Caso de estudio de una agencia bancaria. *Revista de la Carrera de Ingeniería de Sistemas* (017). doi:<https://doi.org/10.26439/interfases2023.n017.6299>
- León, C. R. (22 de Mayo de 2012). *CampusVirtual*. Obtenido de [https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/2315/mod\\_resource/content/0/perlexamples/node246.html](https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/2315/mod_resource/content/0/perlexamples/node246.html)
- Linares - Cos, J., Vilalta Alonso, J. A., & Garza Ríos, R. (2020). La teoría de colas aplicada a una Oficina Comercial de Telecomunicaciones. *Ingeniería Industrial, ISSN 1815-5936, 41(2)*. Recuperado el 18 de Julio de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=7676957>
- Linkedin. (14 de Agosto de 2023). *Linkedin*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/chatgpt-para-cfos-8-usos-de-esta-ia-en-el-mundo-las-finanzas#:~:text=Soporte%20en%20la%20toma%20de,de%20decisiones%20%C3%A1gil%20y%20adaptativa>.
- López Hung, E., & Joa Triay, L. G. (2018). Teoría de colas aplicada al estudio del sistema de servicio de una farmacia. *Revista Cubana de Informática Médica, 10(01)*. Recuperado el 10 de Junio de 2023, de <http://revinformatica.sld.cu/index.php/rcim/index>

López, J. F. (01 de Noviembre de 2020). Investigación de Campo. *Economipedia*. Recuperado el 26 de Julio de 2023, de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-de-campo.html>

Ludeña, J. A., & López, J. F. (01 de Mayo de 2021). *ECONOMIPEDIA*. Recuperado el 15 de Junio de 2023, de <https://economipedia.com/definiciones/teoria-de-colas.html>

M.S., R. (2014). The integration of Microsoft Excel and ABPOM for project management: A new era of project planning. En J. o. Management. *Journal of Project Management*.

MacNeil, C. (10 de Noviembre de 2022). *Asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/cost-benefit-analysis>

McCarthy, J., Minsky, M., & Shannon, C. (1955). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*.

McCorduck. (2004). *Machines Who Think (2nd ed)*. A.K. Peters, Ltd.

Mesz, S. (25 de Septiembre de 2015). *Medium*. Obtenido de <https://solmesz.medium.com/cu%C3%A1ntas-personas-se-necesitan-para-validar-una-idea-c6557138f164>

Microsoft. (s.f.). *microsoft*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/excel>

MIGUEL, L. D. (01 de Junio de 2023). *¿Qué es la lógica difusa y para qué sirve?* Obtenido de <https://elpais.com/ciencia/las-cientificas-responden/2023-06-01/que-es-la-logica-difusa-y-para-que-sirve.html>

- Moncada Horna, J. F., Barrutia Araujo, L. E., Ruiz Camus, C. E., Vargas Villacorta, j. C., Palomino Alvarado, G. d., & Isuiza Pérez, A. (2021). Calidad de servicio en las Unidades de Gestión Educativa Local. *Ciencia Latina - Revista Multidisciplinar*, 5(2). doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i2.333](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.333)
- Morales Almonte, B. I. (06 de Mayo de 2020). Propuesta de mejoramiento en la gestión integral de servicio y atención al cliente enfocada a la Empresa Transporte Rodríguez Marte SRL. Ciudad Maimon, Provincia Monsenor Nouel, periodo enero-abril 2020. *Repositorio Académico Institucional - UAPA*. Recuperado el 25 de Junio de 2023, de <https://rai.uapa.edu.do/handle/123456789/921>
- Morales Ospina, A. (4 de Abril de 2019). El servicio al cliente como estrategia competitiva. *Revista Colombiana de Ciencias Administrativas*, 1(1). doi:<https://doi.org/10.52948/rcca.v1i1.39>
- Noriega, J. H. (2018). *Implementación de un lematizador para una lengua de escasos recursos*. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA.
- Open A.I. (s.f.). *GPT-3: Language Models are Few-Shot Learners*. . Obtenido de <https://openai.com/blog/gpt-3-unleashed/>
- Ordoñez, I., Silva, W., & Freire, E. (28 de FEBRERO de 2019). Calidad en el servicio como herramienta de planificación en las empresas del sector terciarioa estas cerca. *Revista de Ciencias Sociales*, XXV2, 83. Recuperado el 02 de Junio de 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/280/28059953007/>



- Palacios, P., Álvarez, J., & Ramírez, C. (01 de ENERO de 2021). Gestión de calidad del proceso de Atención al Usuario. *CIENCIAMATRIA*, 7(12), 67 - 96.  
doi:<https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.421>
- Parra Ferié, C., & Espinosa Espinel, J. D. (2020). Gestión de la calidad en los servicios de atención al cliente. Caso Cooperativa Chone Ltda. *Dialnet*, 5(8), 42 - 65 . Recuperado el 25 de Mayo de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554392>
- Pérez Díaz, J. R. (2019). Estrategias de marketing de servicios para mejorar la atención al cliente del Restaurante Pollería Chifa 5 Sabores, Chiclayo – 2019. *Repositorio Digital - Universidad Señor de Sipán*. Recuperado el 15 de Julio de 2023, de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/5641>
- Philip Kosky, R. B. (2021). Chapter 11 - Industrial Engineering. *Academic Press*, 229-257.
- Pisfil Llontop, M. G. (08 de Junio de 2020). ESTRATEGIA DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA SATISFACCIÓN DE LOS PACIENTES DE UN SERVICIO DE EMERGENCIA. *Revista Científica de Enfermería*, 9(1). Recuperado el 20 de Mayo de 2023, de <http://revista.cep.org.pe/index.php/RECIEN/article/view/19>
- Recalde Varela Pablo Marcel, B. E. (23 de Junio de 2023). *IEEEEXPLORE*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10211873/authors#authors>
- Redacción Matematica. (2005). Agner Krarup Erlang (1878-1929). *Revista digital de divulgacion matematica*, 1(4). Obtenido de

[http://www.matematicalia.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=129&Itemid=112](http://www.matematicalia.net/index.php?option=com_content&task=view&id=129&Itemid=112)

Roberts, J. (2016). *Thinking Machines: The Search for Artificial Intelligence*. Distillations.

Rodríguez, M. V. (04 de Febrero de 2020). *Estudios Linguisticos de la Universidad de Antioquia, Colombia*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4765/476569499002/html/>

Rojas León, C. R., & Calderón Fernández, P. C. (2021). Manejo adecuado de la atención al cliente para lograr satisfacción y fidelidad. *Universidad Peruana los Andes*, 36 - 51. Recuperado el 29 de Junio de 2023, de <file:///C:/Users/User/Downloads/91-Texto%20del%20art%C3%ADculo-185-1-10-20210710.pdf>

Ronaldo Goldschmidt, E. P. (2015). *Data Mining*. Sao Pablo, Brasil: Camous.

Russell, S., & Norvig, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.)*. Prentice Hall.

Schank, R. (1991). *Where's the AI*. AI magazine.

Seidor. (2021 de Marzo de 2023). *Seidor*. Obtenido de <https://www.opentrends.net/es/articulo/como-usar-chatgpt-para-mejorar-la-eficiencia-y-productividad-de-tu-empresa>

Sobrino, D. C. (20 de Marzo de 2018). *Medium*. Obtenido de <https://medium.com/soldai/c%C3%B3mo-funciona-el-reconocimiento-autom%C3%A1tico-del-habla-eb038ecfe72e>

- Tapia Hermida, L. X., Chiriboga Zamora, P. A., Romero Flores, M. L., & Noboa Silva, C. A. (2022). Innovación Tecnológica en la Gestión de la Calidad para la Satisfacción del Cliente. Caso de Estudio. *Polo del conocimiento: Revista Científico - Profesional*, 7(2). Recuperado el 20 de Julio de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=8354892>
- Tarver, E. (21 de Junio de 2022). *Investopedia*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/ask/answers/052715/how-economic-order-quantity-model-used-inventory-management.asp#:~:text=Example%20of%20Economic%20Order%20Quantity&text=The%20shop%20sells%201%2C000%20shirts,%20or%2028.3%20with%20rounding>
- Távora Cruz, E. J. (2020). *Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo*. Recuperado el 16 de Junio de 2023, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47083>
- Tecalis. (28 de Agosto de 2023). *Tecalis*. Obtenido de <https://www.tecalis.com/es/blog/como-usar-chatgpt-chat-gpt-alis-alisgpt-4-espanol-utilizar>
- Terreros, D. (10 de Mayo de 2023). ¿Qué es el design thinking? Definición, características y usos. *MARKETING*. Recuperado el 15 de Julio de 2023, de <https://blog.hubspot.es/marketing/design-thinking>
- Tiro, D. (2023). The Possibility of Applying ChatGPT (AI) for Calculations in Mechanical Engineering. *Springer Link*.

Torres Robayo, L. A. (2020). Aplicación de la teoría de colas en una central de servicios asistenciales para minimizar el tiempo de espera de los clientes en línea. Recuperado el 25 de Junio de 2023, de <https://hdl.handle.net/10983/24865>

uji. (s.f.). *Ejercicios Resueltos de Estadística: Tema 2: Descripciones bivariantes y regresión*. Obtenido de <https://www3.uji.es/~mateu/t2-alumnos.pdf>

Universidad Católica de Cuenca, U. (20 de Abril de 2020). Obtenido de <https://documentacion.ucacue.edu.ec/items/show/863>

Valenzuela, N., Buentello, C., Gomez, L., & Villareal, V. (2019). La atención al cliente, el servicio, el producto y el precio como variables determinantes de la satisfacción del cliente en una pyme de servicios. *Revista GEON: Gestión - Organización - Negocios*, 6(2), 18 - 24. Recuperado el 08 de Junio de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=7828486>

Venezuela, U. C. (2002). *Boletín de Lingüística*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/347/34701805.pdf>

Villarreal Satama, F. L. (2021). Teoría de colas y líneas de espera, un reto empresarial en el mejoramiento continuo de los servicios. *Ciencia Latina - Revista Multidisciplinar*, 5(5). doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i5.933](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.933)

Warner, B., & Meehan, A. (2001). Microsoft Excel™ as a Tool for Teaching Basic Statistics. *Sage Journals*.

Weiss, H. J. (2018). *POM - QM FOR WINDOWS*. Pearson Education,.

William, H. (s.f.). *Industrial Engineering*. ENCYCLOPEDIA BRITANNICA.

Xin WANG, Y. Z. (Octubre de 2021). *IEDA2010 Industrial Engineering and Decision Analytics*.

Obtenido de

[https://seng.hkust.edu.hk/sites/default/files/IMCE/UG/Course%20Syllabus/Fall\\_2021-2022/IEDA2010\\_Fall21-22.pdf](https://seng.hkust.edu.hk/sites/default/files/IMCE/UG/Course%20Syllabus/Fall_2021-2022/IEDA2010_Fall21-22.pdf)

Zandin, M. &. (2001). *Manual de ingeniería industrial de Maynard*. . McGraw Hill Professional  
5ª Edición.

Zavala Choez, F. N., & Vélez Moreira, E. M. (2020). La gestión de la calidad y el servicio al cliente como factor de competitividad en las empresas de servicios - Ecuador. *Dialnet*, 6(3), 264 - 281. Recuperado el 15 de Mayo de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7539687>

Zhou, Z.-H. (2021). *Machine Learning*. Nanjing, China: Springer.

Zonacontable. (s.f.). *Audifirm*. Obtenido de

<https://www.audifirm.com/uploads/documento/EJERCICIOS%20PRACTICOS%20PUNTO%20DE%20EQUILIBRIO.pdf>

## AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Daniel Alejandro Pirela Velásquez portador de la cédula de ciudadanía N.º 0152030177. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Evaluación de herramientas tecnológicas para el cálculo de ejercicios de investigación de operación en la ingeniería industrial versus ChatGPT” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 31 de octubre de 2023

F:   
Daniel Alejandro Pirela Velásquez  
0152030177