



Descifrando la Ciudad

El Arte y la Ciencia de la Modelación
de Transporte Urbano

El Dilema Urbano: Crecimiento vs. Calidad de Vida

En una ciudad con congestión y contaminación, los recursos son escasos. La pregunta clave no es solo qué construir, sino cómo decidir.

Expansión de Oferta



¿Construir más infraestructura? (Nuevas líneas de metro, autopistas).

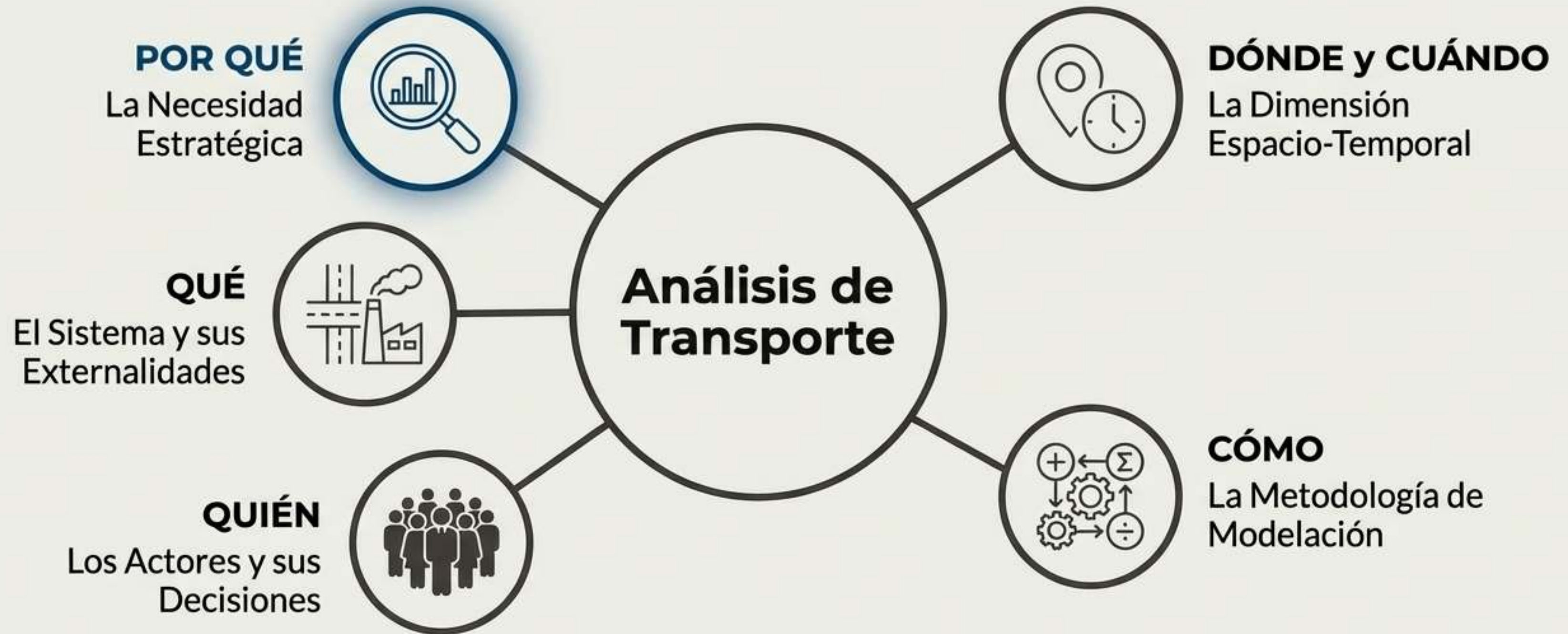
Gestión de Demanda



¿Optimizar la infraestructura existente? (Tarificación por congestión, restricción de estacionamientos).

Un **análisis técnico-numérico** es crucial para orientar decisiones públicas eficientes y **priorizar** la mejor alternativa.

El Marco del Investigador: Las Preguntas Clave



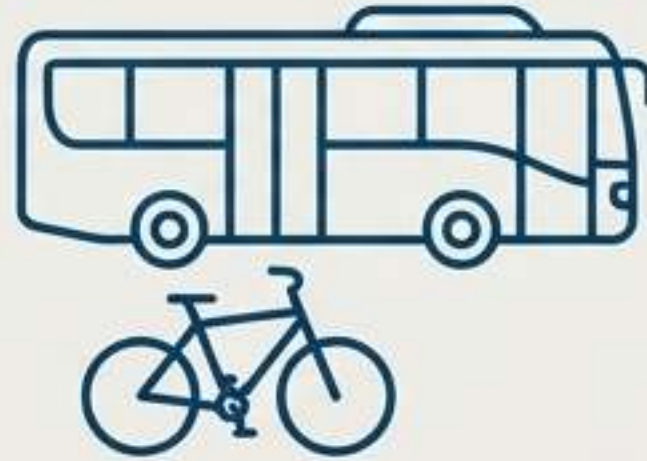
¿QUÉ Modelamos? La Anatomía de la Oferta de Transporte

La oferta es un servicio intangible y no acumulable.
La capacidad no utilizada en un viaje se pierde para siempre.



Infraestructura

Las obras físicas.
(Calles, vías, estaciones,
ciclovías)



Equipos

Los vehículos que circulan.
(Autos, buses, trenes,
bicicletas).



Operación

Las reglas del sistema.
(Semáforos, tarifas,
señales de tránsito).

¿Qué Problemas Enfrentamos? Las Externalidades Negativas

Una externalidad ocurre cuando las decisiones de un viajero afectan a otros. Es el costo que el individuo no percibe, pero la sociedad sí paga.



Congestión

Tiempo perdido por todos los usuarios al compartir infraestructura limitada.



Contaminación y Emisiones

Impacto en la salud pública y el medio ambiente (material particulado).



Ruido

Afecta la calidad de vida en zonas urbanas densas.



Accidentes

El costo humano del sistema, cuya severidad depende de la velocidad y la vulnerabilidad de los usuarios.

¿Quién Viaja? El Comportamiento Humano Humano como Motor de la Demanda

La demanda de transporte no es un flujo abstracto; es la suma de millones de decisiones individuales.

Preguntas que el Modelo debe Entender:

- ¿Por qué una persona decide viajar?
- ¿Qué valora más: tiempo, costo o comodidad?
- ¿Cómo influye el ingreso o la tasa de motorización en su elección modal?

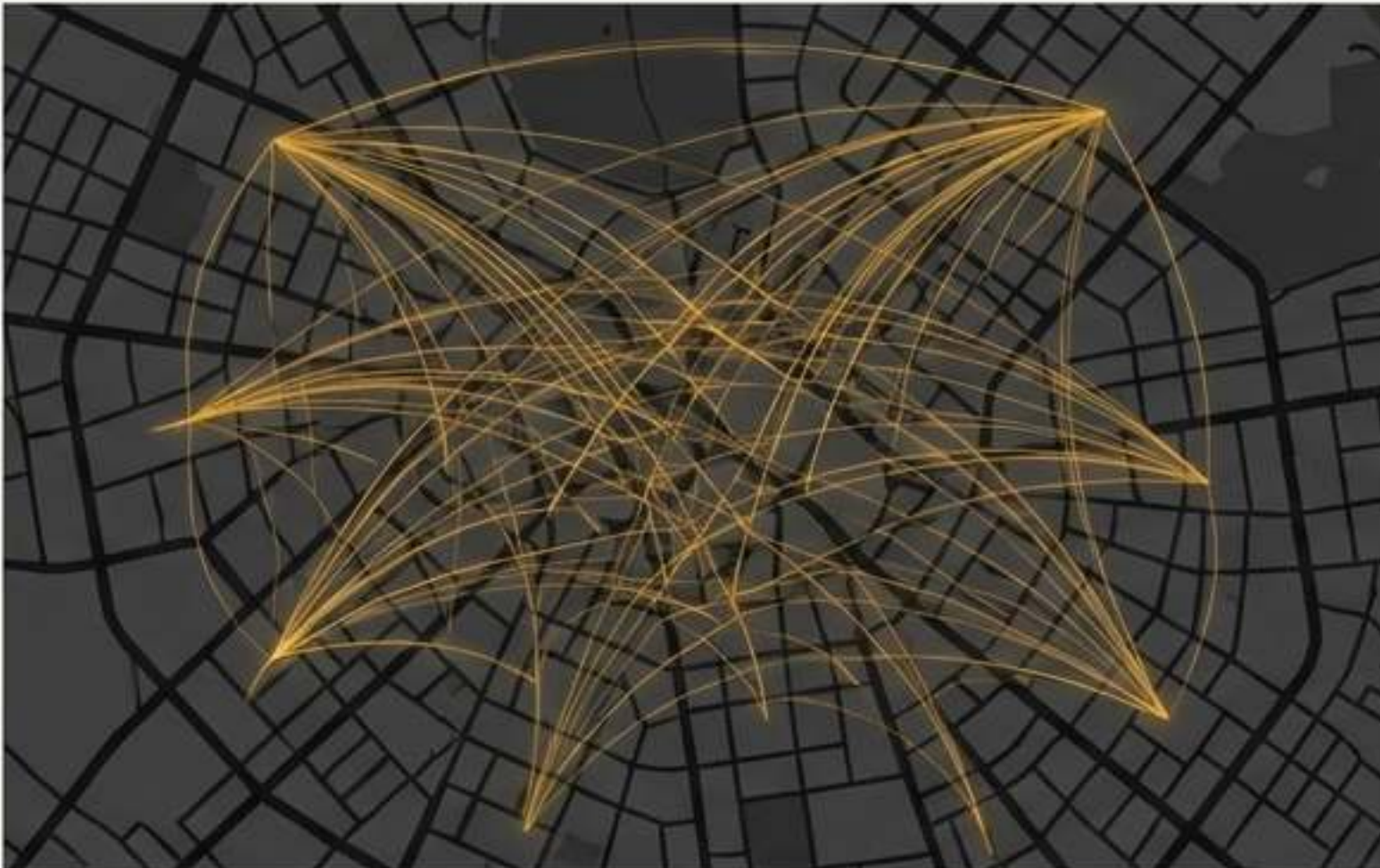
El modelo busca replicar la lógica detrás de estas decisiones para predecir el comportamiento colectivo.



¿DÓNDE y CUÁNDO? El Pulso Espacio-Temporal de la Ciudad

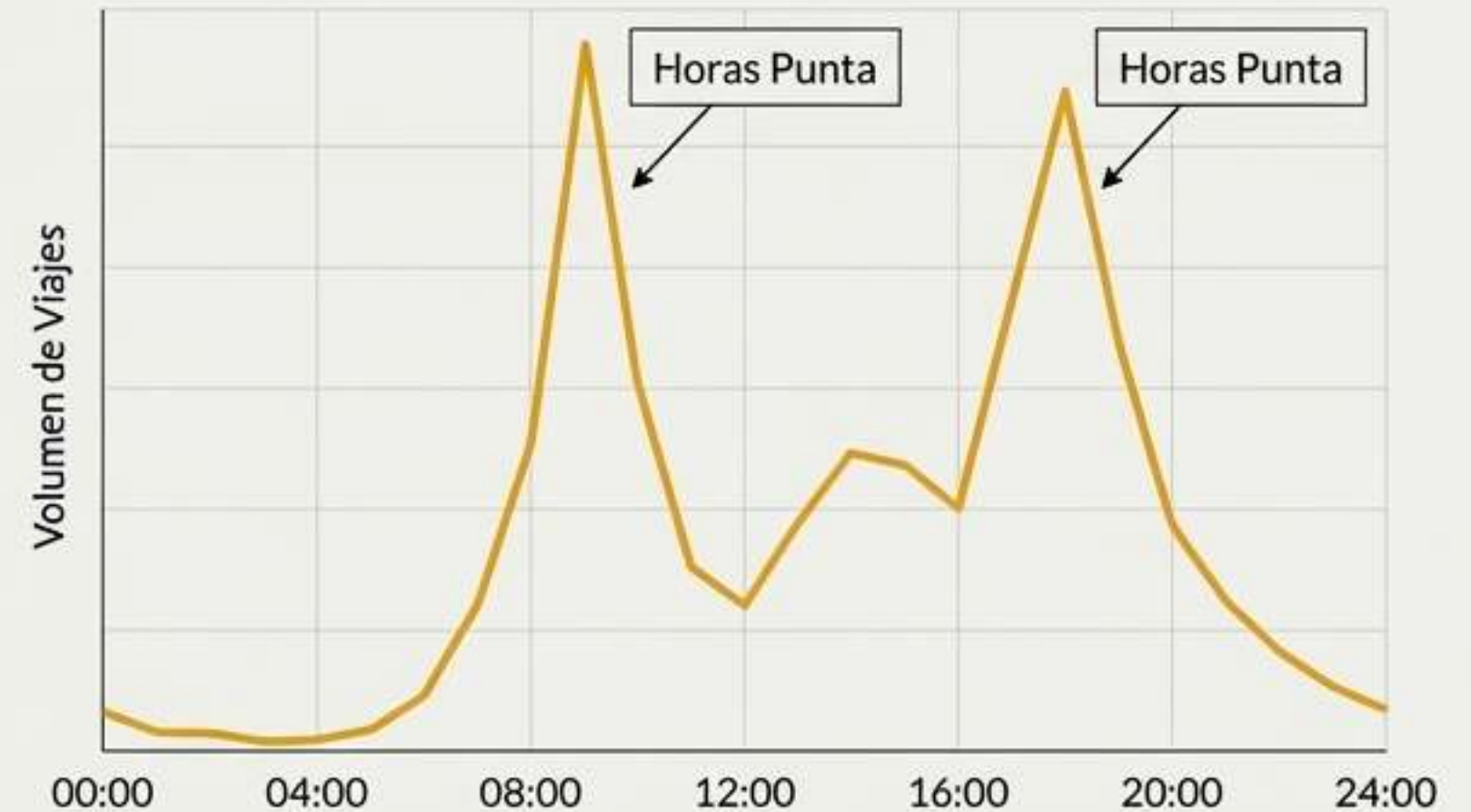
Distribución Espacial (DÓNDE)

Se analiza el mosaico de viajes entre zonas de origen y destino (hogar, trabajo, estudio).

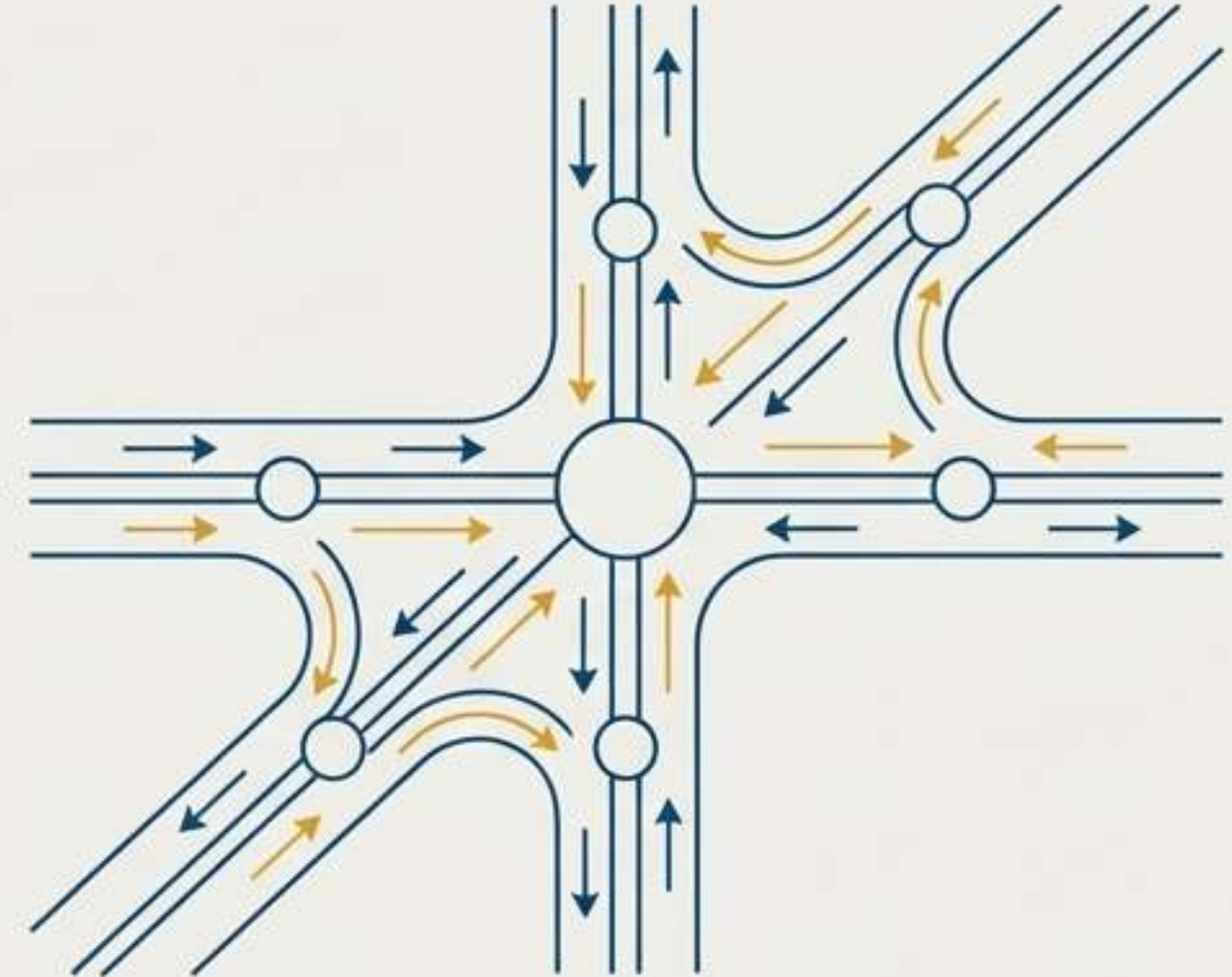


Distribución Temporal (CUÁNDO)

Se estudia la concentración de viajes en el tiempo, especialmente en las horas punta, que es cuando el sistema se satura.



¿Cómo Entendemos Este Sistema? El Poder del Modelo



El Modelo del comonmiento sistema, para ample trsitico, sin secundaria primary chor orimary flows + secundaris or data emphasis.

Definición Formal: “Un modelo es una representación simplificada de la realidad, diseñada para capturar los elementos esenciales de un fenómeno y permitir su análisis”.

Tipo de Modelo: Usamos modelos abstractos y matemáticos, que representan la realidad mediante ecuaciones y relaciones lógicas.

Propósito: Reducir la complejidad a un nivel manejable para analizar, predecir y comparar escenarios.

El Proceso Clásico: Las Etapas del Análisis de Demanda



Nota: Etapas como la 'horarización' (elección de la hora) también son clave para entender la congestión.

El Combustible del Modelo: Datos Confiables

Información Requerida para el Año Base:

- 📍 • **Datos de Oferta:** Catastro de infraestructura (vías, estaciones), datos de operación (rutas, frecuencias, tarifas, semáforos).
- 🔗 • **Datos de Demanda:** Encuestas Origen-Destino para caracterizar patrones de desplazamiento.

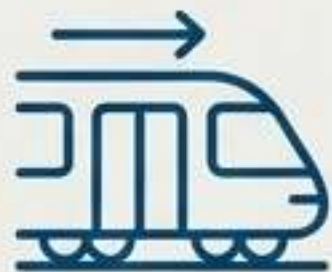
Proyecciones para el Futuro:

- 📈 • Variables exógenas como población, ingreso, localización residencial y tasas de motorización.



El 'CÓMO' Predictivo: Simulando el Futuro para Decidir Mejor

Función Clave: El modelo permite evaluar el impacto de distintas alternativas antes de invertir recursos.



Alternativa A: Ampliar Infraestructura

Intervención:

Construir una nueva línea de Metro.

Resultados Simulados

- Tiempo de Viaje: -20%
- Demanda Captada: 150,000 viajes/día
- Reducción de Emisiones: -15%



Alternativa B: Gestionar Demanda

Intervención:

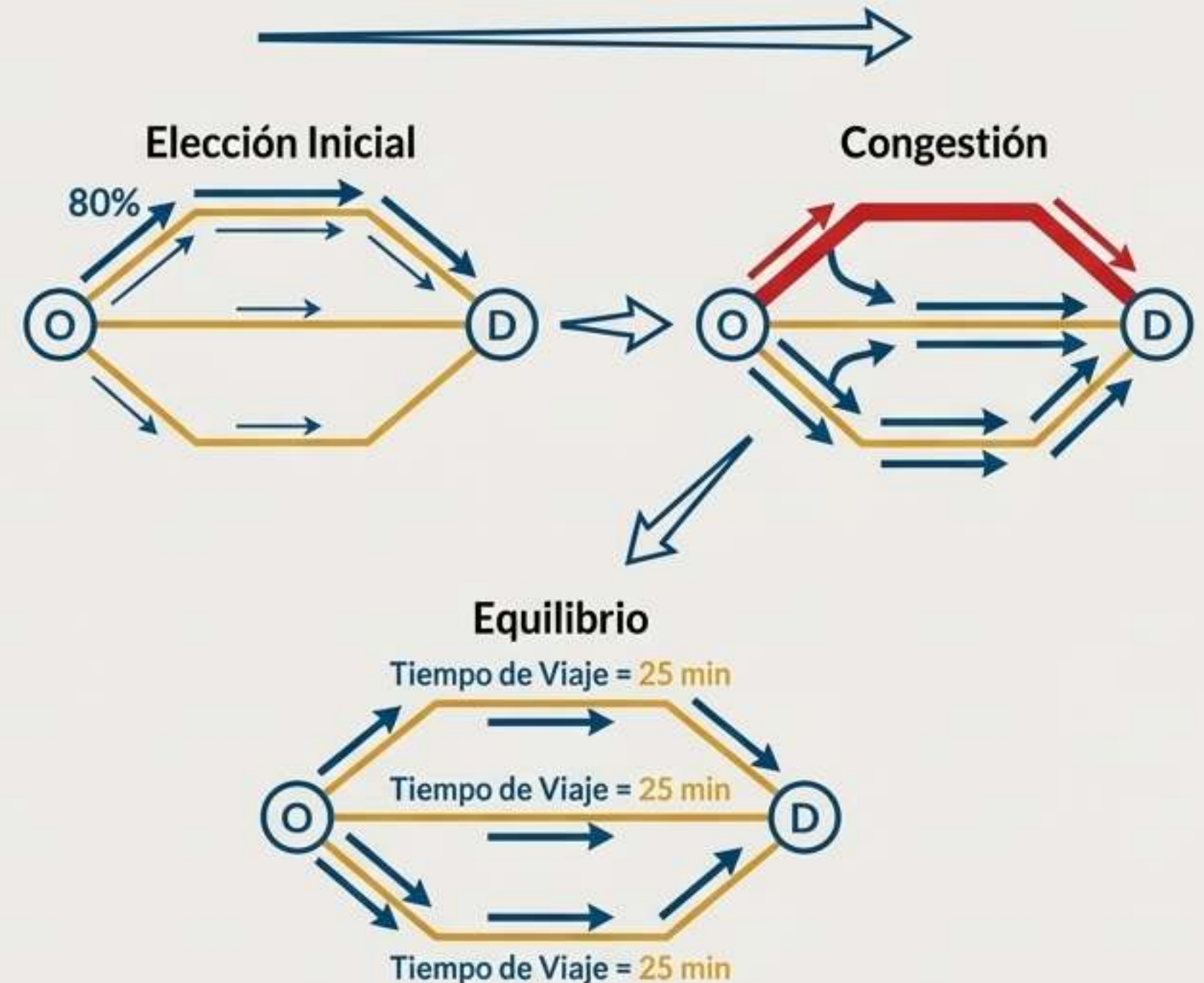
Implementar tarificación por congestión.

Resultados Simulados

- Reducción de Congestión: -30%
- Cambio Modal: +10% a T. Público
- Ingresos Generados: \$50M/año

El Sistema en Acción: El Equilibrio del Usuario (UE)

- **Concepto Avanzado:** La demanda (decisiones de viaje) y la oferta (capacidad de la red) interactúan. La congestión es el resultado de esta interacción.
- **Definición de UE:** El sistema alcanza un equilibrio cuando ningún viajero puede mejorar su tiempo de viaje cambiando unilateralmente de ruta o modo, porque todas las mejores opciones ya están igualmente congestionadas.
- **Implicancia:** Las personas ajustan su comportamiento (hora, ruta, modo) en respuesta a la congestión generada por todos los demás.



Más Allá del Modelo: Un Proceso Iterativo de Planificación



El Modelo como Parte de un Ciclo:

1. Se utiliza el modelo para analizar problemas y comparar soluciones.
2. La implementación es un proceso largo (diseño, financiamiento, construcción).
3. Se observa sistemáticamente cómo se comporta el sistema después de la intervención.
4. Se usan nuevos datos para actualizar el modelo y ajustar el plan.

Mensaje Clave: La planificación no es un plan fijo, sino un proceso dinámico y adaptativo.

De Datos a Decisiones: Construir Mejores Ciudades

Síntesis del Marco de Investigación

- **POR QUÉ:** Para gestionar la complejidad y los recursos escasos.
- **QUÉ, QUIÉN, DÓNDE, CUÁNDO:** Definen las variables críticas del sistema urbano y sus actores.
- **CÓMO:** El modelo traduce estas variables en un entendimiento predictivo que permite comparar futuros alternativos.



Mensaje Final: La modelación es la herramienta fundamental que **transforma** los datos en decisiones informadas para un futuro urbano más sostenible, eficiente y equitativo.

La Meta: Sistemas de Movilidad al Servicio de las Personas

La planificación informada no busca predecir el futuro, sino construir uno mejor. Mediante el análisis riguroso, podemos diseñar ciudades donde la movilidad conecte oportunidades, mejore la calidad de vida y promueva la equidad para todos sus habitantes.

