

# TRANSPORTE, RUTEO Y ASIGANACION DE VEHICULOS

**IN47B: INGENIERIA DE OPERACIONES**

**JAIME MIRANDA P.**

## TIPOS DE DECISIONES

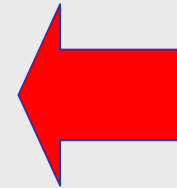
### → TÁCTICAS-ESTRATÉGICAS:

- **Diseño de flota:**

- ¿Cuántos vehículos?
- ¿De qué tipo?
- ¿Flota propia o subcontratada?

### → OPERACIONALES:

- **Asignación de vehículos a tareas o clientes.**
- **Ruteo de vehículos.**



## ASIGNACIÓN DE VEHÍCULOS A TAREAS O CLIENTES

## RUTEO DE VEHÍCULOS.

### PASAJEROS

- Buses
- Tren (Canada-Francia-Edelman)
- Aviones

### PRODUCTOS (10-15%)

- Embotelladora
- Supermercados.
- Minerales
- Bosques.
- Bencina

### SERVICIOS

- Correo
- Basura
- Emergencia médica (\*)
- Servicio Técnico

## → FLOTA

- Un vehículo.
- Múltiples vehículos:
  - Vehículos iguales.
  - Vehículos de distinto tipo (costo, capacidad, etc.).Ejemplo: vehículos con compartimientos (COPEC).

## → RELACIONES CONTRACTUALES

- Vehículos propios:
  - Permiten mayor control y seguridad de servicio.
- Vehículos subcontratados:
  - Permiten descentralización administrativa.
  - Es vital en este caso el tema de los contratos (costo real versus costo de contrato).
- Sistema mixto:
  - Vehículos propios y subcontratados:
  - Sirve para calcular costos y asegurar el servicio a los clientes más importantes.

# EL PROBLEMA DEL DESPACHO: FACTORES (2)

## → NÚMERO DE DEPÓSITOS

- Uno.
- Múltiples (una o más plantas).

## → NÚMERO DE DESTINOS

- Uno (todo llega a puerto).
- Múltiples (madera: puerto, aserraderos, planta de celulosa.).

## → DEMANDA

- Determinística: entregas de una supertienda a direcciones redefinidas.
- Semialeatoria: embotelladora- (demanda de almacén pequeños-cuanto stock-\$ ).
- Aleatoria : localización: fallas Chilectra

## → FRECUENCIA DE VIAJES

- Múltiples por día: Chuquicamata- recoge-entrega-vuelve.
- De duración de más de un día: Aserraderos Arauco-largos viajes.

## → TIEMPOS DE TRABAJO

- Con sobretiempo.
- Sin sobretiempo.

## → TIEMPOS Y DISTANCIAS DE VIAJE

- Conocidos: minería.
- Estimados: bosque.
- Aleatorios: ciudad.

## → ENTREGAS

- periódicas, rutas que repiten clientes (por ejemplo, clientes que reciben dos veces por semana).
- Contratos contractuales.

## → RUTEO CON INVENTARIO:

- Bombas de bencina: los clientes deben ser atendidos antes que se acabe la bencina.

## → PROBLEMAS DE CONGESTIÓN

- Horarios peak.
- Zonas restringidas en ciertos horarios.

# EL PROBLEMA DEL DESPACHO: FACTORES (5)

## → LIGAZÓN CLIENTE-VEHÍCULO

- Evitar colusiones “Cliente-chofer”

## → TRANSBORDOS: CAMIÓN-TREN

- ¿Cuándo es bueno uno u otro?

## → COSTOS DE IDA Y VUELTA DISTINTOS ENTRE CLIENTES

- Ida competitivo y vuelta vacía.

## → RESTRICCIONES EN LA DURACIÓN DE LA RUTA

- Terminar antes de 8 horas



## → VENTANAS DE TIEMPO:

- Supermercado permite descargar entre 6-8 y 21-23 hrs.
- Documentos bancarios (10-15 min)
  - Estacionamiento por pocos minutos.
  - Documentos importantes de entrega rápida (\$)
- Prohibición de entrar al centro en determinadas horas.

## → RELACIONES DE PRECEDENCIA FIJA

## → TAMAÑO DE FLOTA VARIABLE

## → PENALIDAD POR NO CUMPLIR CON ALGÚN CLIENTE

- Soluciones:
  - Postergar las entregas
  - Subcontratar vehículos

# EL PROBLEMA DEL DESPACHO DE VEHÍCULOS

## → OBJETIVOS

- Minimizar costos reales.
- Minimizar costos de contrato (**Alineación de incentivos**).
- Minimizar tiempo de llegada (**emergencia**).
- Maximizar la calidad del servicio (clientes atendidos a tiempo).
- Minimizar el riesgo de no cumplir la demanda.
- Maximizar beneficio neto.

## → COMPONENTES DEL COSTO

- **Costos fijos:**
  - De Capital (depreciación).
  - De operación (sueldos, seguros, patentes, etc.).
- **Costo variables de operación**
  - Bencina
  - mantención
  - repuestos

## → SOBRE VEHÍCULOS

- Costos.
- Características técnicas (capacidad, velocidad, etc.).

## → SOBRE CLIENTES

- Demandas.

## → GEOGRÁFICA

- Distancias y tiempos de viaje (difíciles de estimar):
  - Si se tienen las coordenadas de los clientes se pueden calcular las distancias euclidianas, siendo los costos proporcionales a éstas.
  - Si se conocen los tiempos (costos) en cada arco de una red computarizada, se pueden calcular las rutas más cortas.

## CARACTERÍSTICAS

- Se puede basar en la estimación de demandas medias, considerando un margen de error.
- Para la demanda peak se pueden manejar diversas alternativas:
  - Un número mayor de vehículos en la flota.
  - Postergar demandas.
  - Subcontratación de transporte.
  - Alianzas estratégicas.

## FORMAS DE SOLUCIÓN PARA EL NÚMERO DE VEHÍCULOS

→ Cálculo directo

- Número aproximado de clientes por vehículo.

→ Simulación

- Análisis de distintos escenarios.
- Caso Menú Express

→ Modelos matemáticos.

- Ejemplo: Modelo Lineal.
- Características:
  - Un tipo de vehículo.
  - Un período.
  - Un producto.

## VARIABLES:

$x_{ij}$  : número de viajes desde el origen  $i$  al destino  $j$ .

$N$  : número de vehículos.

## PARÁMETROS:

$a_i$  : oferta del origen  $i$ .

$b_j$  : demanda del destino  $j$ .

$t_{ij}$  = estimación del tiempo de viaje desde el origen  $i$   
al destino  $j$  y retorno a algún origen.

$\alpha$  = factor de conversión de horas viajadas a número  
de vehículos.

$$\text{Min } z = N$$

*s.a.*

$$\sum_i a_i = \sum_j b_j$$

$$\sum_j x_{ij} = a_i \quad i = 1, \dots, m.$$

$$\sum_i x_{ij} = b_j \quad j = 1, \dots, n.$$

$$N = \sum_i \sum_j t_{ij} x_{ij} \alpha$$

$$x_{ij} \geq 0.$$

## DISEÑO DE FLOTA: MODELO MATEMATICO (3)

Si  $x_{ij} = 18,4$  viajes en un día y  $t_{ij} = 2$  horas, entonces  $x_{ij} \cdot t_{ij} = 36,8$  horas.  
Suponiendo que un vehículo trabaja 10 horas netas diarias, se tiene que el tramo  $(i,j)$  requiere 3,68 vehículos.



# TRANSPORTE, RUTEO Y ASIGANACION DE VEHICULOS

**IN47B: INGENIERIA DE OPERACIONES**

**JAIME MIRANDA P.**