



Estrategias de regulación de demanda de estacionamientos

Escuela de Ingeniería de Transporte PUCV

Dr. Félix A. Caicedo Murillo

Introducción: el primer libro de transporte

- » Los estacionamientos se dividen en dos grupos: ¿públicos y privados? ¿en la calle y fuera de la calle?
- » Aspectos de diseño funcional y geométrico: radios de giro, altura entre niveles, % rampa, ancho de pasillos
- » Recetas: correlaciones según ubicación y uso del estacionamiento
- » 50 años de experiencia – lineamientos y planificación

Niveles de servicio

Level of Service By Walking - Distance in Meters (Smith and Butcher, 1994)

Walking Environment	LOS A	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E	LOS F
Climate Controlled	305	732	1158	1585	2012	2438
Outdoor/Covered	152	305	457	610	762	914
Outdoor/Uncovered	122	244	366	488	610	732
Through Surface Lot	107	213	320	427	533	640
Inside Parking Facility	91	183	274	366	457	549

Maximum acceptable walking distance from parking to destinations for various activities and users.

Walking Level of Service For Various Situations (Victoria Transport Policy Institute, 2007)

Adjacent	Minimal (LOS A or B)	Medium (LOS B or C)	Long (LOS C or D)
People with disabilities Deliveries and loading Emergency services Convenience store	Grocery stores Professional services Medical clinics Residents	General retail Restaurant Employees Entertainment center Religious institution	Airport parking Major sport or cultural event Overflow parking

Parking access Level of Service (LOS) rating under various conditions.

Estudio de patentes y evolución de la utilización

Round 1	Round 2	Round 3	Round 4	Round 5	Round 6	Round 7	Round 8	...	Round 40
193	61	61	80	80	80	112	193		
241	112	112	112	112	112	193	380		
429	193	193	193	193	193	241	429		
579	241	194	241	194	194	380	579		
633	380	241	380	241	241	429	633		
656	429	380	429	380	380	579	656		
757	579	429	579	429	429	592	757		
926	592	579	592	579	452	633	926		
960	633	592	623	592	579	656			
	656	623	633	623	592	757			
	757	633	656	633	623	926			
	926	656	704	656	633	960			
	960	704	757	704	656				
		757	926	757	704				
		926	960	926	757				
		960		960	926				
					960				

1,5 hours

4 hours

3,5 hours

Conceptos básicos

» Generación

Tipos de familias y viajes
Habitantes, lugares de trabajo
Nivel de motorización, ingresos

» Distribución

$$V_{ij} = \alpha \frac{(P_i P_j)^\theta (M_i M_j)^\beta (L_i L_j)^\lambda (I_i I_j)^\nu}{(C_{ij})^\omega}$$

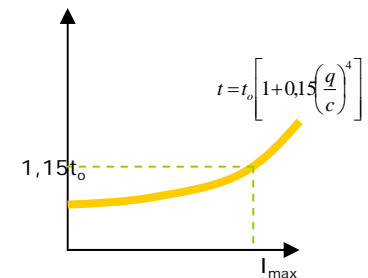
$$V_{ij} = \frac{P_i P_j}{d^\alpha} \therefore \log \left(\frac{P_i P_j}{d^\alpha} \right) = \log K - \alpha \log d$$

» Reparto modal

A pié, bicicleta, moto
Auto, transporte público, inter-

» Asignación a la red

Equilibrio y costos



Ámbito de interés



Viajes realizados en automóvil



Viajes realizados en motocicleta

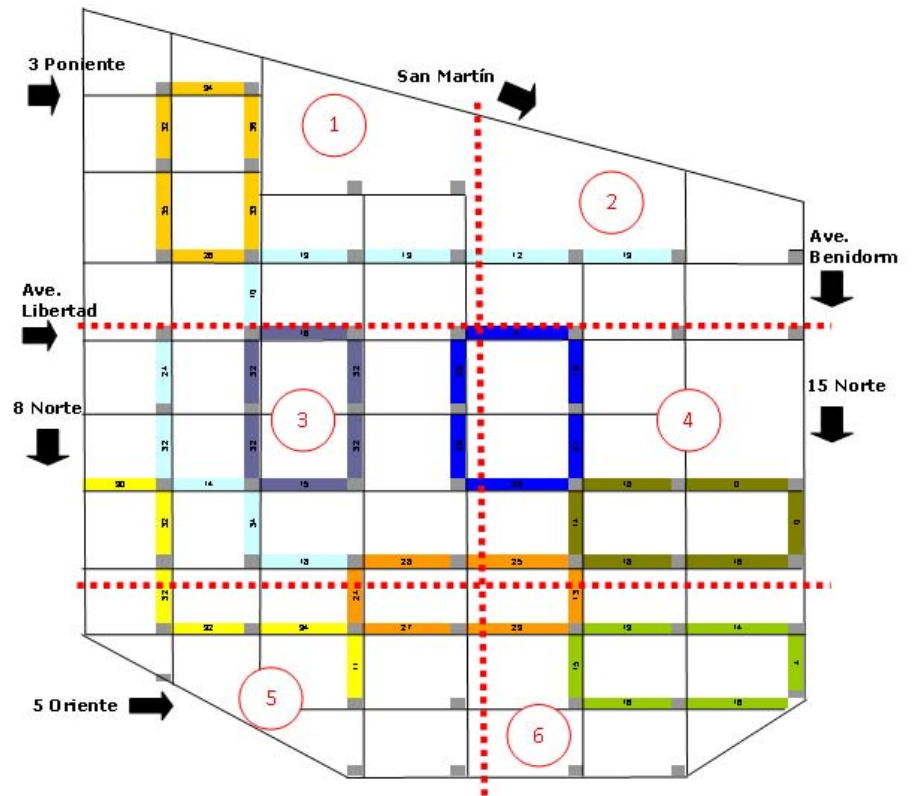
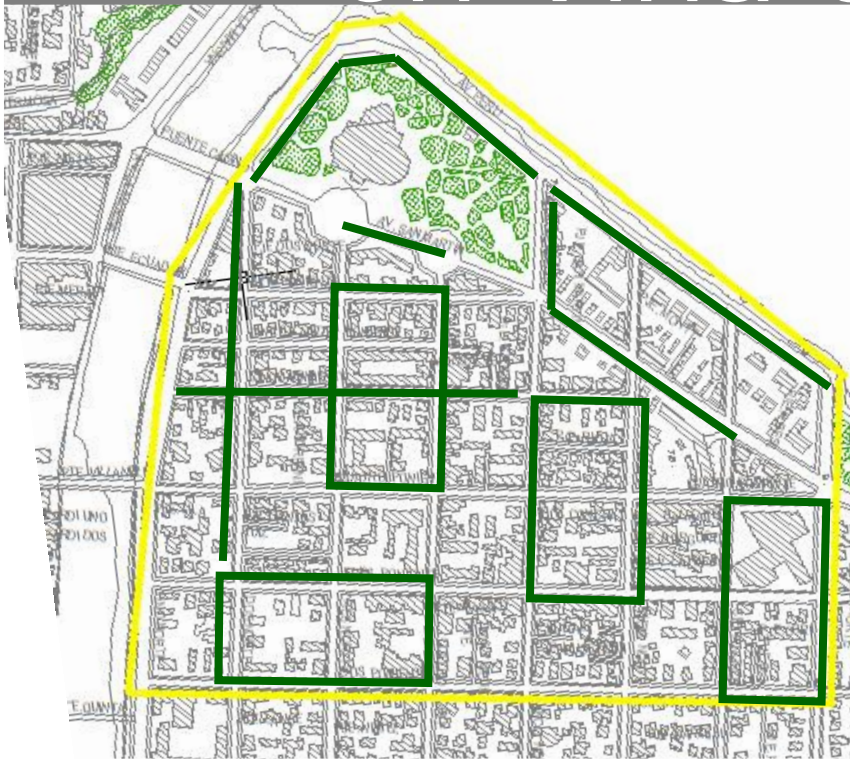


Viajes realizados en bicicleta



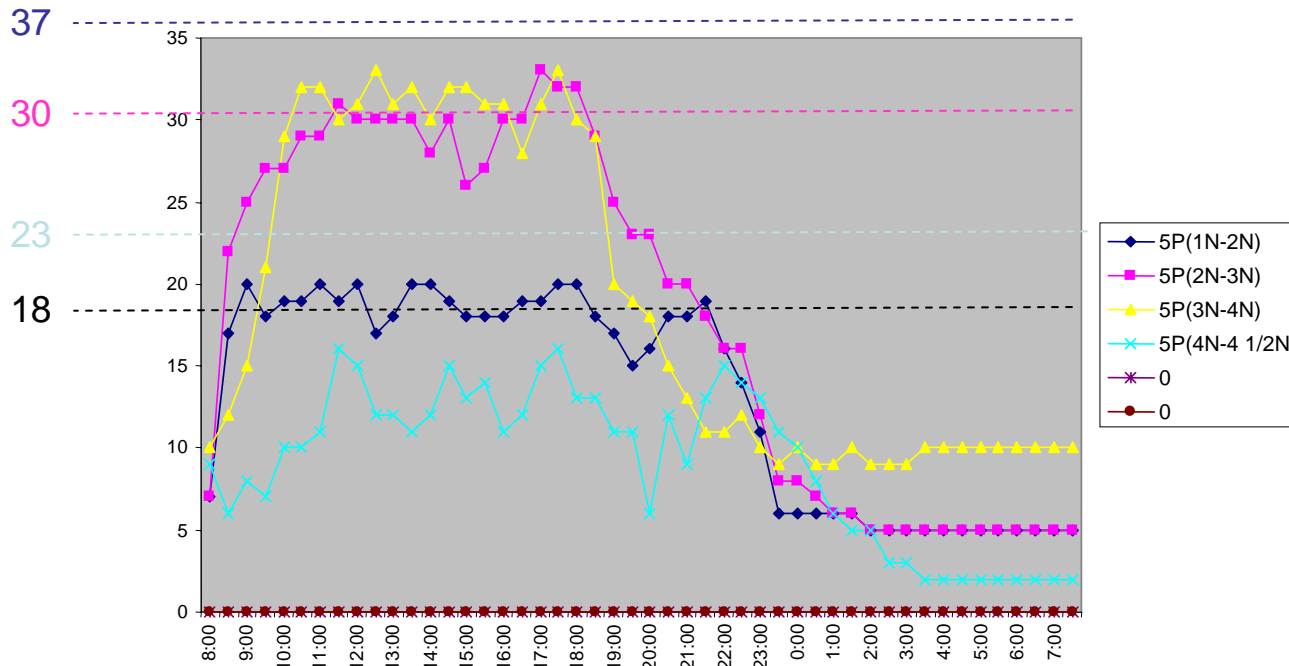
Carga y descarga

Estudio de estacionamiento en Viña del Mar 2009

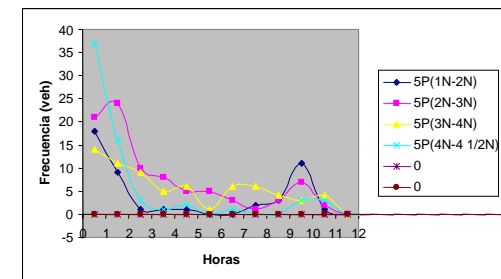


Uso de estacionamiento: día laboral

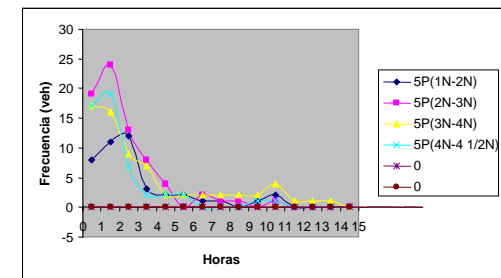
Day:
Circuit No. 6
Space occupancy and parked vehicles evolution



Day:
Circuit No. 6
Vehicle stay, morning period

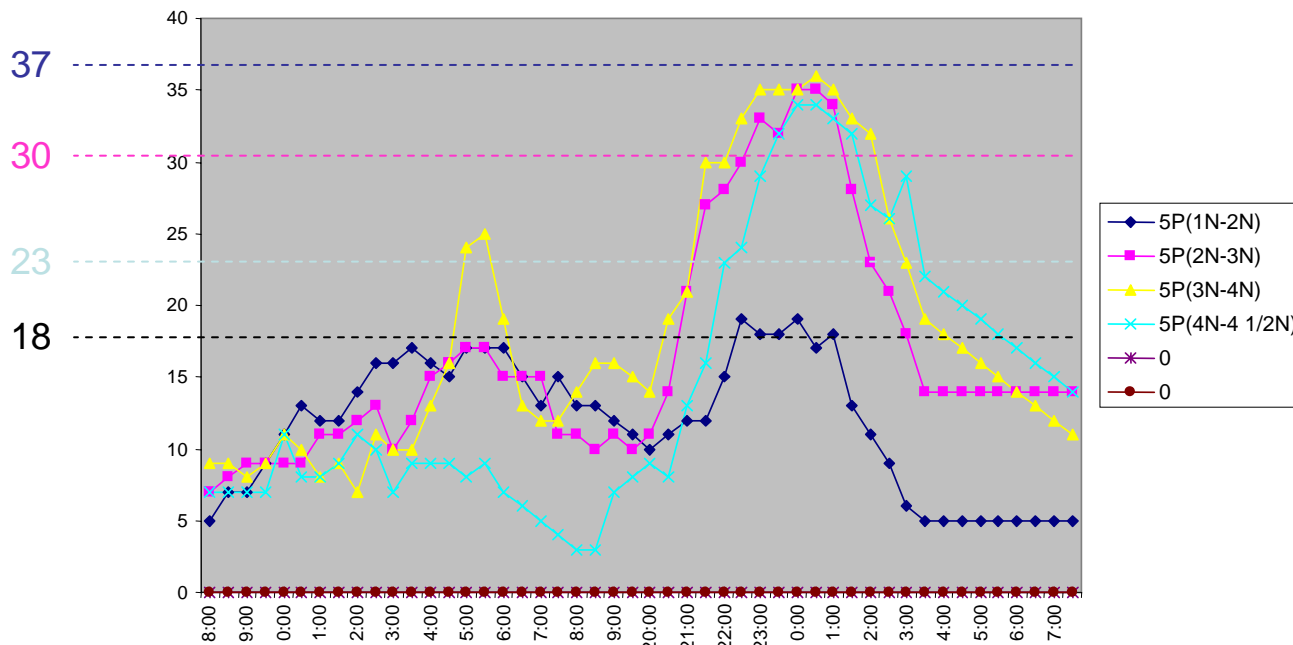


Day:
Route No. 6
Vehicle stay, evening period

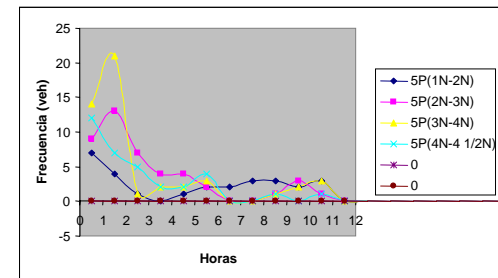


Uso de estacionamiento: fin de semana y festivos

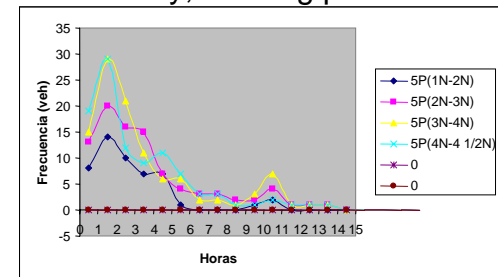
Day:
Route No. 6
Space occupancy and parked vehicles evolution



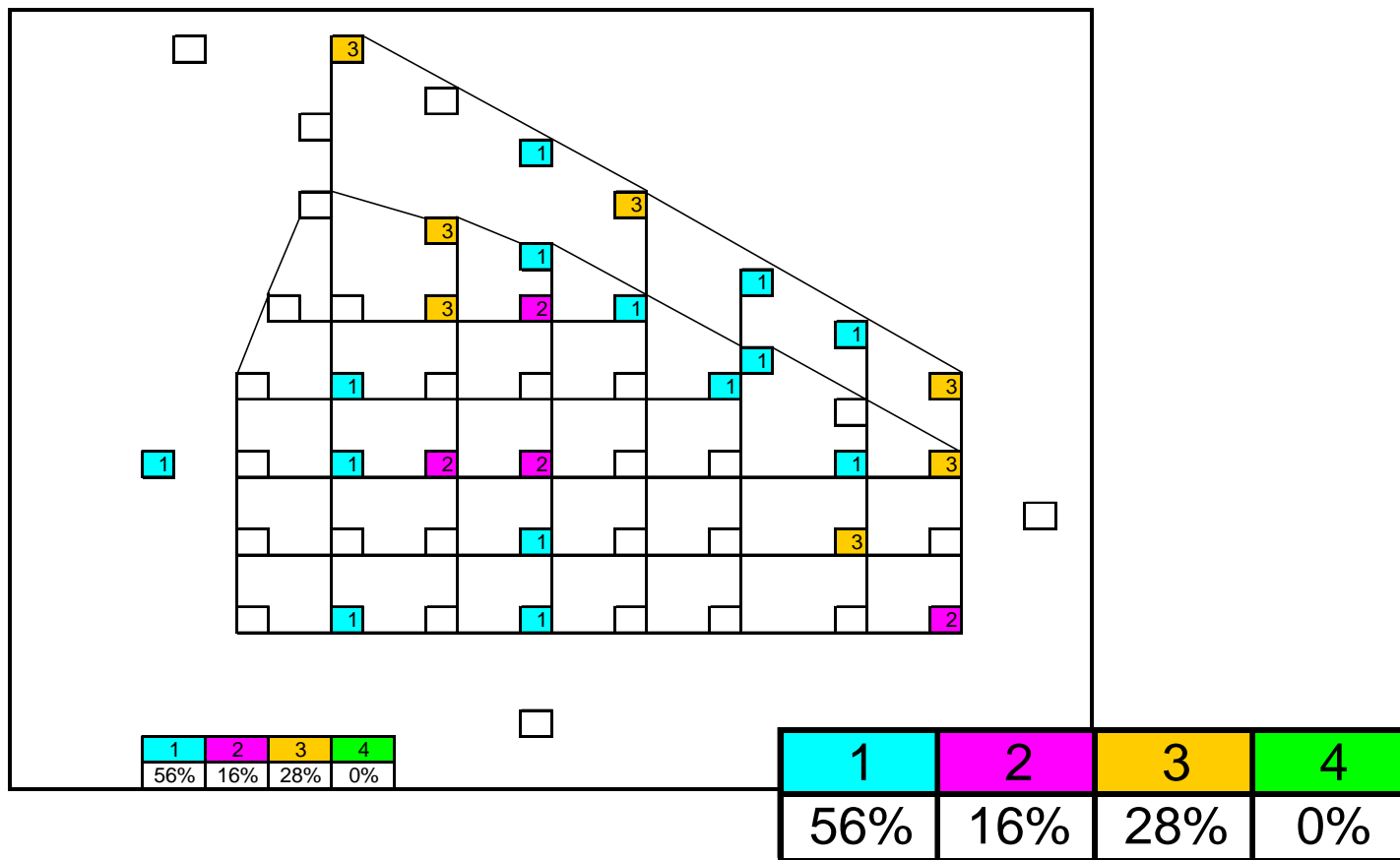
Day:
Route No. 6
Vehicle stay, morning period



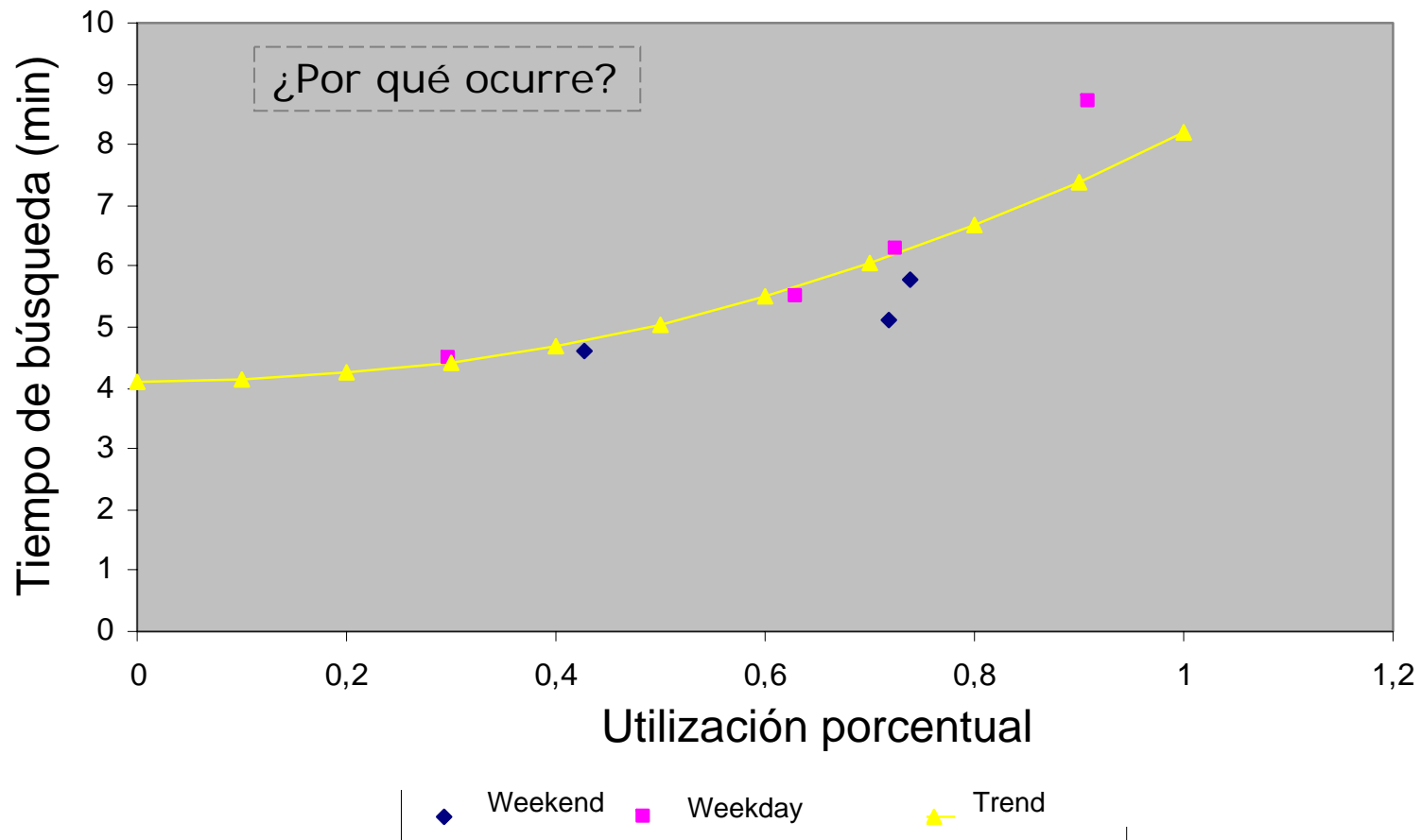
Day:
Route No. 6
Vehicle stay, evening period



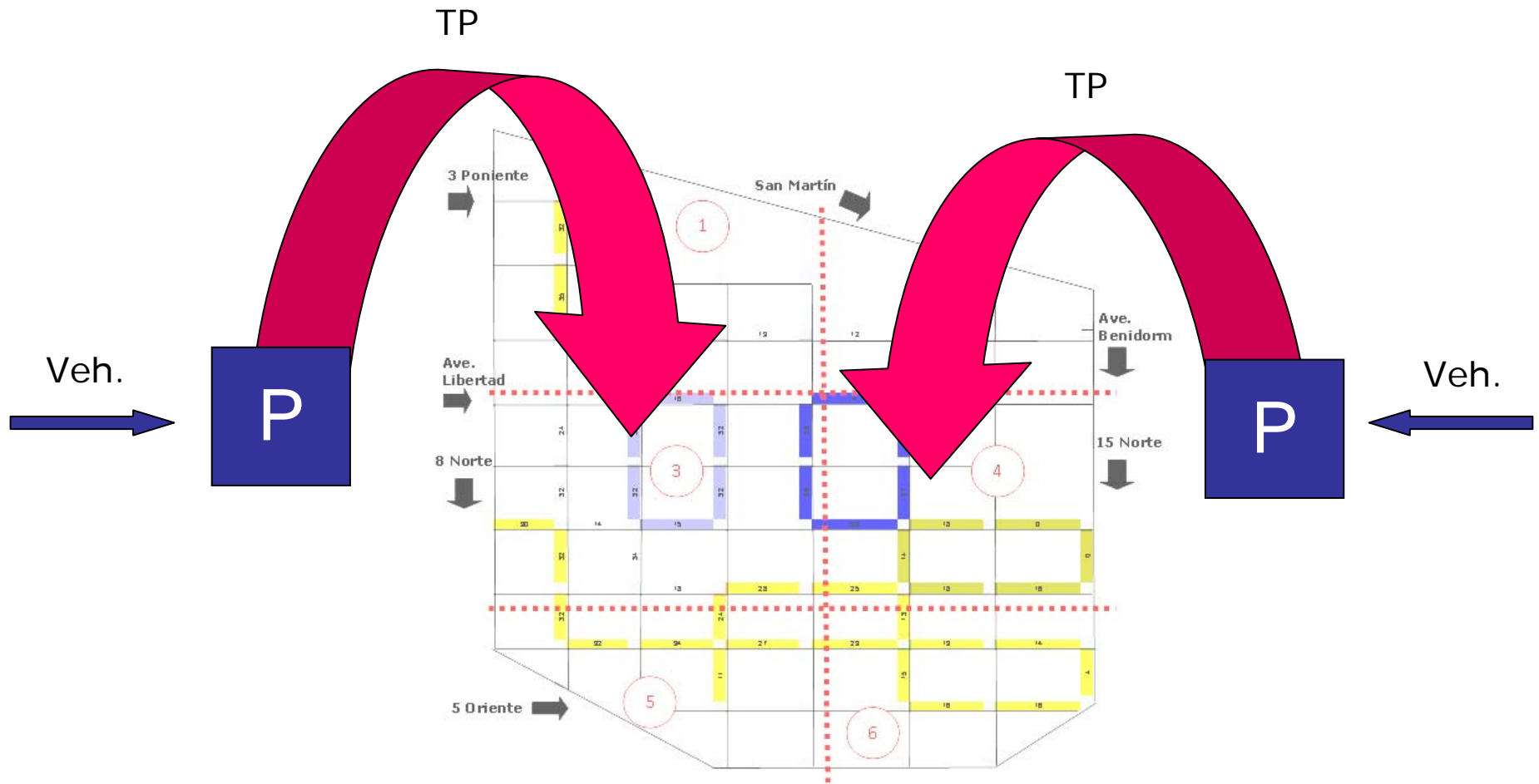
Ubicación de destinos preferidos y actividades



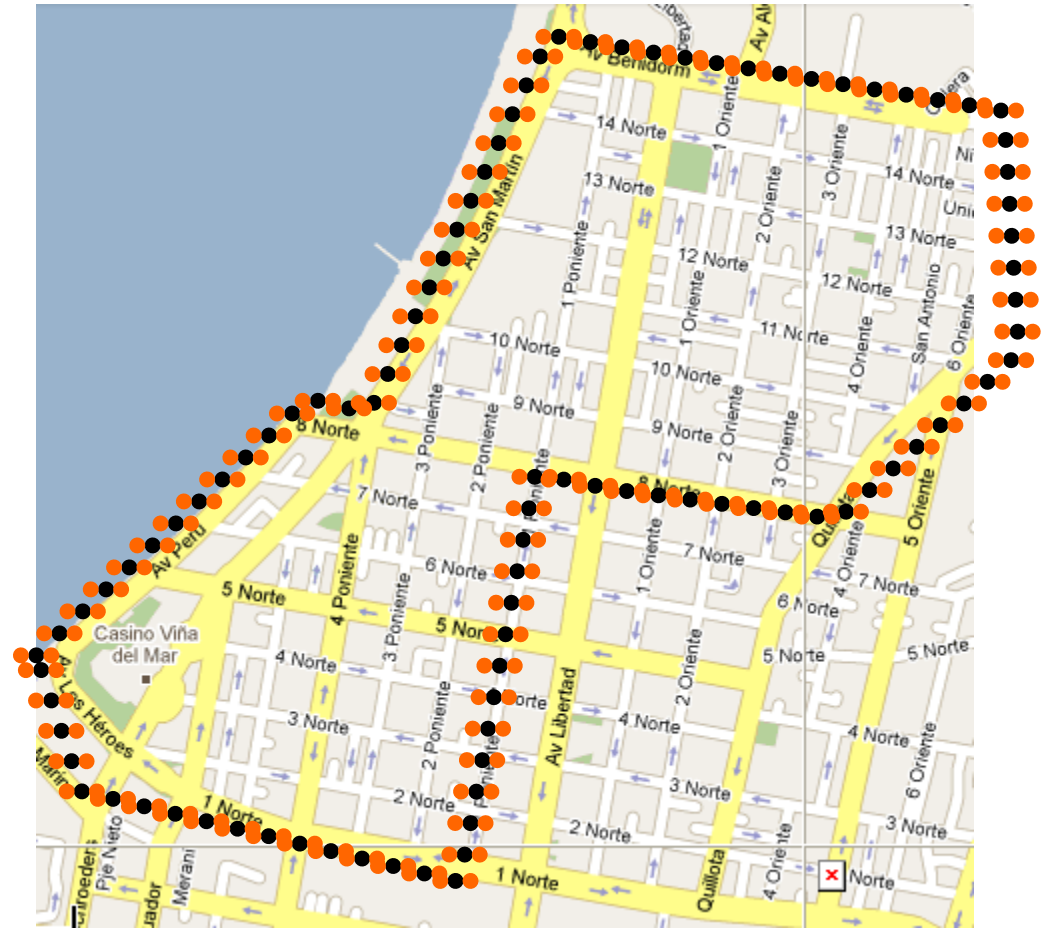
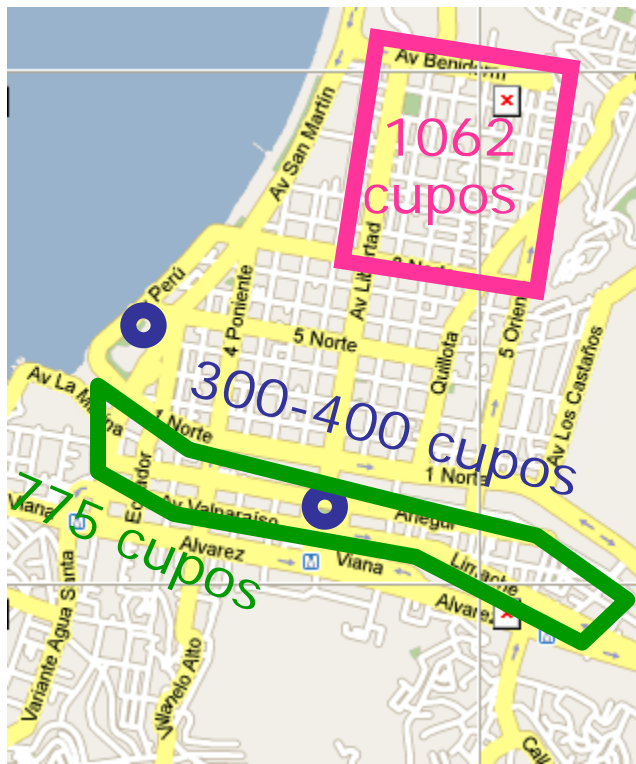
Tiempo de búsqueda en función de utilización



Causa 1: No hay Park&Ride



Causa 2: Sin estacionamiento subterráneo



Causa 3: Estacionamiento gratuito / sin cobro



Causa 4: No hay control o fiscalización

8:00 am – 6:00 pm

11%



Below occupancy
threshold 75%

6:00 pm – 8:00 am

19%



Above occupancy
threshold 75%

Causa 5: los conductores desconocen la disponibilidad



Causa 5: los conductores desconocen la disponibilidad



Causa 6: Estudios y planificación inadecuada

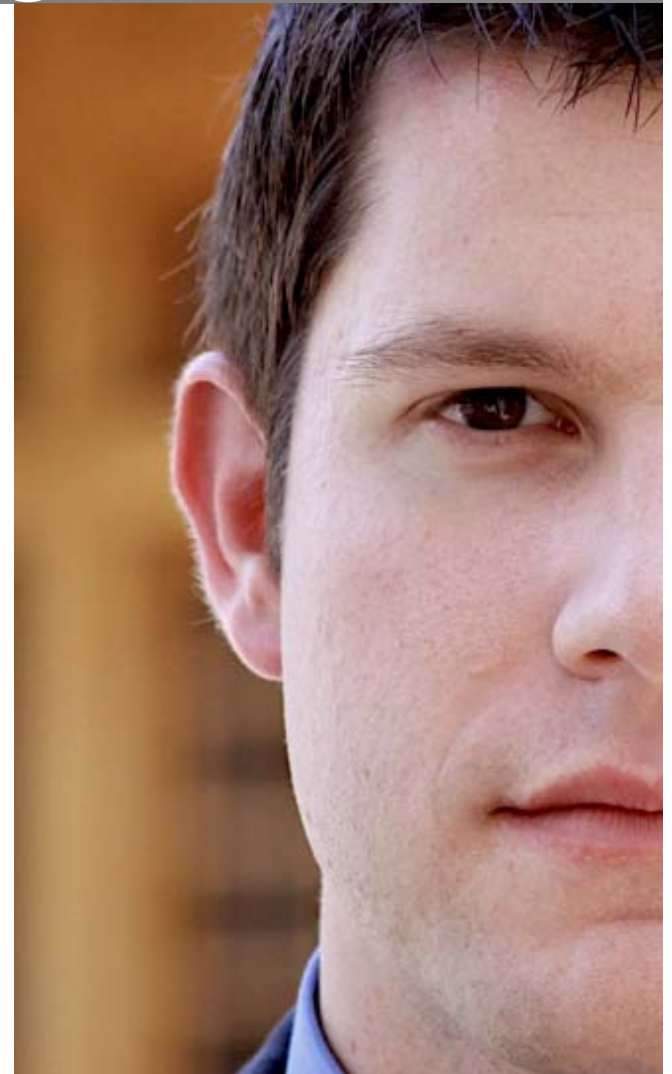


- » EISTU: nuevas edificaciones
- » Tácticos con o sin reasignación: flujo vehicular
- » Demoras, coordinación de semáforos y % de saturación
- » Tiempo de búsqueda, localización, tarifas, oferta y planificación

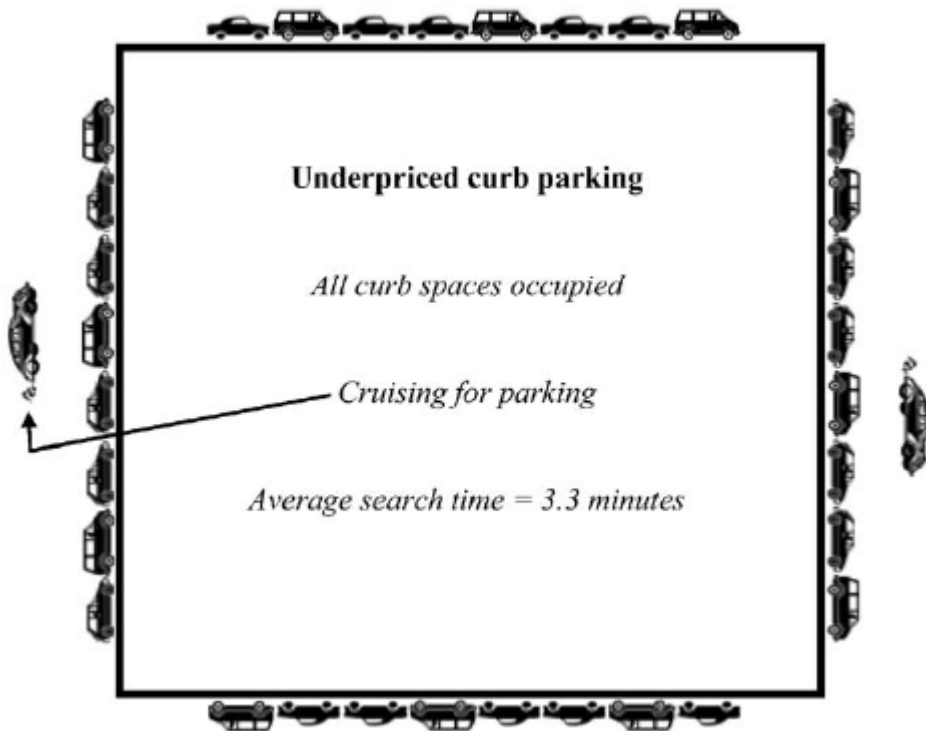
Causa 7: Percepción de los conductores



- » Los individuos intentan maximizar su utilidad
- » Factores del individuo: edad, sexo, GSE, o-d
- » Oferta de estacionamiento: acceso, búsqueda, pago, caminata
- » Modelos de elección discreta con capacidad de predicción



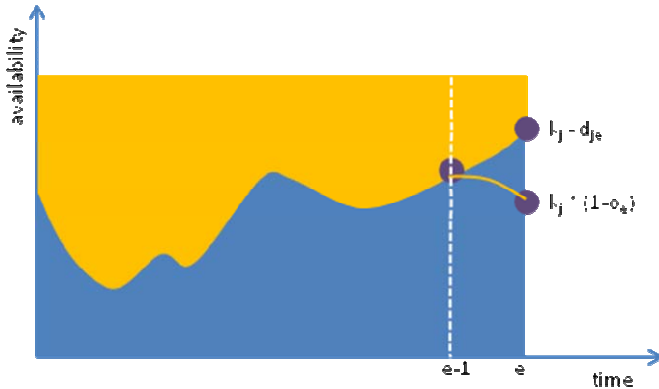
Experiencia 1: caso de San Francisco (EE.UU.)



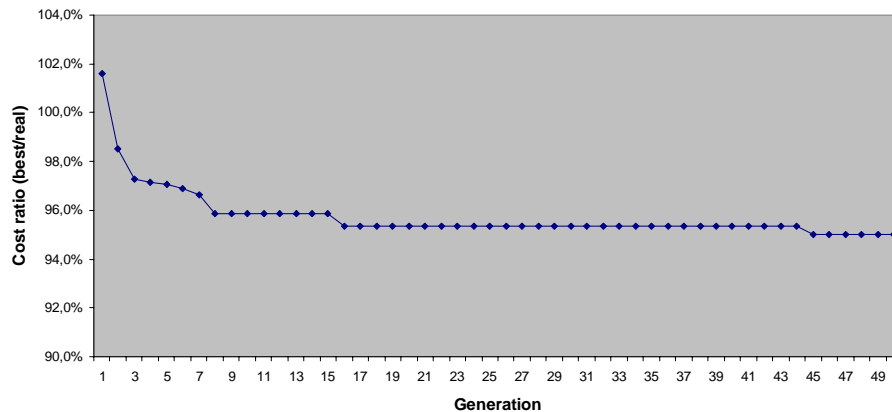
Experiencia 2: caso Tama New Town (Japón)

» Estacionamiento 1	Estacionamiento 2	Estacionamiento 3
» 50% → LIBRE	30% → LIBRE	45% → LIBRE
» 90% → LLENO	60% → LIBRE	75% → LIBRE
» 97% → LLENO	80% → LIBRE	90% → LLENO
» 98% → LLENO	89% → LIBRE	95% → LLENO
» 96 % → LLENO	97% → LLENO	89% → LIBRE

Experiencia 3: medio ambiente y emisiones



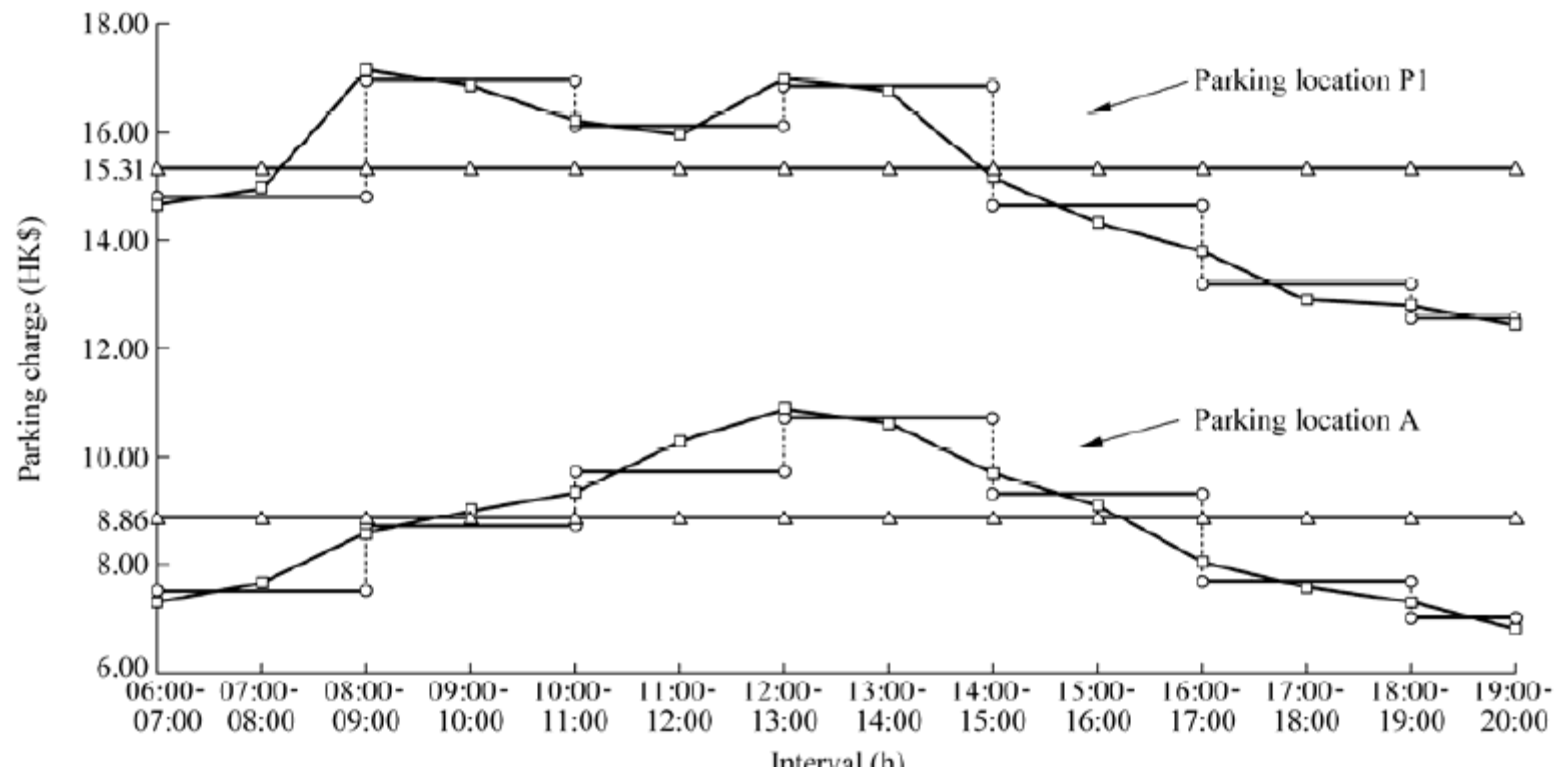
$$\min Y = \sum_j \left[\left(\lambda_e^m \sum_{\delta} z_{\delta e} P_j^{\delta}(t_{je}) \right) \left(\omega_1 \sum_{\delta} (z_{\delta} w_{j\delta}) + \omega_2 v_j + \omega_3 t_{je} \right) \right]$$



-1,94% Km/h → 27471
Km/año en 50% de zona
estudiada

Se realiza en tiempo real

Experiencia 4: una tarifa para cada hora del día



Experiencia 5: planificación de concesiones

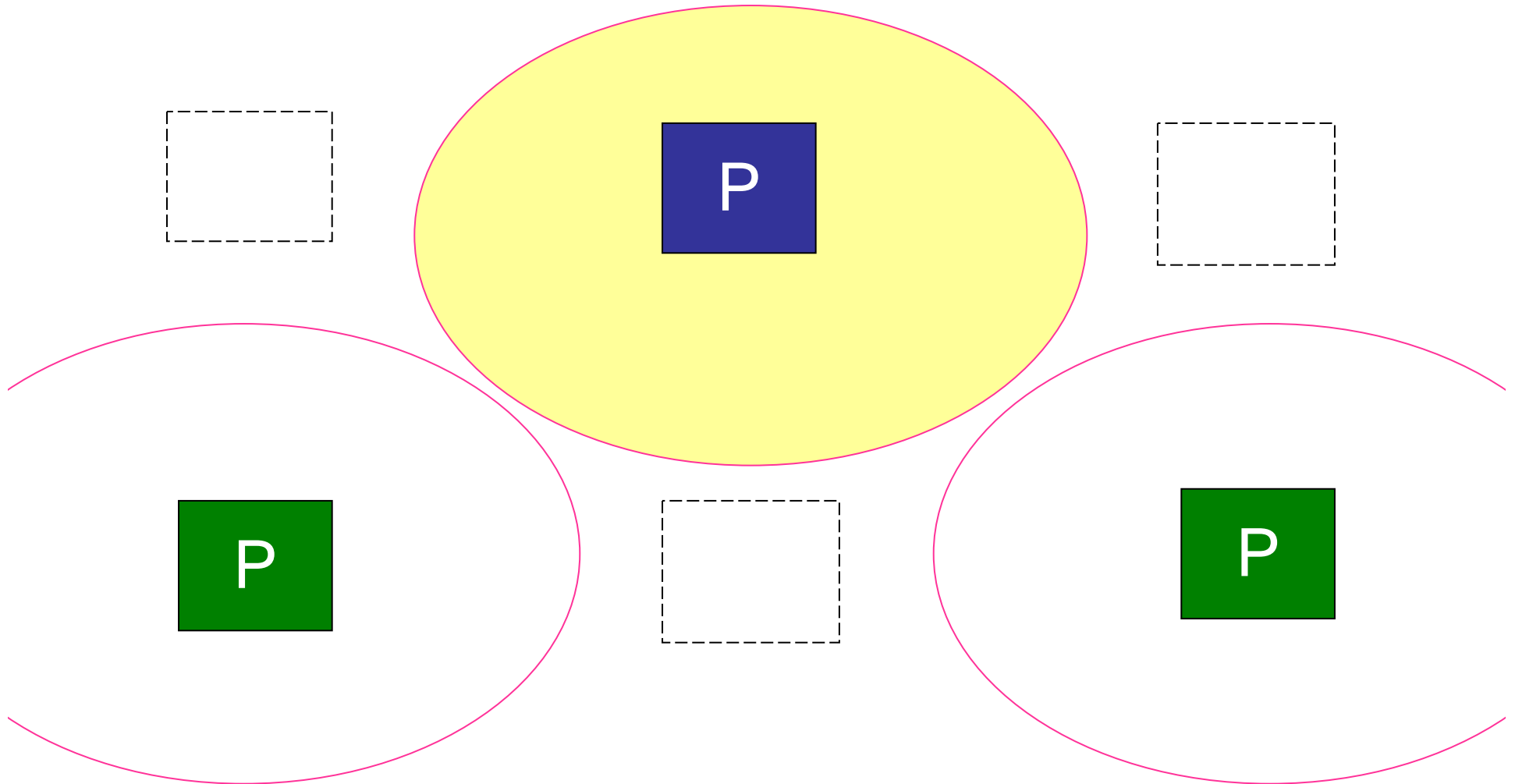


$$\text{Max } Z = \sum_{i \in N} \sum_{s \in S} r_s \cdot \lambda_i^s \cdot T_i^s - \sum_{i \in N} y_i \cdot F_i$$

$$x_{ij}^s = \frac{e^{-C_{ij}^s}}{\sum_{k \in N} y_k e^{-C_{ik}^s} + \sum_{k \in M} e^{-C_{ik}^s}}$$



Experiencia 5: zonas protegidas



Estrategias de cobro diferenciado

Táctica	Objetivos					
	Reducción de la congestión en vías	Aumentar la rotación	Aumentar el recaudo	Mejorar la calidad ambiental	Promover actividades económ.	Equidad en aparcamiento
Aumento del cobro	+	+	+	+	-	
Disminución del cobro	-	-	-	-	+	
Cobro preferencial a usuarios de corta duración		+	-		+	+
Tarifa preferencial a <i>carpool/vanpool</i>	+		-	+		+
Cobro diferenciado espacialmente		+			+	+
Sobrecargo en hora punta	+	+	+	+		
Impuestos	+	+	+	+	-	
Descuentos a clientes	-		+/-	-	+	

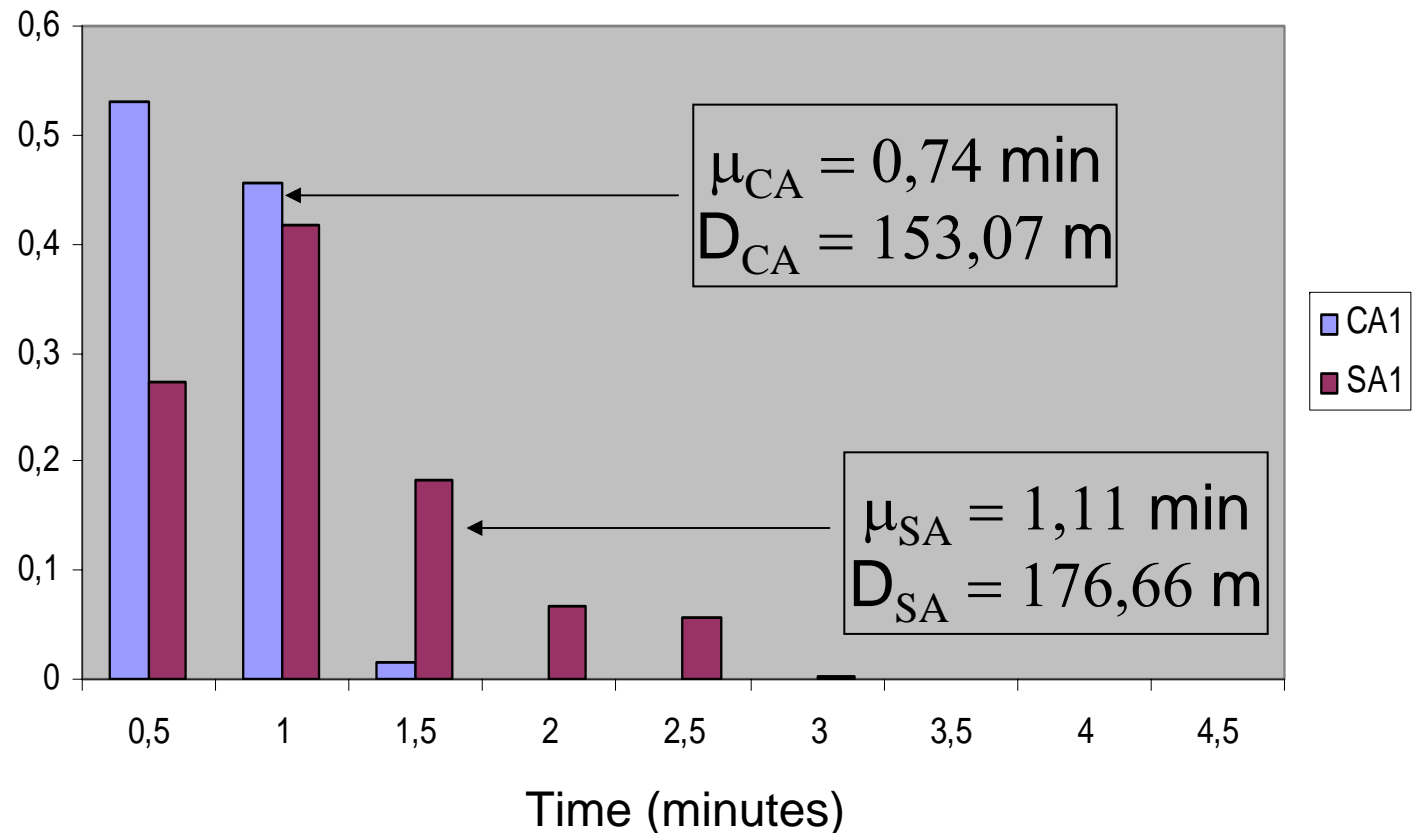
Estrategias de cobro diferenciado

Táctica	Respuesta					Temporal
	Espacial *	Modal			Total niveles	
		Auto	<i>Carpool</i> <i>Vanpool</i>	Transito		
Aumento del cobro	(-)	-	+	+	-	
Disminución del cobro	(+)	+	-	-	+	
Cobro preferencial a usuarios de corta duración	+ (-)	-	+	+	-	
Tarifa preferencial a <i>carpool/vanpool</i>	+ (-)	-	+	-	-	
Cobro diferenciado espacialmente	+					
Sobrecargo en hora punta	+ (-)	-	+	+	-	+
Impuestos	(-)	-	+	+	-	
Descuentos a clientes		+			+	

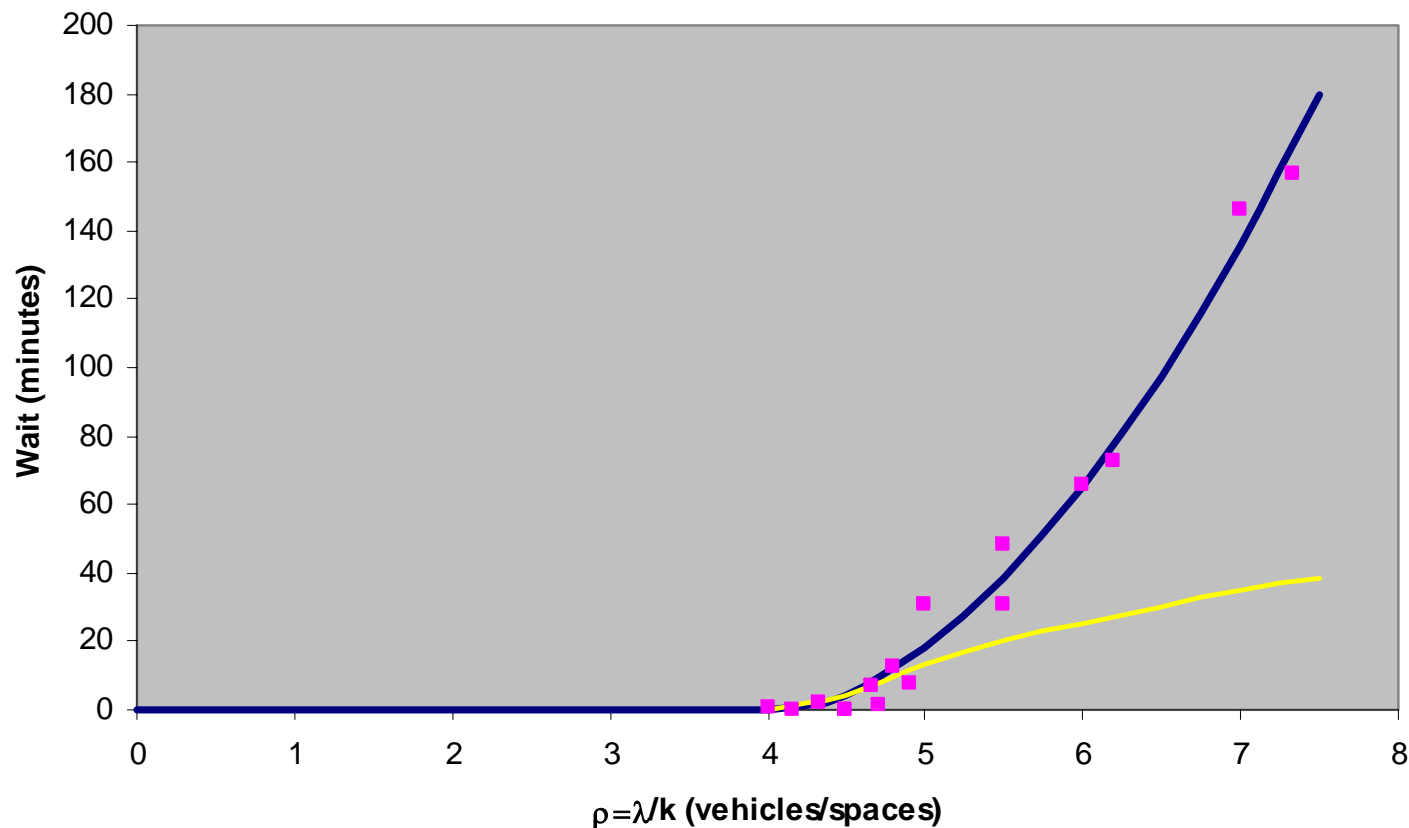
Tecnología permite reducir el tiempo de búsqueda

P
PARKING
FULL

N-1: 08
N-2: 42
N-3: 80
N-4: 97



Tecnología permite reducir el tiempo de espera



Nuevos desafíos y estrategias

- » Información de disponibilidad-guiado en parquímetros
- » Cobrar y permitir variación horaria de la tarifa
- » Information management: gestionar la información de la disponibilidad
- » Aumentar la eficiencia al eliminar un proceso: el pago
- » Pronóstico de disponibilidad y reserva de espacios



Estrategias de regulación de demanda de estacionamientos

Escuela de Ingeniería de Transporte PUCV

Dr. Félix A. Caicedo Murillo