

# Estructura de Datos y Análisis de Algoritmos

## Grupo B1

### Proyecto Final

Steven Arbey Rey Maldonado, código: 2221937  
Sara Sofia Patiño Gordillo, código: 2221923  
Jeison Fernando Guarguati Anaya, código: 2221930

7 de diciembre de 2023

## Índice

<b>1. Problema</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema . . . . .	2
1.2. Información de la empresa . . . . .	2
<b>2. Estrategia de solución</b>	<b>2</b>
2.1. Algoritmo de Floyd - Warshall . . . . .	2
<b>3. Datos reales</b>	<b>7</b>
3.1. Datos utilizados para construir el grafo . . . . .	7
3.2. Funcionamiento de Tarifas . . . . .	9
<b>4. Recorridos y actualización de pesos</b>	<b>9</b>
4.1. Recorridos . . . . .	9
4.2. Actualización pesos . . . . .	12
<b>5. Solución generada</b>	<b>14</b>
5.1. Resultado del programa . . . . .	14

# 1. Problema

## 1.1. Planteamiento del problema

La empresa CargaVeloz requiere un sistema de gestión de para su central de envíos en Bucaramanga que permita calcular de forma eficiente la ruta óptima entre ciudades destinatarias, agilizando así la entrega de paquetería solicitada por los clientes. Se busca optimizar el tiempo de entrega, simulando el trayecto de los paquetes para estimar la duración del viaje en fechas, teniendo en cuenta las posibles condiciones de tráfico que puedan impactar el recorrido. Además, se aspira a implementar una interfaz intuitiva y amigable para facilitar la interacción del usuario con el sistema.

## 1.2. Información de la empresa

La compañía CargaVeloz, siendo relativamente nueva en el ámbito de los servicios de envío, opera con una flota inicial de 15 vehículos de paquetería. Cada uno de estos vehículos tiene una capacidad máxima de carga de 8500 kilogramos y un espacio volumétrico de 25000 metros cúbicos. En términos financieros, se ha establecido una tarifa estándar de envío de 15000 pesos para la mayoría de las ciudades atendidas, aunque se reconoce que para ciertos destinos esta tarifa puede variar al alza.

Adicionalmente, se considera un factor importante en la fijación de tarifas: por cada kilogramo adicional que supere el peso inicial, se incrementa el precio del envío en 3000 pesos.

La estructura de costos asociada al servicio de envío representa un 40 por ciento de las ganancias totales de la empresa, lo cual refleja la importancia de gestionar eficientemente estos gastos para maximizar la rentabilidad de CargaVeloz.

# 2. Estrategia de solución

## 2.1. Algoritmo de Floyd - Warshall

La finalidad de este programa es que, dado que cada camión lleva una carga específica, pueda visitar las ciudades designadas para la entrega de pedidos. La estrategia implementada se basa en encontrar la ruta más corta entre las ciudades, y para ello, se ha adoptado la lógica de identificar pares de nodos mediante el algoritmo de Floyd-Warshall. Este enfoque nos permite determinar de manera eficiente las distancias más cortas entre todas las ciudades y, por ende, optimizar el recorrido de cada camión para agilizar las entregas.

1. Para explicar como funciona se va a dar un ejemplo de gráfico pequeño como el siguiente:

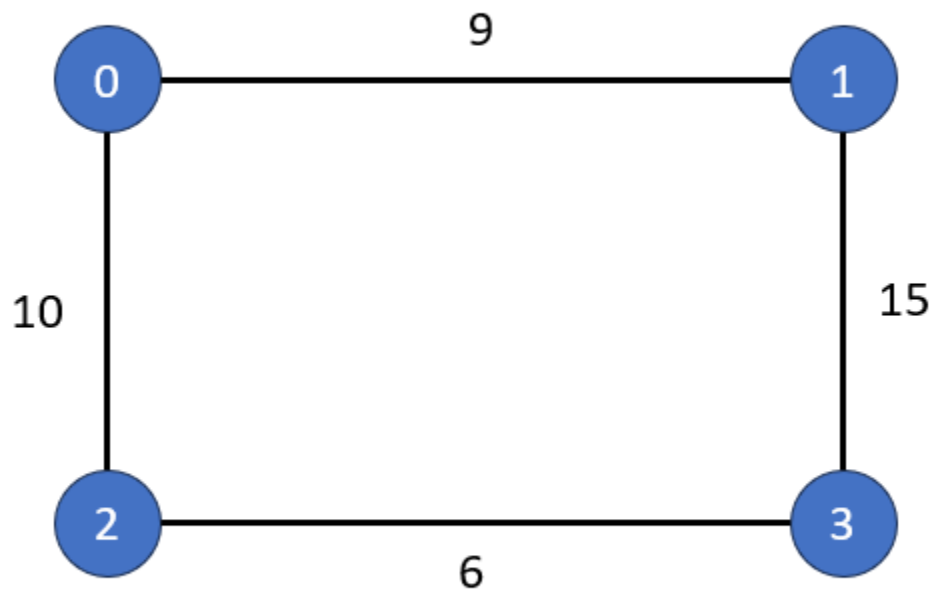


Figura 1: Grafo Ejemplo

2. Se crea una matriz de los pesos y una matriz de relacion de recorridos, teniendo presente que donde no se tenga relación, en los pesos se coloca infinito. Y para la matriz de peso y recorrido donde tengan la misma coordenada se coloca cero para la de pesos y -1 para la de recorridos:

PESOS					RECORRIDOS				
	0	1	2	3		0	1	2	3
0	0	9	10	$\infty$	0	-	1	2	3
1	9	0	$\infty$	15	1	0	-	2	3
2	10	$\infty$	0	6	2	0	2	-	3
3	$\infty$	15	6	0	3	0	1	2	-

Figura 2: Matrices de pesos y de recorridos

3. Tomamos la primera fila y la primera columna de la matriz de pesos como pivotes y empezamos a recorrer la matriz comparando que si la suma de los pivotes es menor al de uno de los datos de la matriz, se intercambia el valor como se observa:

PESOS				
	0	1	2	3
0	0	9	10	$\infty$
1	9	0	$\infty$	15
2	10	$\infty$	0	6
3	$\infty$	15	6	0

$9+10 = 19 < \infty$

Figura 3: Seleccin de pivote

4. Si se cumple que es menor intercambiamos el valor por la suma y en la matriz de recorridos en esa misma posición reemplazamos por el pivote:

PESOS					RECORRIDOS				
	0	1	2	3		0	1	2	3
0	0	9	10	$\infty$	0	-	1	2	3
1	9	0	19	15	1	0	-	0	3
2	10	$\infty$	0	6	2	0	2	-	3
3	$\infty$	15	6	0	3	0	1	2	-

Figura 4: Ejemplo de uso

En el caso anterior como es una matriz transpuesta si en 1 - 2, se cambió el valor en 2 - 1 también se cambia el valor.

5. Así se representa el resto de operaciones para la matriz:

PESOS					RECORRIDOS					PESOS					RECORRIDOS				
	0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3
0	0	9	10	$\infty$	0	-	1	2	3	0	0	9	10	24	0	-	1	2	3
1	9	0	19	15	1	0	-	0	3	1	9	0	19	15	1	0	-	0	3
2	10	19	0	6	2	0	0	-	3	2	10	19	0	6	2	0	0	-	3
3	$\infty$	15	6	0	3	0	1	2	-	3	24	15	6	0	3	1	1	2	-

PESOS					RECORRIDOS					PESOS					RECORRIDOS				
	0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3
0	0	9	10	16	0	-	1	2	2	0	0	9	10	16	0	-	1	2	2
1	9	0	19	15	1	0	-	0	3	1	9	0	19	15	1	0	-	0	3
2	10	19	0	6	2	0	0	-	3	2	10	19	0	6	2	0	0	-	3
3	16	15	6	0	3	2	1	2	-	3	16	15	6	0	3	2	1	2	-

Figura 5: Continuación de las operaciones

6. Con el resultado de las matrices se pueden hallar los recorridos necesarios de la siguiente manera: Primero se define a que pares de nodos se les quiere buscar el recorrido minimo luego a partir de sus coordenadas se mira cual es la siguiente fila toca ir y se hace esa dinámica hasta que en la coordena se encuentre el numero igual a del nodo que se queria llegar y con matriz de peso miramos en las coordenadas el valor:

PESOS					RECORRIDOS				
	0	1	2	3					
0	0	9	10	16		0	-	1	2
1	9	0	19	15		1	0	-	0
2	10	19	0	6		2	0	0	-
3	16	15	6	0		3	2	1	2

Peso: 16                      0 - 2 - 3

Figura 6: Matrices resultado

### 3. Datos reales

#### 3.1. Datos utilizados para construir el grafo

Para el proyecto se tuvieron en cuenta 51 sitios representativos de Colombia y 69 conexiones entre ellas, las ciudades corresponderían a los nodos y las carreteras a las aristas.

Ciudades tomadas:

BUCARAMANGA, SABANA DE TORRES, PUERTO WILCHES, BARRANCABERMEJA, ZAPATOCA, PAMPLONA, MALAGA, AGUACHICA, OCAÑA, CUCUTA, PUERTO BERRIO, ARAUCA, VALLEDUPAR, MAICAO, RIOHACHA, SANTA MARTA, BARRANQUILLA, SOLEDAD, CARTAGENA, COVENAS, SINCELEJO, MONTERIA, MEDALLIN, RIONEGRO, QUIBDO, CHIQUINQUIRA, TUNJA, PAIPA, DUITAMA, SOGAMOSO, YOPAL, MANIZALES, PEREIRA, ARMENIA, IBAGUE, GIRARDOT, MELGAR, SOACHA, BOGOTA, VILLAVICENCIO, TULUA, BUENAVENTURA, PALMIRA, CALI, NEIVA, POPAYAN, SAN VICENTE DEL CAGUAN, MOCOA, PASTO, TUMACO, SAN VICENTE DE CHUCURI.

A cada ciudad le corresponde un numero y de este modo, se concretaban las aristas para tomar el tiempo entre ellas.

a continuacion una imagen representativa del grafo:

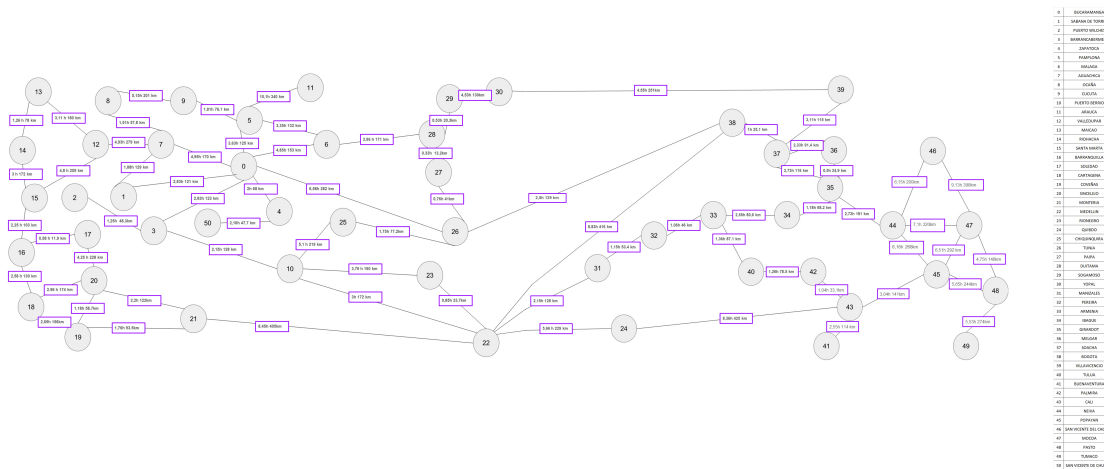


Figura 7: Grafo de las ciudades

En relación a las distancias y tiempos entre cada una de las ciudades, hemos empleado Google Maps como herramienta para obtener estimaciones precisas del tiempo requerido para viajar de una ciudad a otra, así como para determinar la distancia en kilómetros.



### 3.2. Funcionamiento de Tarifas

Al establecer las tarifas para cada envío, nos inspiramos en el enfoque adoptado por reconocidas empresas de paquetería como Servientrega o Inter rapidísimo. Estas empresas suelen operar con tarifas específicas para cada ciudad, siendo 15000 pesos la tarifa estándar más común. Además, se considera la variación en el costo del envío en función del peso del paquete, siguiendo una práctica habitual en la industria.

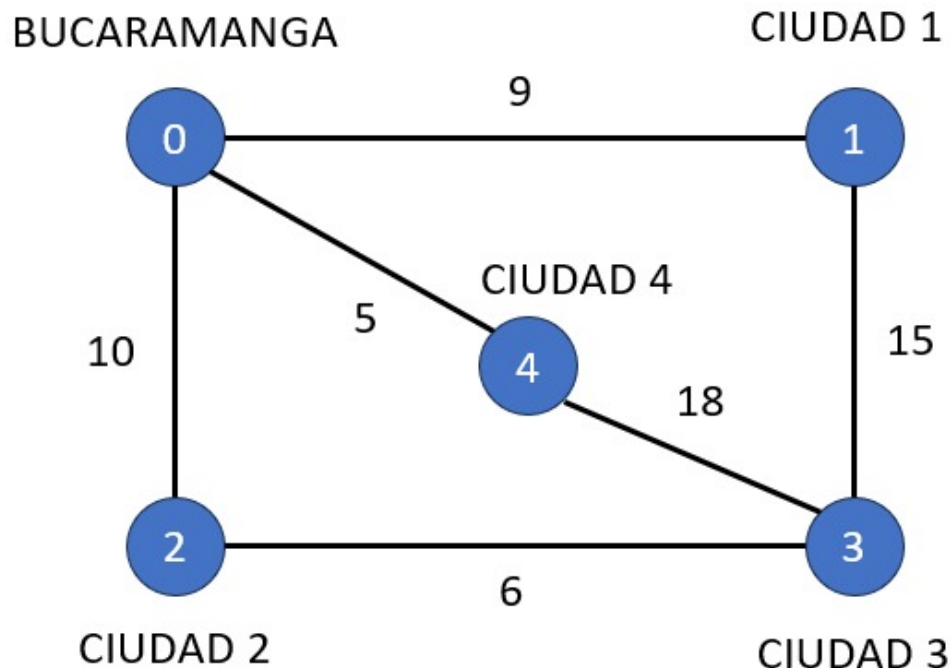


Figura 8: Tarifas inter rapidismo

## 4. Recorridos y actualización de pesos

### 4.1. Recorridos

Para explicar como se calcula la ruta tomada por cada camión para hacer la entrega de cada pedido se hace un ejemplo con un grafo mas pequeño que el propuesto en el proyecto:

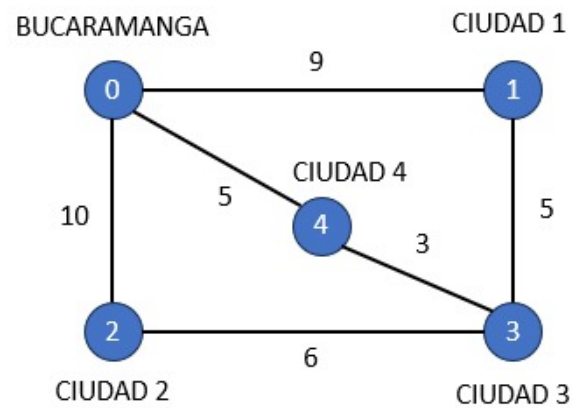


Figura 9: Grafo de ejemplo

Considerando el grafo de ejemplo, visualicemos la situación donde uno de los vehículos de la empresa tiene la tarea de visitar las ciudades 1, 3 y 4, sin realizar entregas en la ciudad 2.

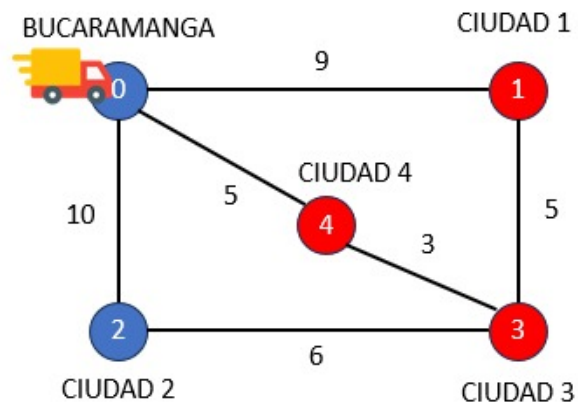


Figura 10: Ciudades a visitar

Se busca determinar el recorrido mínimo entre pares de nodos, partiendo de la ciudad de origen que es Bucaramanga. Este proceso implica calcular las rutas mínimas entre todos los pares de nodos del grafo que hay que visitar y, específicamente, identificar cuál es la ruta más corta desde Bucaramanga hacia las demás ciudades del grafo.

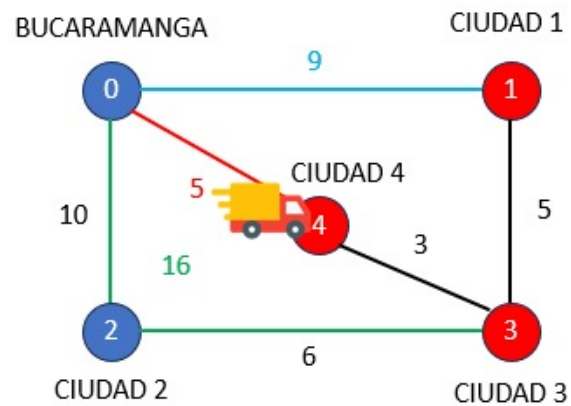


Figura 11: Recorrido mas corto desde origen a otras ciudades

Conociendo esos recorridos minimos el vehículo viajará donde el peso sea menor, en este caso se dirige a la ciudad 4 una vez ahí se entrega los pedidos y se marca a la ciudad como que ya no se tiene que visitar. Y se vuelve a evaluar el recorrido pero ahora la ciudad de origen la ciudad 4.

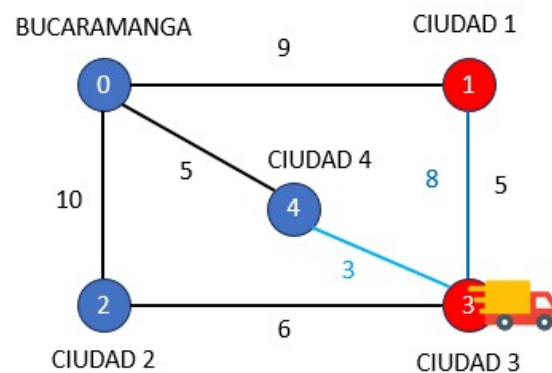


Figura 12: Recorrido mas corto desde nuevo origen a otras ciudades

Y así para la última ciudades que hace falta por visitar.

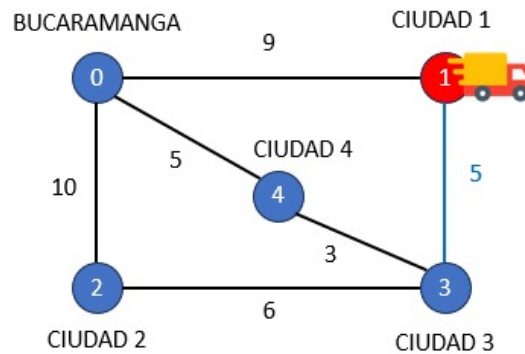


Figura 13: Recorrido mas corto desde nuevo origen a otras ciudades

Y así se estructura el funcionamiento de el programa realizado para la empresa.

## 4.2. Actualización pesos

Para la actualización o modificación de los pesos, la empresa ha solicitado como requisito considerar la posibilidad de tráfico en las vías. Con este fin, se han implementado simulaciones que toman en cuenta la variabilidad del tráfico, permitiendo una representación más realista de las condiciones en las carreteras.

Listing 1: Simulación de tráfico.

```

1 //generador de trafico en la via
2 System.out.println("Novedades sobre el trafico en el mapa: ");
3 for (int i = 0; i < V; i++) {
4     for (int j = 0; j < V; j++) {
5         //Genera un numero al azar
6         Random trancon = new Random();
7         //asigna la posibilidad de que exista un trancon
8         int tapon = trancon.nextInt(100) + 1;
9         //aleatoriamente brinda el adicional a las horas que tomara el
            recorrido
10        int horasExtras = trancon.nextInt(10) + 1;
11        //posibilidad de trafico de 3%
12        if(tapon <= 3){
13            //asigna el numero valor de peso si el tapon entra entre la
                posibilidad menor al de la condicion
14            if(pesos[i][j] != 9999 && pesos[i][j] != 0){
15                pesos[i][j] += horasExtras;

```

```

16     pesos[j][i] += horasExtras;
17     /// informacion de trancones-
18     System.out.println("Tráfico en [" + ciudades.get(i) + "] ->
    [" + ciudades.get(j) + "] tiempo extra: " + horasExtras
    + " horas");
19 }
20 }
21 }
22 }
23 }

```

El simulador opera de la siguiente manera: para cada peso o tiempo entre las aristas de los nodos, se genera un número aleatorio en el rango de 1 a 100. Si el número es menor o igual a 3, se simula una condición de tráfico en esa arista. Posteriormente, de manera aleatoria, se determina el número de horas adicionales debidas a problemas en el tráfico. Para ese 3 por ciento de posibilidad se tiene en horas adicionales de 1 a 5 horas.

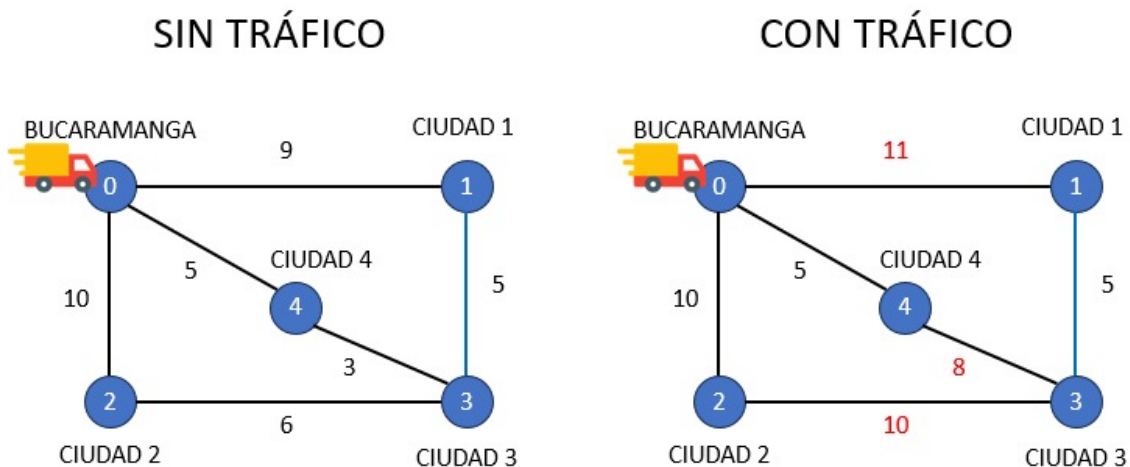


Figura 14: Cambios en los pesos del grafo

## 5. Solución generada

### 5.1. Resultado del programa

La solución se materializa en un programa que incorpora una interfaz con diversas opciones para la interacción del usuario. Estas opciones incluyen la capacidad de agregar un paquete, visualizar el listado completo de paquetes, simular el proceso de envío y obtener información sobre las utilidades totales generadas durante la simulación.

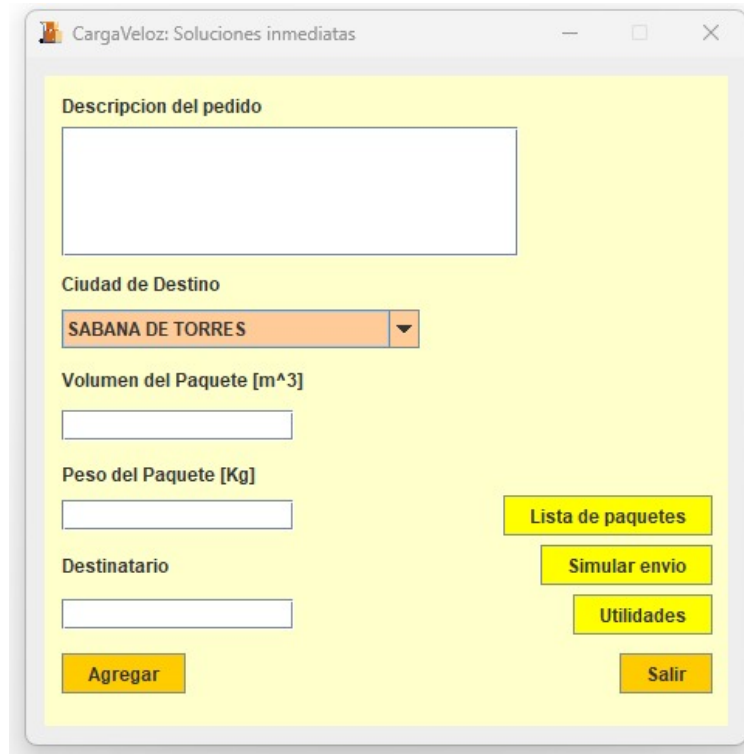


Figura 15: Interfaz del programa

La interfaz ha sido diseñada de manera intuitiva y amigable, lo que facilita su comprensión y uso para cualquier usuario, incluso aquellos sin experiencia previa. Su estructura y disposición de elementos están pensadas para proporcionar una experiencia sencilla y clara, permitiendo una navegación fluida y eficiente.

```
---- PAQUETE #45 ----  
ID producto: 3410  
Nombre del producto: Silla Mecedora  
Destinatario: Marta Gomez  
Ciudad de destino: NEIVA  
Peso: 6.0  
---- PAQUETE #46 ----  
ID producto: 7026  
Nombre del producto: Mesa de Poker  
Destinatario: Jhonatan Chaux  
Ciudad de destino: PALMIRA  
Peso: 23.0  
---- PAQUETE #47 ----  
ID producto: 7143  
Nombre del producto: Comedor  
Destinatario: Sofia Gutierrez  
Ciudad de destino: BUENAVENTURA  
Peso: 7.0
```

Figura 16: Acción lista de paquetes

Al oprimir el botón de lista de paquetes se obtiene todo el listado de paquetes agregados.

```
//----- CAMION #6 -----//
Novedades sobre el trafico en el mapa:
Trafico en [RIONEGRO] -> [MEDELLIN] tiempo extra: 4 horas
Trafico en [POPAYAN] -> [PASTO] tiempo extra: 1 horas

----- RUTA POR SEGUIR -----
BUCARAMANGA -> SANTA MARTA.
SANTA MARTA -> BARRANQUILLA.
BARRANQUILLA -> MONTERIA.
Tiempo estimado desde origen: 23 horas y 23 minutos.
/----- ENTREGA DE PAQUETE -----/
Fecha actual: 06/12/2023
----- PAQUETE #1 -----
ID: 6176
Nombre del producto: Silla de Comedor
Nombre del destinatario: Sara Patiño
Ciudad de destino: SANTA MARTA
Costo de envio: 57000
fecha estimada de llegada del pedido: 07/12/2023
----- PAQUETE #2 -----
```

Figura 17: Acción simular envio

El botón simular envio genera tanto la simulación del trafico como la ruta a seguir para la entrega de paquetes como la información de cada paquete.

```
-> Ingresos totales de la empresa: 2641000.0
-> Costos totales de la empresa: 1056400.0
-> Utilidades totales de la empresa: 1584600
```

Figura 18: Acción utilidades

Y por ultimo una vez generada la simulación de envio se pueden generar las utilidades.