

Caso de estudio

Partimos de dos depósitos y 5 clientes en Bogotá atendidos por 2 vehículos (VAN y Moto) con capacidades de 280, 200 kg, los dos tienen una misma autonomía 120 km, el costo considera un término fijo por uso de vehículo y uno variable por kilómetro. VAN: 3000 + 2.000 COP/km, Moto: 75000 + 1200 COP/km, el entorno urbano tiene una congestión máxima (T = 8:00 - 12:00) medida con un multiplicador sobre los tiempos de viaje, hay una velocidad base de 30 km/h, cada cliente tiene un servicio de 5 minutos. Existe una restricción de accesibilidad para el cliente 3. Esta zona es peatonal y solo puede ser atendido por moto.

Aplicación

Formulación base

Conjuntos

Centros $d = \{0\}$
Clientes $i = \{1, 2, 3, 4, 6\}$
Vehículos $V = \{VAN, MOTO\}$

Parámetros

Capacidad; $Q_{VAN} = 280\text{kg}$, $Q_{MOTO} = 200\text{kg}$
Autonomía; $R_{VAN} = 120\text{km}$, $R_{MOTO} = 120\text{km}$

Costos

Costos por km; $C_{VAN} = 2.000\text{COP/km}$, $C_{MOTO} = 1.200\text{COP/km}$

Costo fijo por uso de vehículo; $C_{VAN} = 30.000\text{COP}$, $C_{MOTO} = 75.000\text{COP}$

Centros de Distribución

Centro	Capacidad	Lat	Long
0	3000	3	2

Clientes cliente	Demanda (kg)	Lat	Long
1	80	2	3
2	140	5	3,5
3	40	4	4
4	70	4	7
6	50	3	5

Matriz distancias

0; $d_{01}=7$, $d_{02}=9$, $d_{03}=4$, $d_{04}=12$, $d_{06}=8$
1 $d_{12}=5$, $d_{13}=3$, $d_{14}=9$, $d_{16}=4$
2 $d_{23}=6$, $d_{24}=7$, $d_{26}=3$
3 $d_{34}=10$, $d_{36}=5$
4 $d_{46}=6$

Versión Especializada

Conjuntos

Centros $d = \{0, 5\}$
Clientes $i = \{1, 2, 3, 4, 6\}$
Vehículos $V = \{VAN, MOTO\}$
Tipos $t = \{\text{Ligero}, \text{Pesado}\}$
Fanja horaria AM con congestión $T = [8:00 - 12:00]$

Parámetros

Capacidad; $Q_{VAN} = 280\text{kg}$, $Q_{MOTO} = 200\text{kg}$
Autonomía; $R_{VAN} = 120\text{km}$, $R_{MOTO} = 120\text{km}$
Velocidad base: 30 km/h

Congestión: x 1.5 los tiempos de entrega
Tiempo de servicio por cliente: 5 min

Costos

Costos por km; $C_{VAN}^{km} = 2.000\text{COP/km}$, $C_{MOTO}^{km} = 1.200\text{COP/km}$

Costo fijo por uso de vehículo; $C_{VAN}^{veh} = 30.000\text{COP}$, $C_{MOTO}^{veh} = 75.000\text{COP}$

Penalización por tardanza $penalty_{late} = 0$

Accesibilidad urbana

$access_{3,VAN} = 0$ (El cliente 3 solo puede ser atendido por moto)

Centros de Distribución

Centro	Capacidad	Lat	Long
0	3000	3	2
5	2000	3	5

Clientes cliente	Demanda (kg)	Lat	Long	Ventanas de tiempo
1	80	2	3	[8:00 - 12:00]
2	140	5	3,5	[8:00 - 12:00]
3	40	4	4	[8:00 - 12:00]
4	70	4	7	[8:00 - 12:00]
6	50	3	5	[8:00 - 12:00]

Matriz distancias

0; $d_{01}=7$, $d_{02}=9$, $d_{03}=4$, $d_{04}=12$, $d_{06}=8$
1 $d_{12}=5$, $d_{13}=3$, $d_{14}=9$, $d_{15}=6$, $d_{16}=4$
2 $d_{23}=6$, $d_{24}=7$, $d_{25}=5$, $d_{26}=3$
3 $d_{34}=10$, $d_{35}=4$, $d_{36}=5$
4 $d_{45}=4$, $d_{46}=6$
5 $d_{56}=3$

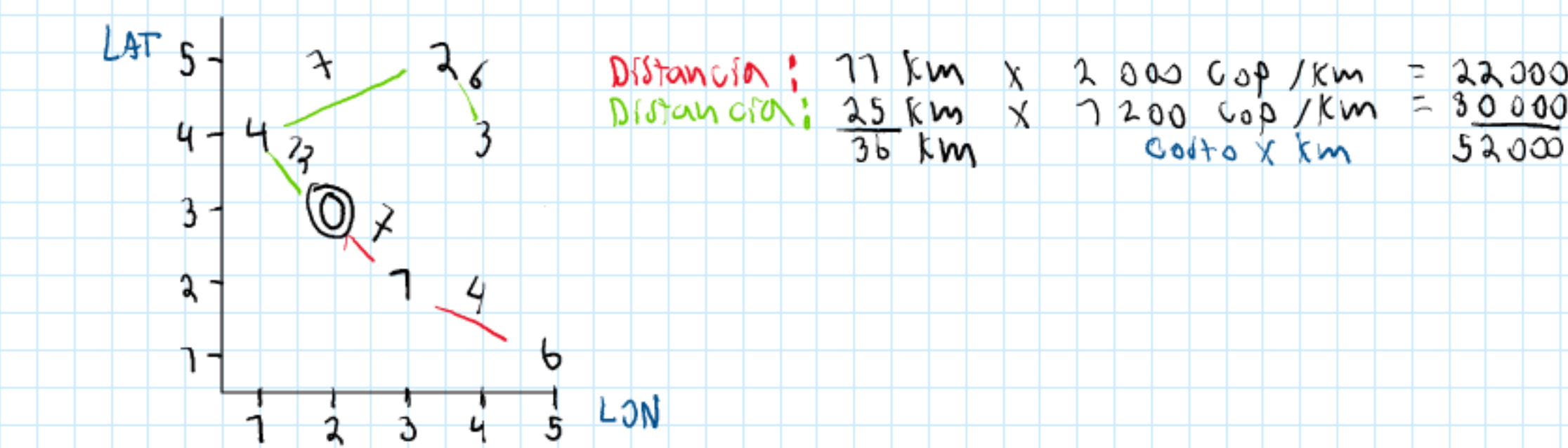
Matriz de tiempos (En minutos, con congestión)

		0	1	2	3	4	5	6
0	-	55	20	15	37	-	7	
1	55	-	64	66	39	21	48	
2	20	64	-	37	33	57	20	
3	15	66	37	-	52	62	22	
4	37	39	33	52	-	20	30	
5	-	7	48	20	22	30	40	-
6	7	48	20	22	30	40	-	

Comparación de resultados

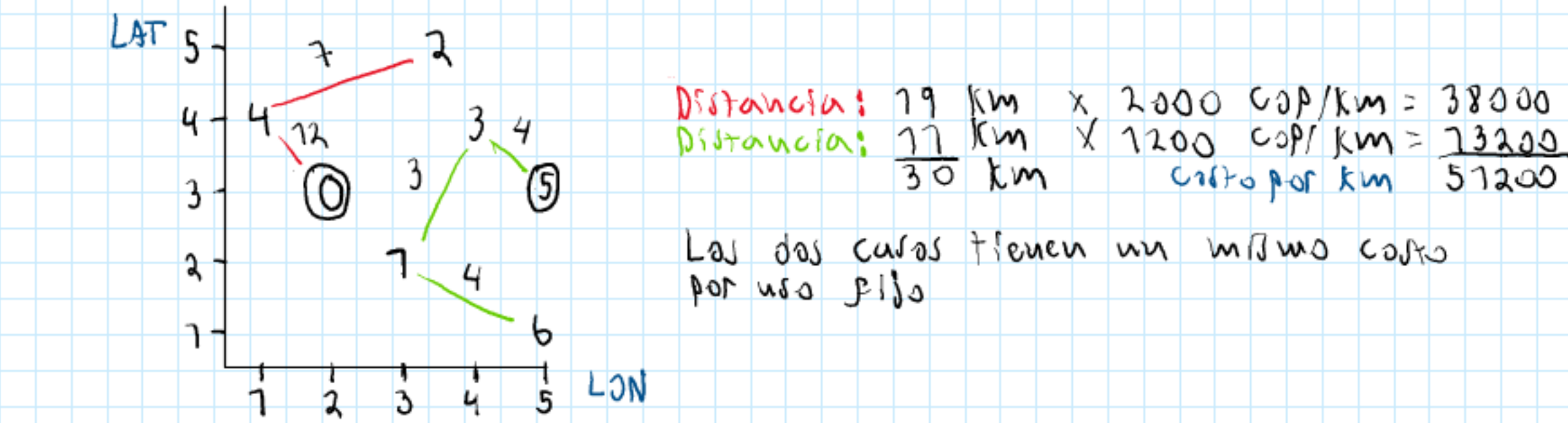
Los resultados obtenidos en el modelo de la formulación base se podrían ver así:

VAN MOTO



Mientras que el los resultados del modelo especializado se verían algo así:

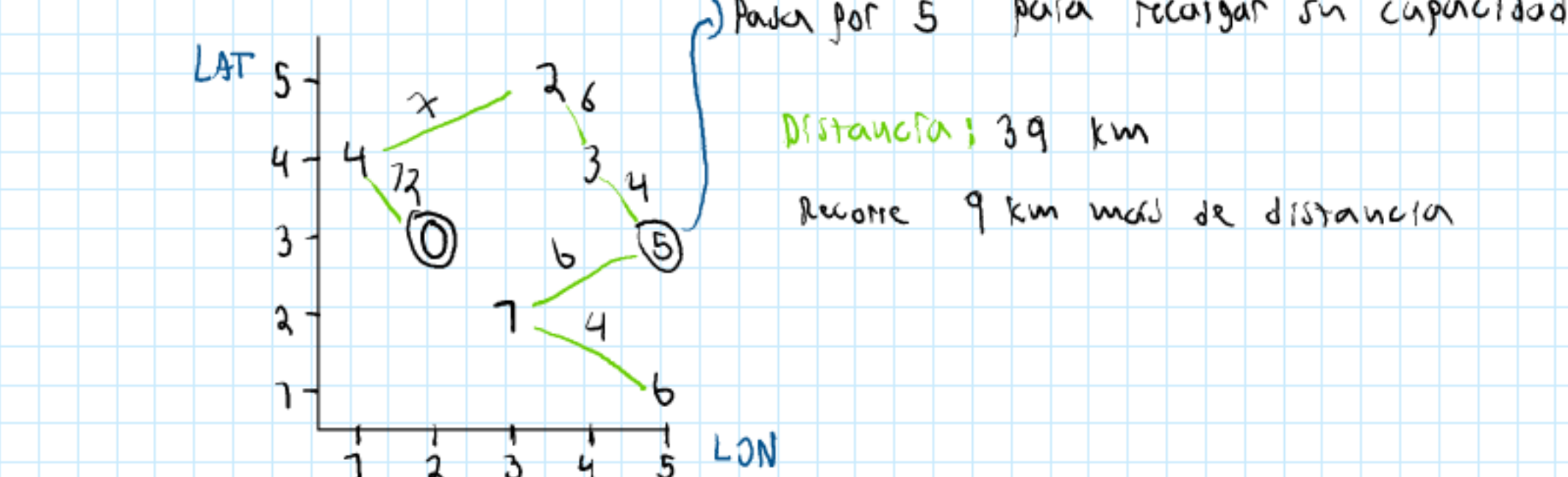
VAN MOTO



Vemos que el modelo especializado permite una entrega de productos más barata en cuanto a los costos de transporte y mantenimiento, esto ya que le permite recorrer menos distancia total entre la VAN y a la MOTO disminuyendo estos costos. Esto se debe a que el posicionamiento de varios centros de distribución permite escoger una porción estratégica para la moto y la VAN para la entrega de productos.

En cuanto a desventajas, el modelo especializado es más complejo, y en casos específicos los km recorridos pueden aumentar sin que cambien las distancias, o los centros de distribución clientes (aumentando los costos de transporte y mantenimiento) por ejemplo: todos los clientes requieren un vehículo de tipo ligero el resultado sería algo como esto:

VAN MOTO



haciendo que el costo aumente, además de que a esto se le suman los demás costos como: costo por uso, mantenimiento, peajes, precio combustible, costos operativos, penalización etc...

Por último el modelo especializado refleja mejor la realidad y las complejidades que puede llegar a tener la empresa Logístico