S8 Tarea: Flujo de Costo Mínimo

Investigación de Operaciones — UMSNH — Dr. Víctor G. Alfaro-García

1. Planteamiento del Problema

"Textiles MichArte" es una marca de ropa artesanal michoacana con 2 talleres de confección (Morelia y Uruapan) y debe abastecer semanalmente 3 boutiques:

- B1: Centro Histórico de Morelia
- B2: Pátzcuaro
- B3: Lázaro Cárdenas

Cada envío es un paquete de ropa de aproximadamente 5 kg. Cada ruta tiene un costo de flete en pesos mexicanos (basado en tarifas de paquetería regional 2026) y una capacidad máxima semanal, limitada por la frecuencia de viajes del transportista contratado.

Objetivo: Determinar cuántos paquetes enviar por cada ruta para minimizar el costo total de distribución semanal.

Distancias reales por carretera (Michoacán):
Morelia – Pátzcuaro: 55 km | Morelia – Uruapan: 108 km | Morelia – L. Cárdenas: 370 km
Uruapan – Pátzcuaro: 52 km | Uruapan – L. Cárdenas: 260 km

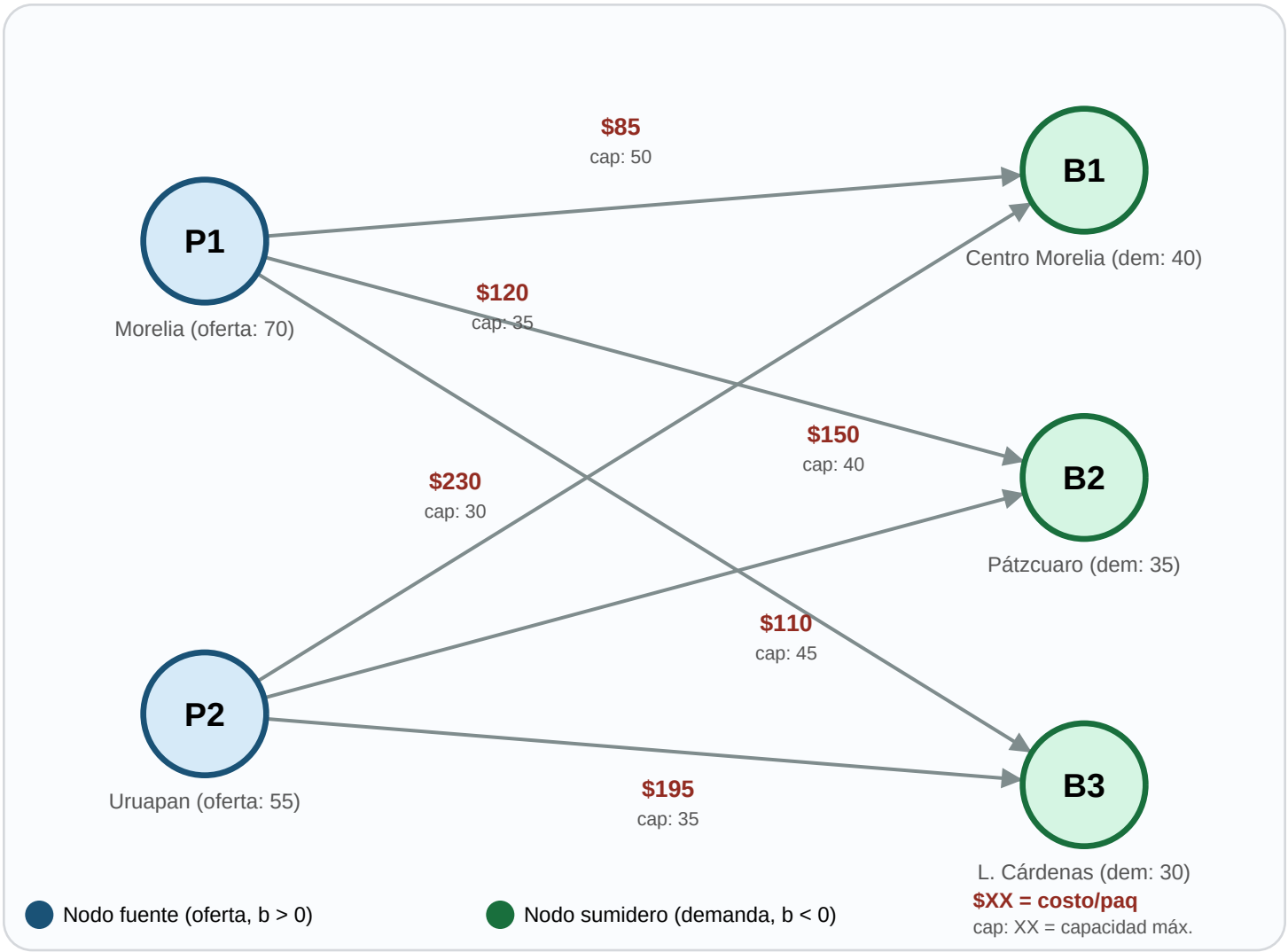
2. Datos de la Red

Variable	Origen (oferta)	Destino (demanda)	Distancia	Costo MXN/paq	Cap. máx. sem.
x11	Morelia (70 paq)	B1 Morelia (dem: 40)	Local	**$85**	50
x12	Morelia (70 paq)	B2 Pátzcuaro (dem: 35)	55 km	**$120**	35
x13	Morelia (70 paq)	B3 L. Cárdenas (dem: 30)	370 km	**$230**	30
x21	Uruapan (55 paq)	B1 Morelia (dem: 40)	108 km	**$150**	40
x22	Uruapan (55 paq)	B2 Pátzcuaro (dem: 35)	52 km	**$110**	45
x23	Uruapan (55 paq)	B3 L. Cárdenas (dem: 30)	260 km	**$195**	35
Oferta total: 125 paq/sem		**Demanda total: 105 paq/sem**		**Excedente: 20**	

Nota: La oferta supera la demanda. El modelo es no balanceado — sobrará capacidad en alguna planta.

3. Diagrama de la Red

Cada arco muestra el costo por paquete (rojo) y la capacidad máxima semanal (gris).



Las variables de decisión xij representan cuántos paquetes enviar de la planta i a la boutique j.

Formulación matemática del modelo

Distribuidora Michoacana de Lácteos

Variables

x_{ij} = cajas enviadas de planta i a tienda j

x_{11}, x_{12}, x_{13} (desde Morelia)

x_{21}, x_{22}, x_{23} (desde Zamora)

Función objetivo — Minimizar costo total:

$$\text{Min } Z = 4x_{11} + 8x_{12} + 5x_{13} + 7x_{21} + 3x_{22} + 6x_{23}$$

Restricciones

Oferta Morelia:	$x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 50$	*(no superar producción)*
Oferta Zamora:	$x_{21} + x_{22} + x_{23} \leq 60$	
Demanda T1:	$x_{11} + x_{21} = 30$	*(satisfacer exactamente)*
Demanda T2:	$x_{12} + x_{22} = 40$	
Demanda T3:	$x_{13} + x_{23} = 30$	
Capacidades:	$x_{ij} \leq$ límites de la tabla	*(cada ruta)*
No negatividad:	$x_{ij} \geq 0$	*(para todo i, j)*

Este modelo es Programación Lineal estándar. Excel Solver lo resuelve directamente.

4. Lo que debes entregar

A) Formulación matemática a mano

Escribe en hoja limpia: la función objetivo, las restricciones de oferta, demanda, capacidad y no negatividad. Usa los datos de la tabla. Fotografía o escanea tu trabajo.

B) Solución en Excel Solver (pantallazo)

Modela el problema en Excel: celdas para variables de decisión, función objetivo con SUMAPRODUCTO, restricciones en Solver.
Toma pantallazo de: (1) la hoja con la solución óptima y (2) la ventana de Solver mostrando las restricciones.

C) Análisis e interpretación (a mano)

¿Qué rutas se usan y cuáles no? ¿Por qué?
¿Qué planta tiene capacidad ociosa?
¿Cuál es el costo total mínimo semanal?

D) Conclusión de negocio (3-5 líneas)

¿Qué decisión tomaría la empresa? ¿Por qué? Piensa en costos, distancias y capacidad productiva.

Formato de entrega:

- Un solo archivo PDF por estudiante
- La formulación y la conclusión deben ser a mano (fotografía legible)
- La solución de Solver se entrega como pantallazo(s) dentro del mismo PDF
- Letra legible y procedimiento visible (no solo la respuesta final)

Pistas para Solver:

1. Las celdas cambiantes son las 6 variables xij (cuántos paquetes por ruta).
2. La función objetivo es un SUMAPRODUCTO de costos × variables.
3. Las capacidades se modelan como: $B$2:$B$7 <= $E$2:$E$7 (una restricción por rango).
4. Usa el método Simplex LP (es Programación Lineal estándar).
5. Revisa las diapositivas de clase sobre precio sombra y costos reducidos para interpretar los resultados de Solver.