**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Optimización Avanzada 202220 – Tarea 2**

PROFESOR: Andrés Medaglia

ASISTENTE: Felipe Pulido

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Apellidos** | **Nombres** | **Código** | **Login** | **Quién entrega**  **(Bloque**  **Neón)** |
| Salazar Isairias | Sergio David | 201914381 | Sd.salazar |  |
|  |  |  |  |  |

# Problema 1

## a)

1. **Conjuntos**

L: Conjunto de lugares. Incluye el depósito, así como las tiendas que se deben visitar.

1. **Parámetros**

: Distancia entre el lugar i y el lujar j. Con , .

: Demanda de paquetes del lugar .

: Capacidad de un camión, es el número de paquetes máximo que puede transportar un camión.

: Capacidad de almacenamiento de la batería de cada camión.

: Número de camiones a disposición.

1. **Variables de decisión**

: Variable indicadora del arco . si el arco pertenece a una de las rutas. de lo contrario.

1. **Restricciones**

Cada lugar diferente del depósito debe tener un arco entrante. Se elimina la opción de que un arco salga de un nodo e ingrese a si mismo.

Cada lugar diferente del depósito debe tener un arco saliente. Se elimina la opción de que un arco salga de un nodo e ingrese a sí mismo.

No puede haber rutas en los que un arco ingresa y sale de un mismo nodo.

Desde el depósito deben salir C camiones.

Los camiones realizan la ruta y vuelven al depósito. Por tanto, al depósito deben ingresar C arcos.

No deben existir ciclos entre un par de ubicaciones. Si un arco es 1, entonces el arco debe ser cero.

1. **Función objetivo**

El objetivo es minimizar el consumo de energía de los camiones, lo cual equivale a minimizar la distancia recorrida total.

Con la formulación descrita se obtuvo la siguiente solución.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ruta** | **Secuencia** | **Energía** | **Demanda** |
| **1** | ['Depósito', 'Tienda 4', 'Tienda 9', 'Tienda 23', 'Tienda 3', 'Tienda 12', 'Tienda 6', 'Depósito'] | 21,24083 | 26 |
| **2** | ['Depósito', 'Tienda 7', 'Tienda 17', 'Tienda 13', 'Tienda 25', 'Tienda 5', 'Tienda 16', 'Tienda 24', 'Tienda 11', 'Tienda 20', 'Tienda 10', 'Depósito'] | 31,17048 | 34 |
| **3** | ['Depósito', 'Tienda 18', 'Tienda 15', 'Depósito'] | 7,040334 | 9 |
| **4** | ['Depósito', 'Tienda 21', 'Tienda 14', 'Depósito'] | 4,515255 | 6 |
| **5** | ['Depósito', 'Tienda 22', 'Tienda 8', 'Depósito'] | 5,509934 | 7 |
| **6** | ['Tienda 1', 'Tienda 2', 'Tienda 19', 'Tienda 1'] | 3,433241 | 10 |

Gráfico

Descripción generada automáticamente

En la imagen se encuentra la red y las rutas generadas por el modelo. La distancia total recorrida es de 145.82 km, lo cual equivale a un consumo de aproximadamente 72.91 KWh.

La solución inicial cumple con las restricciones descritas. Cada nodo diferente del depósito tiene un arco de ingreso y un arco de salida. Además del depósito salen y llegan 5 rutas. No obstante, la solución no es factible, pues hay un ciclo que no pertenece a una ruta. Asimismo, la demanda total de las rutas 1 y 2 es mayor a 20. Por tanto, no hay vehículos que puedan llevar todos los paquetes de dichas rutas.

## b)

Los conjuntos, parámetros y variables de decisión no cambian. Para garantizar el consumo máximo de energía, así como la capacidad de los camiones y eliminar los ciclos se consideraron restricciones basadas en cortes.

### Exceso de capacidad

Para evitar que una ruta exceda la capacidad de carga de un camión se consideró la siguiente restricción.

Sea S el conjunto de tiendas que visita una ruta. La restricción establece la cantidad mínima de camiones que deben ingresar a la ruta conformada por S. El factor de la izquierda da como resultado la cantidad de camiones que ingresan a la ruta, y la derecha de la desigualdad es la cantidad mínima de camiones que se requieren para cumplir con la demanda.

### Exceso de consumo

Para evitar que un camión agote su batería en una ruta se consideró la siguiente restricción.

Sea R una ruta (incluye el depósito) y sea S el conjunto de tiendas que visita la ruta. La restricción establece la cantidad mínima de camiones que deben ingresar a la ruta conformada por S, a partir de la energía necesaria para completar la ruta. El factor de la izquierda da como resultado la cantidad de camiones que ingresan a la ruta, y la derecha de la desigualdad es la cantidad mínima de camiones que se requieren para cumplir con la demanda, en función de la energía que demanda la ruta.

### Cortar ciclos

Para rutas que no parten del depósito se consideró la siguiente restricción.

Para eliminar un ciclo, como aquel de la solución inicial 1-2-19-1, se debe generar una restricción que establezca cuantos camiones deben pasar por la ruta. Sea S el conjunto de tiendas que visita el ciclo. La restricción establece la cantidad mínima de camiones que deben ingresar a S. El factor de la izquierda da como resultado la cantidad de camiones que ingresan a la ruta, y la derecha de la desigualdad es la cantidad mínima de camiones que se requieren para cumplir con la demanda.

### Implementación

A continuación, se encuentra la solución del problema de ruteo incluyendo de la iteración 19 de la estrategia de solución.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ruta** | **Secuencia** | **Energía** | **Demanda** |
| **1** | ['Depósito', 'Tienda 3', 'Tienda 19', 'Tienda 2', 'Tienda 1', 'Tienda 12', 'Depósito'] | 22,14044 | 19 |
| **2** | ['Depósito', 'Tienda 10', 'Tienda 4', 'Tienda 9', 'Tienda 23', 'Tienda 6', 'Depósito'] | 17,77595 | 20 |
| **3** | ['Depósito', 'Tienda 18', 'Tienda 8', 'Depósito'] | 6,829461 | 7 |
| **4** | ['Depósito', 'Tienda 20', 'Tienda 15', 'Tienda 11', 'Tienda 24', 'Tienda 16', 'Tienda 5', 'Tienda 25', 'Tienda 13', 'Tienda 17', 'Tienda 7', 'Tienda 21', 'Depósito'] | 34,57739 | 38 |
| **5** | ['Depósito', 'Tienda 22', 'Tienda 14', 'Depósito'] | 3,462206 | 8 |

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

La solución no es factible pues una de las rutas excede la energía máxima que puede utilizar un camión.

A continuación, se encuentra la solución del problema de ruteo incluyendo de la iteración 19 de la estrategia de solución.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ruta** | **Secuencia** | **Energía** | **Demanda** |
| **1** | ['Depósito', 'Tienda 3', 'Tienda 19', 'Tienda 2', 'Tienda 1', 'Tienda 12', 'Depósito'] | 22,14044 | 19 |
| **2** | ['Depósito', 'Tienda 6', 'Tienda 23', 'Tienda 9', 'Tienda 4', 'Tienda 10', 'Depósito'] | 17,77595 | 20 |
| **3** | ['Depósito', 'Tienda 18', 'Tienda 15', 'Tienda 20', 'Tienda 11', 'Depósito'] | 10,52168 | 18 |
| **4** | ['Depósito', 'Tienda 21', 'Tienda 14', 'Depósito'] | 4,515255 | 6 |
| **5** | ['Depósito', 'Tienda 22', 'Tienda 8', 'Tienda 7', 'Tienda 17', 'Tienda 13', 'Tienda 25', 'Tienda 5', 'Tienda 16', 'Tienda 24', 'Depósito'] | 31,76588 | 29 |

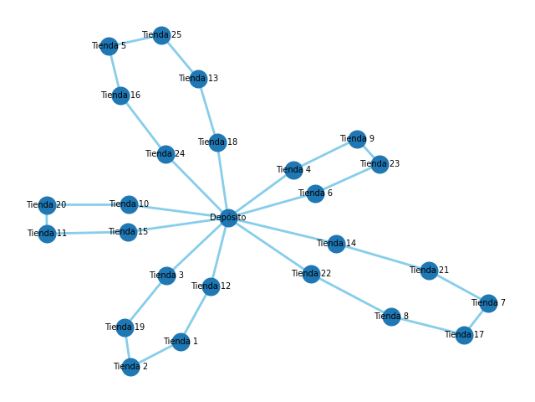
Gráfico

Descripción generada automáticamente

La solución no es factible pues una de las rutas excede la demanda máxima que puede cumplir un camión.

### Solución óptima

A continuación, se presenta el grafo de la solución óptima.



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ruta** | **Secuencia** | **Energía** | **Demanda** |
| **1** | ['Depósito', 'Tienda 3', 'Tienda 19', 'Tienda 2', 'Tienda 1', 'Tienda 12', 'Depósito'] | 22,14044 | 19 |
| **2** | ['Depósito', 'Tienda 6', 'Tienda 23', 'Tienda 9', 'Tienda 4', 'Depósito'] | 17,15046 | 17 |
| **3** | ['Depósito', 'Tienda 10', 'Tienda 20', 'Tienda 11', 'Tienda 15', 'Depósito'] | 8,855737 | 17 |
| **4** | ['Depósito', 'Tienda 14', 'Tienda 21', 'Tienda 7', 'Tienda 17', 'Tienda 8', 'Tienda 22', 'Depósito'] | 9,650572 | 19 |
| **5** | ['Depósito', 'Tienda 24', 'Tienda 16', 'Tienda 5', 'Tienda 25', 'Tienda 13', 'Tienda 18', 'Depósito'] | 29,34117 | 20 |

La solución anterior corresponde a un recorrido total de 174.27 km, lo cual equivale a un consumo de 87.13 KWh.

### Pseudocódigo

# Problema 2