**COMANDO GENERAL DEL EJÉRCITO**

**ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA**

**“MCAL. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**

**BOLIVIA**

**Imagen que contiene texto

Descripción generada automáticamente**

**SISTEMA WEB DE DISTRIBUCIÓN DE COCA-COLA CON MÓDULO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE ENTREGA, TRANSPORTE Y SIMULACIÓN NUMÉRICA (BORRADOR)**

**CARRERA : ING. DE SISTEMAS**

**SEMESTRE : CUARTO “A’**

**INTEGRANTES :**

**CRESPO ARRIARAN NATALY NICOLE C11483-9**

**CRUZ SERRANO SHARAID GABRIELA C11424-3**

**OCAMPO VALDIVIA JOAQUÍN RODRIGOC11550-9**

**SOSSA CHUGAR THIAGO LEONARDO C11627-0**

**DOCENTES :**

**ING. NIRKA MORA MEJIA**

**MSC. VICTOR RODRÍGUEZ ESTÉVEZ**

**MSC. DUNIA SOLIZ TORRICO**

**FECHA : 13/11/2024**

**COCHABAMBA - BOLIVIA**

**ÍNDICE**

[RESUMEN 1](#_Toc182774448)

[1 INTRODUCCIÓN 2](#_Toc182774449)

[2 ANTECENTES 2](#_Toc182774450)

[3 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA 3](#_Toc182774451)

[3.1 FORMULACION DEL PROBLEMA 3](#_Toc182774452)

[4 OBJETIVOS 3](#_Toc182774453)

[4.1 OBJETIVOS GENERAL 3](#_Toc182774454)

[4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 4](#_Toc182774455)

[5 JUSTIFICACIÓN 4](#_Toc182774456)

[6 MARCO TEÓRICO 5](#_Toc182774457)

[6.1 Sistema web de optimización logística 5](#_Toc182774458)

[7 INGENIERÍA DEL PROYECTO (EL DESARROLLO EN BASE A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS) 5](#_Toc182774459)

[8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 5](#_Toc182774460)

[8.1 CONCLUSIONES 5](#_Toc182774461)

[8.2 RECOMENDACIONES 5](#_Toc182774462)

[9 Bibliografía 6](#_Toc182774463)

[Anexos 1](#_Toc182774464)

RESUMEN

# INTRODUCCIÓN

En la logística y distribución de productos, la optimización de rutas y la precisión en la predicción de demanda son factores críticos para garantizar la eficiencia, reducir costos y satisfacer la demanda de los clientes. La empresa Embonor SA, al manejar productos perecederos, enfrenta desafíos únicos que requieren soluciones avanzadas, ya que el deterioro de los productos y la disponibilidad de frescura influyen directamente en su rentabilidad y servicio al cliente. Este proyecto se enfoca en diseñar un sistema web que incorpore algoritmos avanzados como Runge-Kutta, el problema del cartero chino y programación lineal para crear rutas de entrega óptimas, minimizar costos de transporte y predecir con precisión la demanda. La implementación de esta solución busca no solo mejorar la eficiencia operativa de Embol SA, sino también adaptarse a las condiciones específicas de distribución de productos perecederos, garantizando la satisfacción.

# ANTECENTES

#### El Estudio De Las Características De Las empresas Embol S.A. Y CBN. S.A. Para La determinación De La Competencia A La Que pertenecen, En Que Nivel Influye Esto En Los precios Y La Cantidad De Equilibrio De Sus productos

La conclusión central del artículo es que a pesar de que Coca-Cola tiene un precio mayor que Pepsi, los consumidores de Cochabamba muestran una mayor preferencia por esta marca. Este hallazgo es sorprendente dado que, en general, se esperaría que los consumidores se inclinen por productos más económicos. Según (Erwin Saavedra, Brandon Cadima, Cinthya Bozo y Cristian Perez, 2021) estos factores que influye a la decisión de las personas están entre: la percepción de la marca Coca-Cola, hábitos de consumo, disponibilidad, publicidad entre otros. Este articulo científico no sirve para determinar los aspectos económicos, pero se debe de recalcar que no consta de un análisis económico completo es necesario recurrir fuentes mas detalladas, pero este articulo nos sirve como punto de partida.

# IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

La empresa “Embonor S.A.” desea optimizar las rutas de sus vehículos para entregar paquetes a múltiples clientes en una ciudad. Cada cliente tiene una ubicación específica, y el objetivo es encontrar la ruta más corta o eficiente (en términos de distancia, tiempo o costo) que permita entregar todos los paquetes.

La empresa cuenta con una flota de vehículos de diferentes capacidades y costos operativos, y debe asignar un conjunto de pedidos a cada vehículo de manera que se minimicen los costos totales de transporte, cumpliendo con las restricciones de capacidad de los vehículos y las ventanas de tiempo de entrega.

La empresa maneja productos perecederos enfrenta el desafío de predecir con precisión la demanda de sus productos para evitar pérdidas por deterioro y garantizar la disponibilidad de productos frescos. La demanda de productos perecederos puede variar significativamente debido a factores como la estacionalidad, eventos especiales (fiestas, promociones), tendencias de consumo y condiciones climáticas.

## FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo puede Embonor SA optimizar las rutas de distribución y asignación de pedidos a su flota de vehículos, minimizando costos y garantizando la entrega oportuna de productos perecederos, mientras predice con precisión la demanda para evitar pérdidas por deterioro y satisfacer la demanda de productos frescos?.

# OBJETIVOS

## OBJETIVOS GENERAL

Desarrollar un sistema web para la optimización de la logística de distribución de Embonor S.A., que mediante la implementación de algoritmos Runge-Kutta de cuarto orden, cartero chino y programación lineal permita generar rutas de entrega óptimas, simulando escenarios reales.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Definir un modelo de grafos que represente de manera precisa la problemática de la planificación de rutas logísticas.
2. Aplicar algoritmos específicos de grafos, particularmente aquellos relacionados con el flujo máximo, para resolver la minimización de la distancia, el tiempo total de viaje, y el costo asociado a las rutas de entrega.
3. Crear una base de datos capaz de almacenar ubicaciones, itinerarios de los distribuidores, datos de cada vehículo, información de las rutas, y de diversos pedidos.
4. Encontrar una ecuación de la Demanda y Oferta en función del tiempo que satisfaga las diferentes constantes y datos existentes.
5. Implementar el método de Runge-Kutta de cuarto orden para optimizar la predicción de la demanda de productos y la capacidad máxima de carga de los vehículos, ajustándolo a las condiciones específicas de cada escenario operacional de transporte.
6. Implementar el método de Vogel en el sistema para calcular el costo mínimo de transporte, optimizando la asignación de pedidos a los vehículos y minimizando los costos de los recorridos.
7. Diseñar una función integrada con la API de Google Maps para sugerir rutas óptimas en tiempo real, considerando factores como distancia, tráfico y tiempo estimado de llegada.
8. Diseñar una interfaz intuitiva y funcional con inicio de sesión personalizado para cada usuario, que incluye la generación de notificaciones específicas según las necesidades identificadas.
9. Cree informes detallados de simulación que resuman la demanda proyectada y la capacidad de transporte requerida, proporcionando información clave para la toma de decisiones.

# JUSTIFICACIÓN

# MARCO TEÓRICO

## Sistema web de optimización logística

Un sistema web de optimización logística es una herramienta tecnológica diseñada para la gestión eficiente de procesos logísticos mediante plataformas accesibles en línea. Este tipo de sistema permite integrar diferentes áreas de la cadena de suministro, como el control de inventarios, la administración de almacenes y la planificación de rutas de transporte. Gracias al uso de algoritmos de optimización y técnicas de análisis de datos, estas plataformas pueden proporcionar soluciones en tiempo real, reduciendo costos operativos y mejorando la satisfacción del cliente (Romero & Salazar, 2024, pág. 29).

Este concepto es de utilidad para conocer que un sistema web de optimización logística centralizará y automatizará procesos clave como el control de planificación de rutas de transporte. Usando algoritmos de optimización y análisis de datos, proporcionará soluciones en tiempo real, reduciendo costos operativos y mejorando la satisfacción del cliente. Su accesibilidad en línea permitirá monitorear y gestionar operaciones de manera eficiente, optimizando recursos, garantizando entregas puntuales y adaptándose rápidamente a cambios en la demanda o contingencias logísticas.

# INGENIERÍA DEL PROYECTO (EL DESARROLLO EN BASE A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS)

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

//ya que aun no tenemos la ecuación definida de la oferta y de la demanda, no podemos proceder con el marco teórico.

# Bibliografía

Cambel, A. B. (1993). *Applied Chaos Theory: A Paradigm for Complexity.* Washington D.C.: Academic Press.

Erwin Saavedra, Brandon Cadima, Cinthya Bozo y Cristian Perez. (2021). EL ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LASEMPRESAS EMBOL S.A. y CBN S.A. PARA LADETERMINACIÓN DE LA COMPETENCIA A LA QUEPERTENECEN, EN QUE NIVEL INFLUYE ESTO EN LOSPRECIOS Y LA CANTIDAD DE EQUILIBRIO DE SUSPRODUCTOS. *LAS Empresas Embol S A y CBN S A*. Cochabamba, Bolivia: Escuela Militar de Ingenieria.

Escandon, J. S. (2020). *MÉTODOS NUMÉRICOS RUNGE-KUTTAY ADAMS BASHFORTH-MOULTONEN MATHEMATICA.* Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información.

Jay Heiser y Barry Render. (2017). *Administración de operaciones .* USA: Pearson - Prentice Hall.

Murillo, P. (18 de Abril de 2008). *La investigación científica*. Obtenido de http//www.monografias.com/trabajos15/invest-científica/investcientífica.shtm

Sánchez, C. H. (1986). *Metodología de la investigación .* Lima: San Marcos.

Triana, C. A. (2017). Estudio de algunos ejemplos y problemas de la Teoría del Caos. *Trabajo de grado*. Bogota, Colombia.

Universidad de la República. (2017). *Etapas de la investigación bibliográfica.* Montevideo: Universidad de la República.

Wesner, F. B. (2015). Técnicas de programción lineal entera para la optimización de la recolección de residuos reciclbles en el Municipio de Moron. *Tesis*. Buenos Aires , Argentina: Universidad de Buenos Aires Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Departamento de Computación.

Anexos

ANEXO A: Variable del objetivo general

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Desarrollar un sistema web para la optimización de la logística de distribución de Embonor S.A., que mediante la implementación de algoritmos Runge-Kutta de cuarto orden, cartero chino y programación lineal permita generar rutas de entrega óptimas, simulando escenarios reales. | Sistema web de optimización logística | Plataforma digital basada en tecnología web que utiliza algoritmos avanzados (Runge-Kutta, cartero chino y programación lineal) para mejorar la planificación y distribución logística mediante la generación de rutas óptimas y simulaciones de escenarios reales. | - Tiempo promedio de entrega optimizado.  - Precisión en la simulación y predicción de rutas óptimas. | - Modelado matemático y programación lineal.  - Implementación de algoritmos Heurísticos.  - Diseño y desarrollo del sistema web. | Documentación interna de Embonor S.A.  - Estudios matemáticos sobre Runge-Kutta y programación lineal.  - Referencias académicas sobre optimización logística y algoritmos de grafos.  - Datos logísticos históricos de la empresa. | -Frameworks de desarrollo web (Spring Boot  - Lenguajes de programación (Java).  - Google Maps API para rutas en tiempo real.  - PostgreSQL para bases de datos. |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO B: Variable del objetivo específico 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| . Definir un modelo de grafos que represente de manera precisa la problemática de la planificación de rutas logísticas. | Modelo de grafos | Representación matemática de la red logística mediante nodos (ubicaciones) y aristas (conexiones) para modelar rutas y restricciones logísticas. | - Número de nodos y aristas definidas.  - Precisión del modelo en la representación del sistema logístico.  - Adaptabilidad a condiciones reales. | Análisis de grafos. | Documentación sobre teoría de grafos.  Datos de rutas.  Publicaciones académicas relacionadas. | Dependencia de spring boot jgrapht-core  Google Maps API |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO C: Variable del objetivo específico 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Aplicar algoritmos específicos de grafos, particularmente aquellos relacionados con el flujo máximo, para resolver la minimización de la distancia, el tiempo total de viaje, y el costo asociado a las rutas de entrega. | Algoritmos de flujo máximo | Métodos computacionales que optimizan el transporte identificando rutas eficientes para minimizar distancia, tiempo y costos logísticos. | - Reducción en la distancia promedio por ruta.  - Tiempo total de viaje optimizado.  - Costos logísticos reducidos. | Implementación de algoritmos.  Análisis de resultados. | Publicaciones sobre algoritmos.  Estudios previos en optimización logística.  Datos de rutas. | Java  Google Maps API  Programación lineal |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO D: Variable del objetivo específico 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Crear una base de datos capaz de almacenar ubicaciones, itinerarios de los distribuidores, datos de cada vehículo, información de las rutas, y de diversos pedidos. | Base de datos logística | Sistema estructurado y eficiente para registrar y gestionar información clave como ubicaciones, itinerarios, datos de vehículos y pedidos. | - Consistencia e integridad de los datos almacenados. | Diseño de bases de datos.  Normalización. | Manuales de diseño de bases de datos. | PostgreSQL. |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO E: Variable del objetivo específico 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Encontrar una ecuación de la Demanda y Oferta en función del tiempo que satisfaga las diferentes constantes y datos existentes. | Ecuación de demanda y oferta | Modelo matemático que describe la relación entre la demanda y oferta logística, considerando factores temporales y constantes empresariales. | - Precisión en las predicciones realizadas.  - Ajuste del modelo a los datos históricos.  - Capacidad predictiva del modelo. | Modelado matemático. | Publicaciones sobre modelos de oferta y demanda.  Estudios económicos relacionados. | Java  Apache Commons Math |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO F: Variable del objetivo específico 5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Implementar el método de Runge-Kutta de cuarto orden para optimizar la predicción de la demanda de productos y la capacidad máxima de carga de los vehículos, ajustándolo a las condiciones específicas de cada escenario operacional de transporte. | Optimización de predicción | Método numérico avanzado que utiliza Runge-Kutta de cuarto orden para calcular la demanda de productos. | - Capacidad del modelo para adaptarse a diferentes escenarios operativos. | Implementación del método Runge-Kutta. | Documentación sobre Runge-Kutta.  Estudios numéricos relacionados. | Java  Apache Commons Math |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO G: Variable del objetivo específico 6

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Implementar el método de Vogel en el sistema para calcular el costo mínimo de transporte, optimizando la asignación de pedidos a los vehículos y minimizando los costos de los recorridos. | Costo mínimo de transporte | Método de optimización logística que utiliza el método de Vogel para asignar pedidos a vehículos y calcular el costo mínimo en las rutas de transporte. | - Reducción en los costos de transporte.  - Eficiencia en la asignación de pedidos.  - Comparación de costos antes y después de la implementación. | Implementación del método de Vogel.  Simulaciones matemáticas. | Documentación sobre el método de Vogel.  Estudios logísticos relacionados. | Java  Método de vogel |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO H: Variable del objetivo específico 7

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Diseñar una función integrada con la API de Google Maps para sugerir rutas óptimas en tiempo real, considerando factores como distancia, tráfico y tiempo estimado de llegada. | Rutas óptimas en tiempo real | Función que utiliza la API de Google Maps para generar y sugerir rutas eficientes. | - Tiempo promedio de entrega optimizado.  - Precisión en la generación de rutas.  - Reducción de kilómetros recorridos. | Integración de API.  Análisis de resultados en escenarios dinámicos. | Documentación de Google Maps API.  Datos actuales de tráfico. | Google Maps API.  Java  JavaScript. |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO I: Variable del objetivo específico 8

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Diseñar una interfaz intuitiva y funcional con inicio de sesión personalizado para cada usuario, que incluye la generación de notificaciones específicas según las necesidades identificadas. | Interfaz de usuario personalizada | Plataforma interactiva y visual que permite a cada usuario iniciar sesión de forma única y recibir notificaciones específicas según las necesidades del sistema. | - Funcionalidad de las notificaciones generadas. | Diseño UX/UI.  Pruebas de usabilidad.  Prototipos de interfaz.  Implementación de notificaciones. | Guías de diseño UX/UI.  Requerimientos del usuario final. | Figma.  Visual Studio Code.  Frameworks web. |

Fuente: Elaboración propia 2024

ANEXO J: Variable del objetivo específico 9

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OBJETIVO | VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS | FUENTES | HERRAMIENTAS |
| Crear informes detallados de simulación que resuman la demanda proyectada y la capacidad de transporte requerida, proporcionando información clave para la toma de decisiones. | Informes de simulación | Documentos generados automáticamente que resumen y analizan la demanda proyectada y la capacidad logística. | - Precisión de las proyecciones.  - Claridad de la presentación de datos. | Análisis estadístico.  Visualización de datos. | Datos históricos de demanda y transporte.  Requerimientos de la empresa. | Java  Apache POI |

Fuente: Elaboración propia 2024