

# Trabajo Práctico N°3

## Elementos de la investigación operativa

### PLP: Problema de transporte



#### **Autores:**

**Francioli Ezequiel**  
**Mayor Joaquín Ignacio**  
**Bohnsdalen Alan**  
**Julián Gianatiempo**  
**Doumic Jeremias**

**Asignatura: Elementos de la Investigación Operativa**

**Ciclo Lectivo 2023**

## Introducción:

En la ciudad de Mar del Plata en la fecha de Marzo/2023 se nos contrata para desarrollar un plan de transporte para una conocida cadena de panaderías de la ciudad. La empresa “La Reina del Parque” elabora sus facturas en dos fábricas ubicadas en las calles 12 de octubre 6300 y Victoriano Montes intersección Rivadavia. Estos productos se quieren transportar de manera óptima a sus 4 sucursales ubicadas en la misma ciudad. Se tratará de minimizar los costos.

Se dispone de la información de producción de ambas fábricas así como también los requerimientos de cada sucursal.

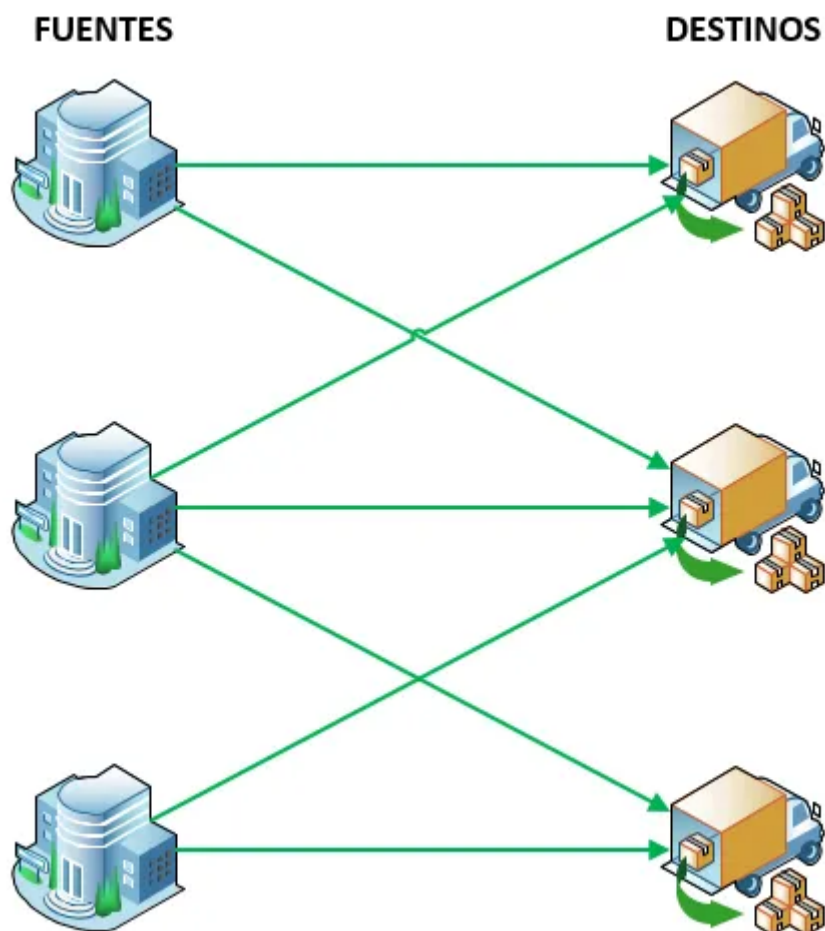
Se utilizarán los conocimientos de la Programación Lineal Particular.

## Marco Teórico:

El problema del transporte o distribución, es un problema de redes especial en programación lineal que se funda en la necesidad de llevar unidades de un punto específico llamado fuente u origen hacia otro punto específico llamado destino. Los principales objetivos de un modelo de transporte son la satisfacción de todos los requerimientos establecidos por los destinos, y claro está, la minimización de los costos relacionados con el plan determinado por las rutas escogidas.

El contexto en el que se aplica el modelo de transporte es amplio y puede generar soluciones relacionadas con el área de operaciones, inventario y asignación de elementos.

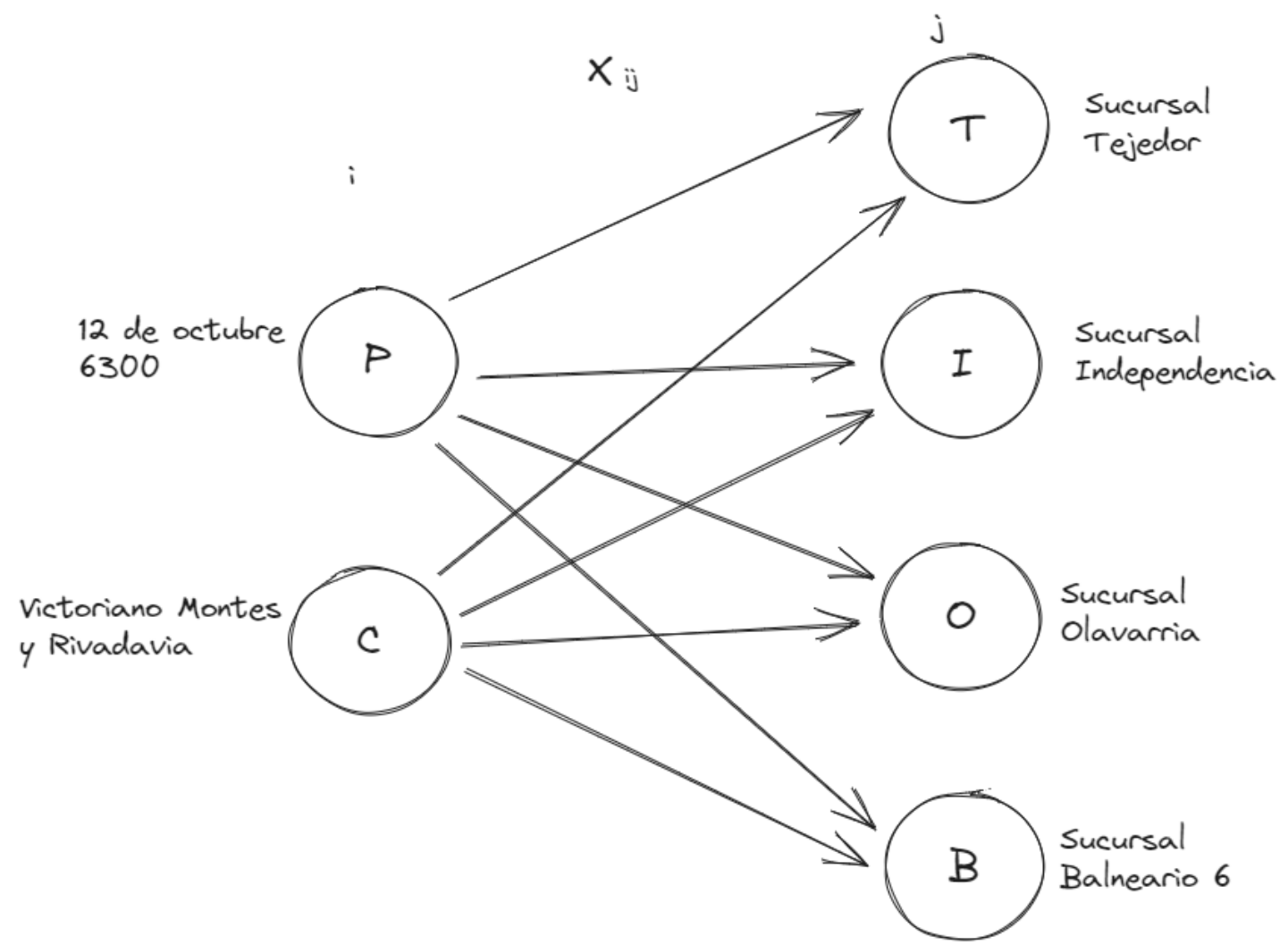
El procedimiento de resolución de un modelo de transporte se puede llevar a cabo mediante programación lineal común, sin embargo su estructura permite la creación de múltiples alternativas de solución tales como los modelos de asignación, o los métodos de flujos de red. También es posible emplear los heurísticos más populares como Vogel, Esquina Noroeste o Mínimos Costos.



Los problemas de transporte o distribución son uno de los más aplicados en la economía actual, dejando, como es de prever, múltiples casos de éxito a escala global que estimulan la comprensión de los mismos.

Desarrollo:

El primer paso para desarrollar nuestro problema será describir las variables ( $F_{ij}$ ) en nuestro caso donde **F** será la cantidad de bandejas a transportar, **i** será la fábrica origen, **j** será la sucursal destino. Cabe aclarar que cada bandeja está compuesta por 2 docenas de facturas.



Se plantearon las restricciones tanto de la oferta como de la demanda mediante un análisis de mercado y producción consultado a la misma empresa.

Oferta	
12 de Octubre 6300	33 Bandejas
Victoriano Montes y Rivadavia	23 Bandejas

<b>Demanda</b>	
Tejedor y F Acosta	15 bandejas
Alberti e Independencia	17 bandejas
Alberti y Olavarría	12 bandejas
Balneario 6 Punta Mogotes	12 bandejas

### **Variables:**

Fábricas:

**p** = 12 de Octubre

**c** = Victoriano Montes y Rivadavia

Sucursales:

**t** = Tejedor y F Acosta

**i** = Alberti e Independencia

**o** = Alberti y Olavarría

**b** = Balneario 6 Punta Mogotes

Combinaciones:

**pt** = 12 de Octubre & Tejedor y F Acosta

**pi** = 12 de Octubre & Alberti e Independencia

**po** = 12 de Octubre & Alberti y Olavarría

**pb** = 12 de Octubre & Balneario 6 Punta Mogotes

**ct** = Victoriano Montes y Rivadavia & Tejedor y F Acosta

**ci** = Victoriano Montes y Rivadavia & Alberti e Independencia

**co** = Victoriano Montes y Rivadavia & Alberti y Olavarría

**cb** = Victoriano Montes y Rivadavia & Balneario 6 Punta Mogotes

### **Función Objetivo (minimización):**

F.O (min. costos) =  $143 \cdot F_{pt} + 51 \cdot F_{pi} + 79 \cdot F_{po} + 159 \cdot F_{pb} + 67 \cdot F_{ct} + 79 \cdot F_{ci} + 110 \cdot F_{co} + 266 \cdot F_{cb} = Z$

### **Restricciones de oferta o disponibilidad:**

$F_{pt} + F_{pi} + F_{po} + F_{pb} \leq 33$

$F_{ct} + F_{ci} + F_{co} + F_{cb} \leq 23$

### Restricciones de demanda:

$$F_{pt} + F_{ct} = 15$$

$$F_{pi} + F_{ci} = 17$$

$$F_{po} + F_{co} = 12$$

$$F_{pb} + F_{cb} = 12$$

### Restricciones de contorno:

$$F_{pt} + F_{pi} + F_{po} + F_{pb} + F_{ct} + F_{co} + F_{co} + F_{cb} \geq 0$$

El transporte de los productos se hará en dos camionetas modelo Renault Kangoo equipadas para transportar un máximo de 32 bandejas por viaje.

Se calcularon las distancias entre cada fábrica y sucursal mediante la aplicación Google Maps escogiendo el camino más corto en cada caso arrojando los siguientes resultados.

Sucursales/Fábricas (km)	(P) 12 de Octubre	(C) Victoriano Montes y Rivadavia
(T) Tejedor y F Acosta	7.8	3.7
(I) Alberti e Independencia	2.8	4.3
(O) Alberti y Olavarría	4.3	6
(B) Balneario 6 Punta Mogotes	8.7	14.5

### Costos:

Se tuvieron en cuenta para el esquema de costos los siguientes factores:

- Seguro
- Patente
- Combustible
- Cubiertas
- Sueldo de 1 repartidor

-Camioneta 1 (12 de octubre 6300):

Total de kilómetros recorridos por día:  $7.8\text{km} + 4.3\text{km} + 2.8\text{km} + 8.7\text{km} = 23.6\text{km} \times 2$  (ida y vuelta) = 47.2km.

Gasto por mes: \$13200 seguro + \$2875 patente + \$35400 combustible + \$11111,11 cubiertas + \$250000 sueldo conductor = \$312586,11.

Total gasto por mes / total km por mes =  $312586,11 / 1416 = 220,752$ .

Costo por km recorrido = \$220,752.

-Camioneta 2 Victoriano Montes y Rivadavia:

Total de kilómetros recorridos por día:  $3.7\text{km} + 4.3\text{km} + 6\text{km} + 14.5\text{km} = 28.5\text{km} \times 2$  (ida y vuelta) = 57km.

Gasto por mes: \$13200 seguro + \$2875 patente + \$42750 combustible + \$13333,33 cubiertas + \$250000 sueldo conductor = \$322158,33.

Total gasto por mes / total km por mes =  $322158,33 / 1710 = 188,39$ .

Costo por km recorrido = \$188,39.

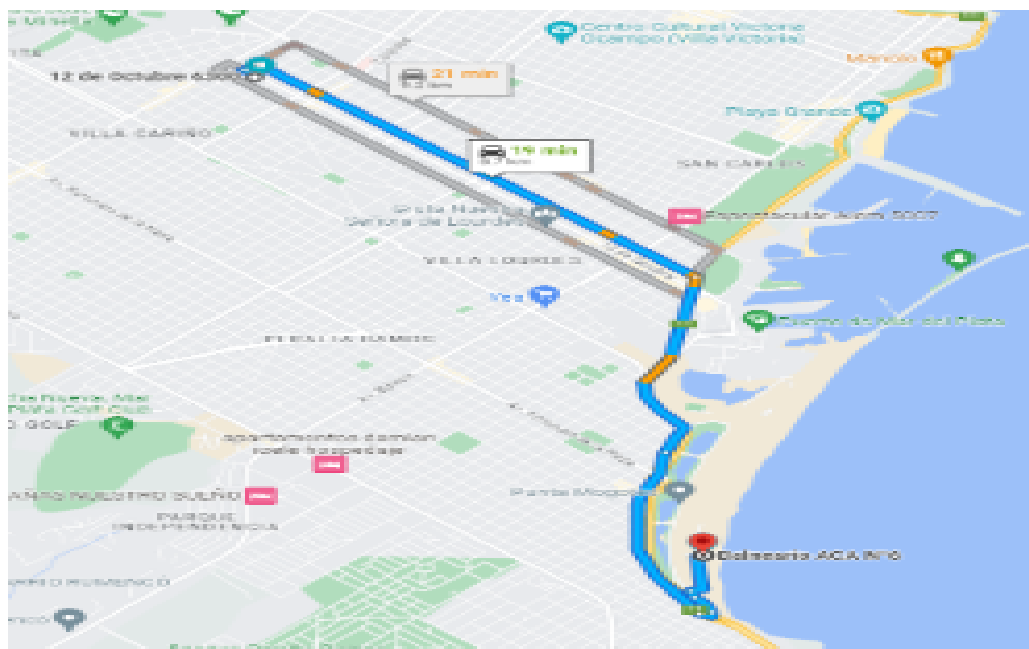
Tabla de costos por viajes por recorrido (cantidad de km recorridos x costo por km)

Costos (\$)	12 de octubre 6300	Victoriano Montes y Rivadavia
Tejedor y F acosta	1716	814
Alberti e Independencia	616	946
Alberti y Olavarria	946	1320
Balneario 6 Punta Mogotes	1914	3190

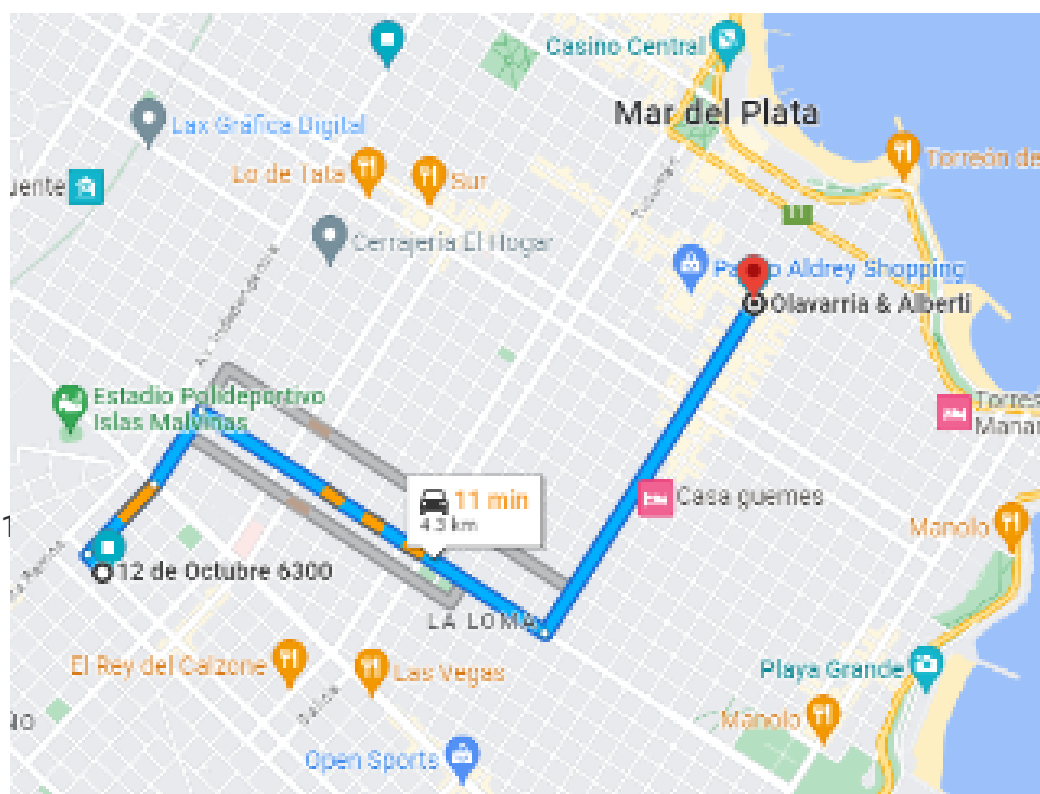
Tabla de costo por bandeja (costo total de recorrido / cantidad de bandejas por viaje (12 bandejas))

Costos por bandeja (\$)	12 de octubre 6300	Victoriano Montes y Rivadavia
Tejedor y F acosta	143	67,83
Alberti e Independencia	51,33	78,83
Alberti y Olavarria	78,83	110
Balneario 6 Punta Mogotes	159,5	265,83

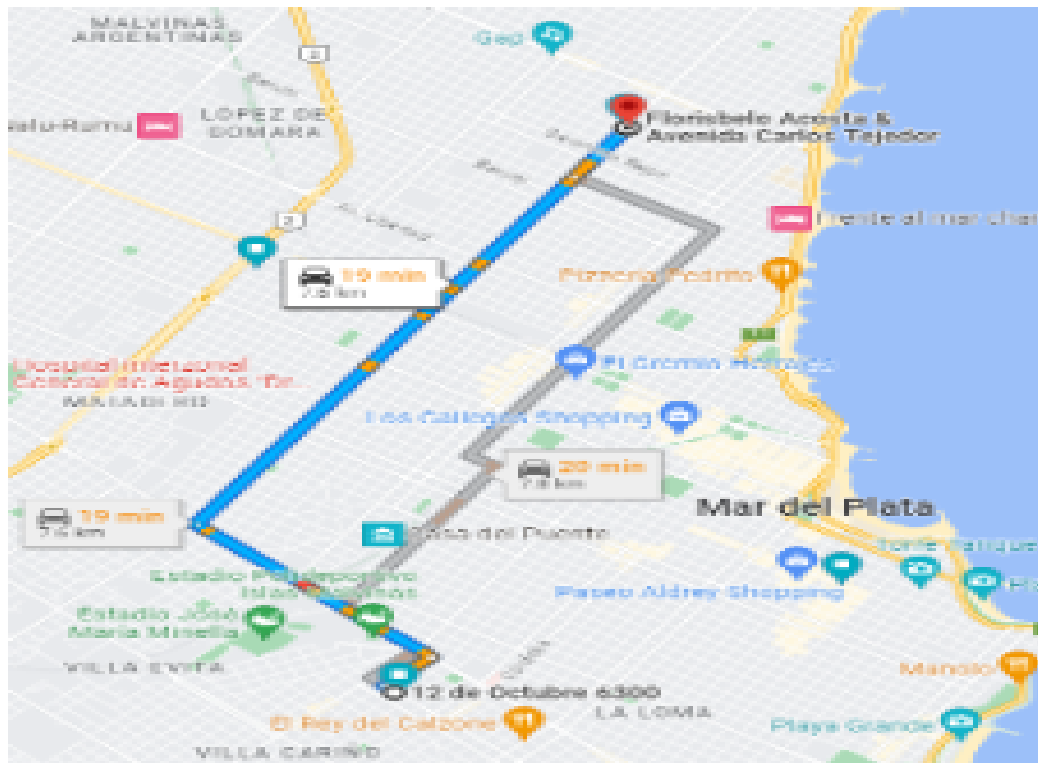
### Mapas de las diferentes rutas



12 de Octubre 6300 a Balneario 6 Punta Mogotes.



12 de Octubre 6300 hasta Olavarría y Alberti

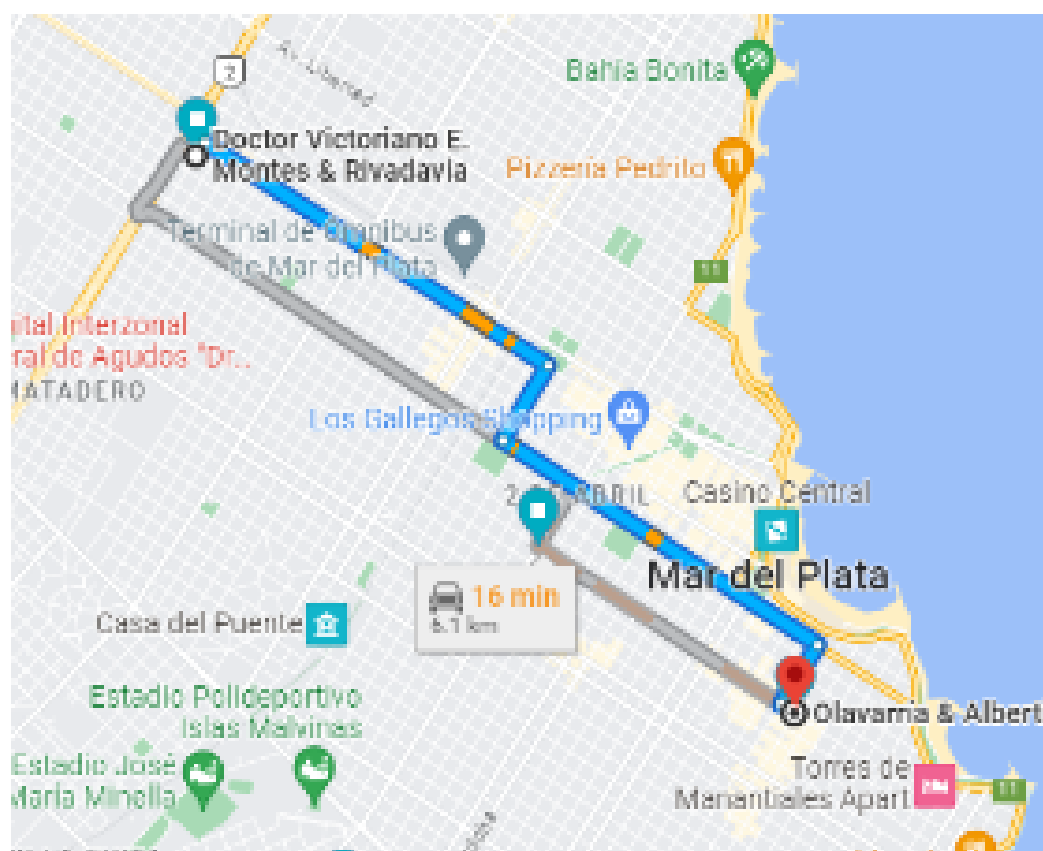


12 de Octubre 6300 a Tejedor y F acosta.

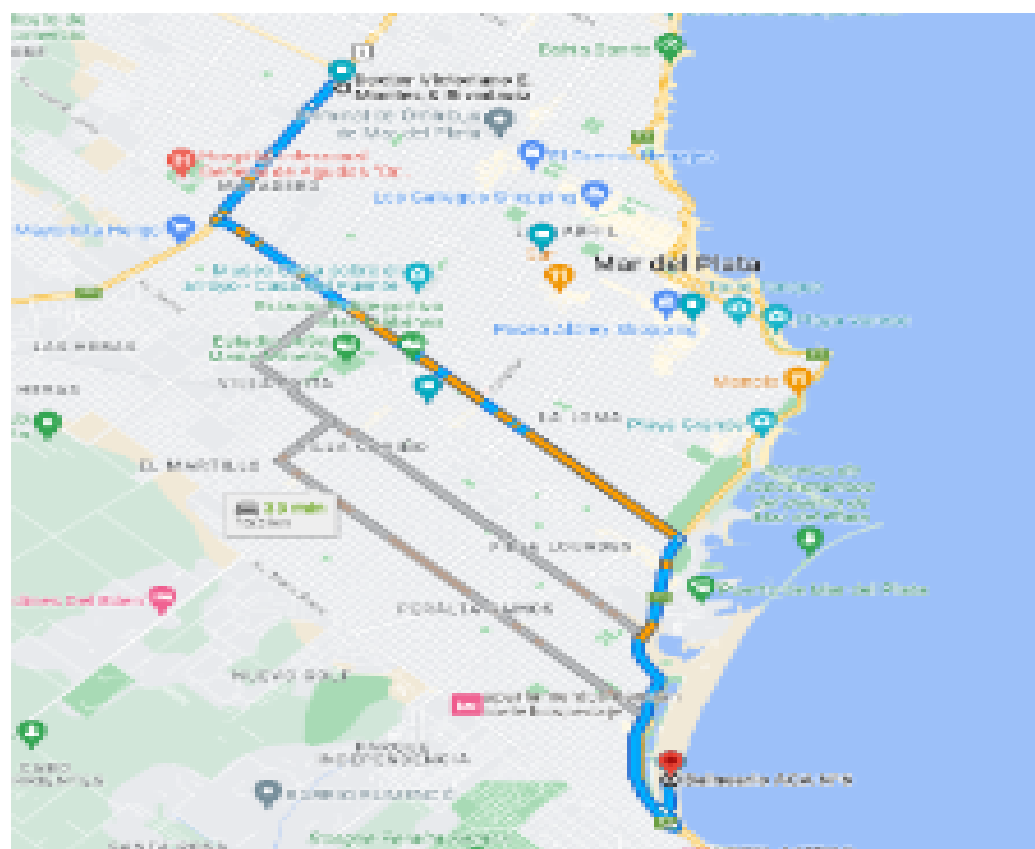


12 de Octubre 6300 a Alberti y Olavarría

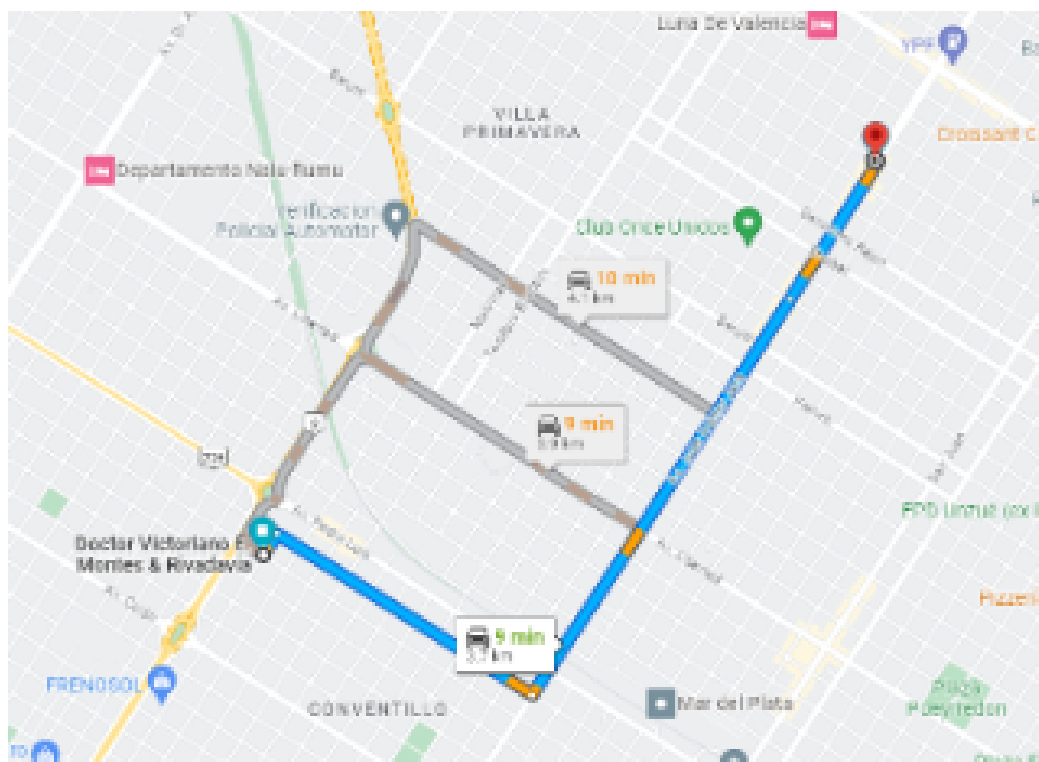




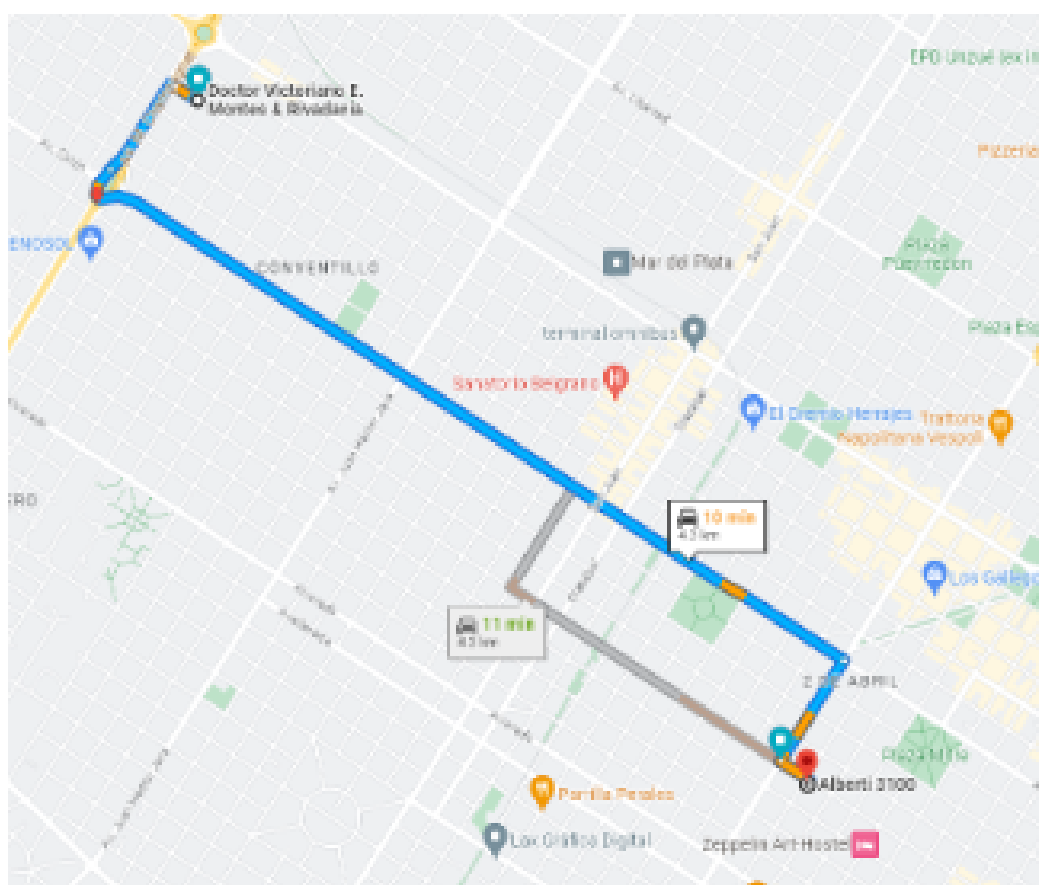
Doctor Victoriano Montes y Rivadavia a Olavarría y Alberti



Doctor Victoriano Montes y Rivadavia a Balneario 6 Punta Mogotes.



Doctor Victoriano Montes y Rivadavia a Tejedor y F Acosta.



Doctor Victoriano Montes y Rivadavia a Alberti e Independencia

## Resultados:

A continuación se muestran los valores obtenidos en el software QM, quedando de la siguiente manera:

	Tejedor (T)	Independencia	Olavarria(O)	Balneario(B)	SUPPLY
Fabrica 12 de octubre (P)	143	51	79	159	33
Fabrica Victoriano Montes (C)	67	79	110	266	23
DEMAND	15	17	12	12	

Y nos arroja el siguiente cuadro de resultados, donde vemos los resultados de minimización para satisfacer las demandas de las diferentes panaderías de manera correcta como solicita el problema.

Transportation Shipments				
La Reina del Parque Solution				
Optimal solution value = \$4952	Tejedor (T)	Independencia	Olavarria(O)	Balneario(B)
Fabrica 12 de octubre (P)		9	12	12
Fabrica Victoriano Montes (C)	15	8		

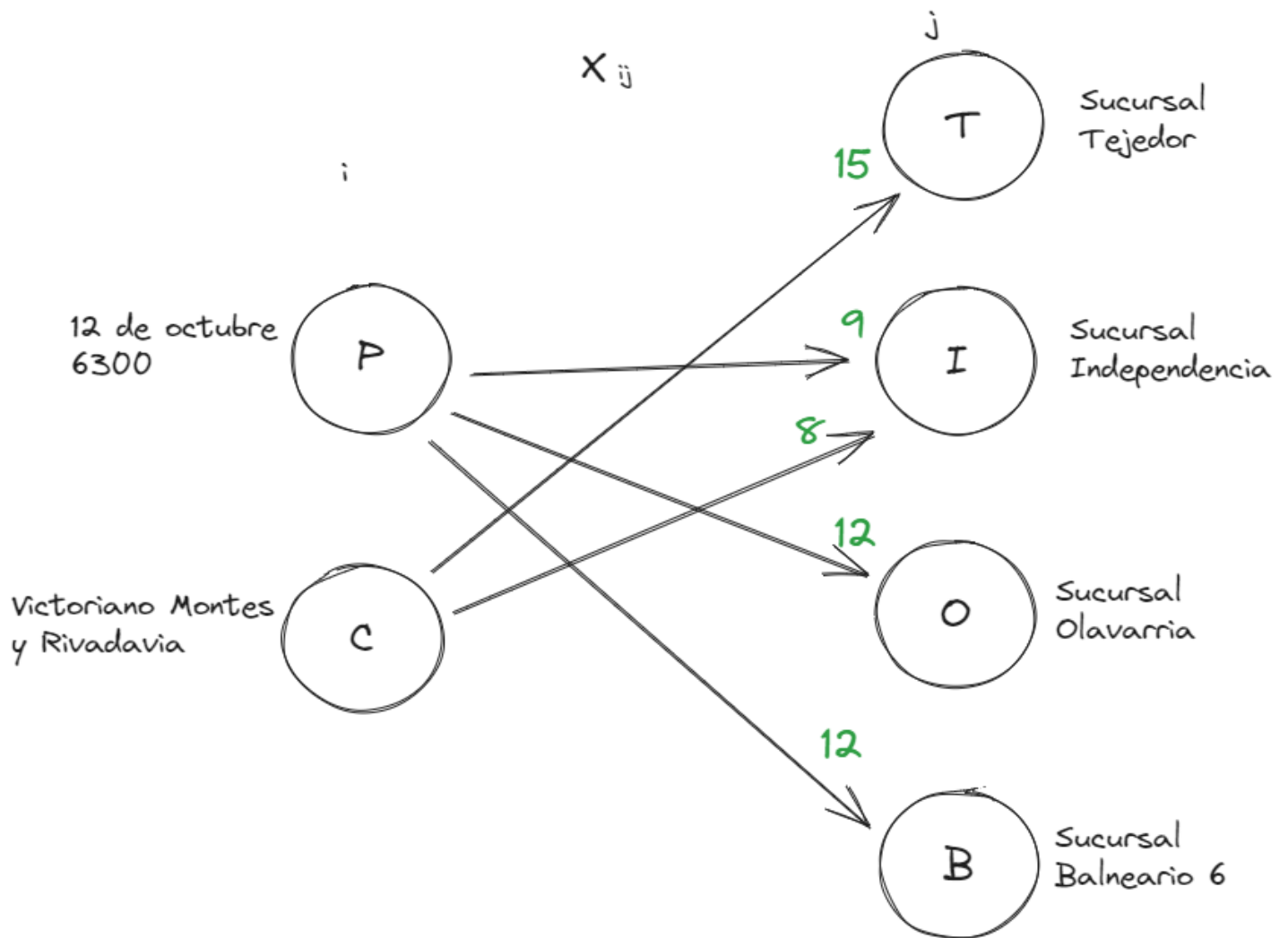
El valor óptimo de la solución obtenida es de **\$4952** diarios.

Los Viajes a realizar serán los siguientes:

Shipping list				
La Reina del Parque Solution				
From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
Fabrica 12 de octubre (P)	Independencia	9	51	459
Fabrica 12 de octubre (P)	Olavarria(O)	12	79	948
Fabrica 12 de octubre (P)	Balneario(B)	12	159	1908
Fabrica Victoriano Montes (C)	Tejedor (T)	15	67	1005
Fabrica Victoriano Montes (C)	Independencia	8	79	632

En resumen el transporte óptimo sería el siguiente:

Desde	Hasta	Costo Total Viaje
12 de Octubre 6300	Independencia y Alberti	\$459
12 de Octubre 6300	Olavarría y Alberti	\$948
12 de Octubre 6300	Balneario 6 Punta Mogotes	\$1908
Doctor Victoriano Montes y Rivadavia	Tejedor y F Acosta	\$1005
Doctor Victoriano Montes y Rivadavia	Independencia y Alberti	\$632



### Variante: fuera de temporada

Una vez finalizada la temporada de verano, es prudente analizar nuevamente el circuito de transporte pues la demanda promedio en la sucursal del balneario fuera de temporada se reduce a  $\frac{1}{4}$  respecto a la demanda durante la época estival. Pero a cambio, los meses escolares hacen que aumente la demanda levemente en las demás sucursales.

Se redistribuye la oferta para hacer frente a este cambio en la demanda, y se plantea la modificación en el software QM:

	Tejedor (T)	Independencia	Olavarria(O)	Balneario(B)	SUPPLY
Fabrica 12 de octubre (P)	143	51	79	159	33
Fabrica Victoriano Montes (C)	67	79	110	266	23
DEMAND	18	20	15	3	

Optimal solution value = \$4028	Tejedor (T)	Independencia	Olavarria(O)	Balneario(B)
Fabrica 12 de octubre (P)		15	15	3
Fabrica Victoriano Montes (C)	18	5		

El nuevo costo óptimo dió \$4028, el cual resulta menor al anterior.

From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
Fabrica 12 de octubre (P)	Independencia	15	51	765
Fabrica 12 de octubre (P)	Olavarria(O)	15	79	1185
Fabrica 12 de octubre (P)	Balneario(B)	3	159	477
Fabrica Victoriano Montes (C)	Tejedor (T)	18	67	1206
Fabrica Victoriano Montes (C)	Independencia	5	79	395

## Conclusión:

A partir de los resultados obtenidos en el Pom Qm podemos identificar y concluir lo siguiente:

El plan de transporte óptimo de transporte para la cadena de panaderías de La Reina del Parque se va distribuir de la siguiente manera, la Cocina ubicada en la calle Victoriano Montes y Rivadavia va a distribuir a las panaderías ubicadas en Tejedor y F Acosta e Independencia y Alberti, transportando un total de 15 y 8 bandejas respectivamente.

Mientras que la cocina ubicada en 12 de Octubre 6300 va a distribuir un total de 12 bandejas de facturas a la panadería ubicada en Olavarría y Alberti, 12 bandejas a la ubicada en el Balneario 6 en Punta Mogotes, y va a compartir **con la otra cocina** la entrega de facturas **con la otra cocina** en de Tejedor completando la demanda de la panadería de Independencia y Alberti.

Generando un costo total de \$4952 por día en transporte.

Resulta beneficioso plantear el cambio en la distribución, en base al cambio de demanda resultante de la diferencia en la época estival (Enero - Marzo). Pues el costo total de transporte diario disminuiría más de un 18%.

## Bibliografía:

- (1)  
Problema del transporte y la distribución - Bryan Salazar López  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/investigacion-de-operaciones/problema-del-transporte-o-distribucion/> recuperado el día 16/06/2023
- (2)  
Duarte M. (2023, 10 de Junio). Entrevista personal.
- (3)  
La reina del parque (sucursal Tejedor y F Acosta) (2023, 12 de Junio). Visita a sucursal / entrevista personal.
- (4)  
La reina del parque (cocina Victoriano Montes) (2023, 13 de Junio). Visita a sucursal / entrevista personal.