

Cómo afecta la densidad de pasajeros en los tiempos de carga y descarga del transporte público

Rodrigo Fernández – Andrés Martabid
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Universidad de los Andes

Contenido

Introducción

Trabajo previo

Experimentos

Resultados

Conclusiones

Densidad de pasajeros en tiempos de carga/descarga transporte público

Introducción

Capacidad (Q) = máximo número de vehículos (trenes, buses, autos, ciclos, etc.) que puede pasar por un elemento vial (tramo, intersección, estación, parada, etc.) por unidad de tiempo...

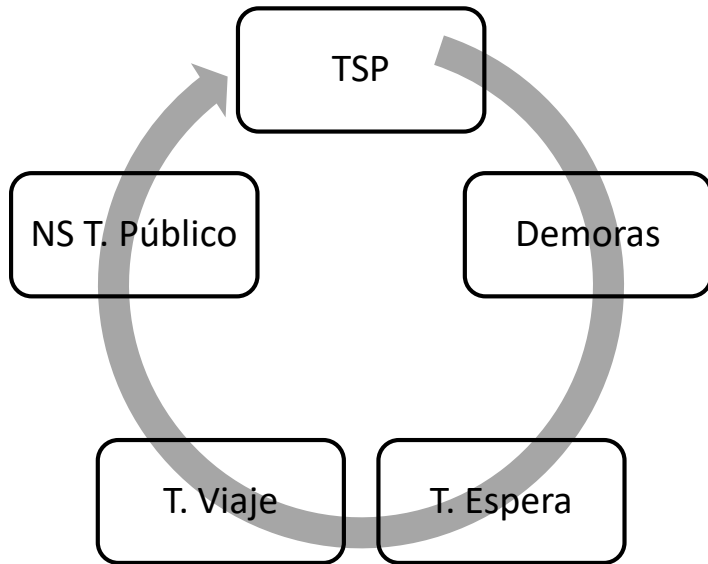
$$Q_{\text{parada}} = \frac{1}{h_{\text{min}}}$$

$$h_{\text{min}} = t_{\text{af}} + \text{TSP}_{\text{max}} + t_{\text{extra}}$$

$$\text{TSP}_{\text{max}} = \beta_0 + \beta_1 \text{Ps}_{\text{max}} + \beta_2 \text{Pb}_{\text{max}}$$

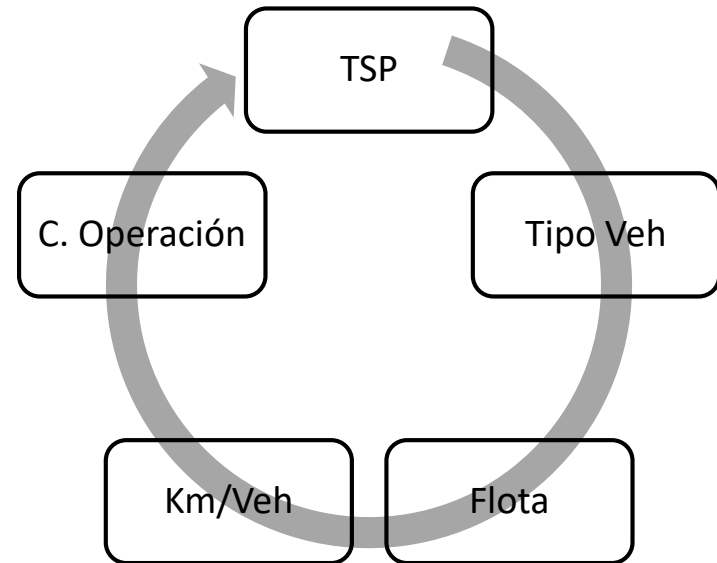


“Capacity is about business...” (Tyler, 2015)



Social

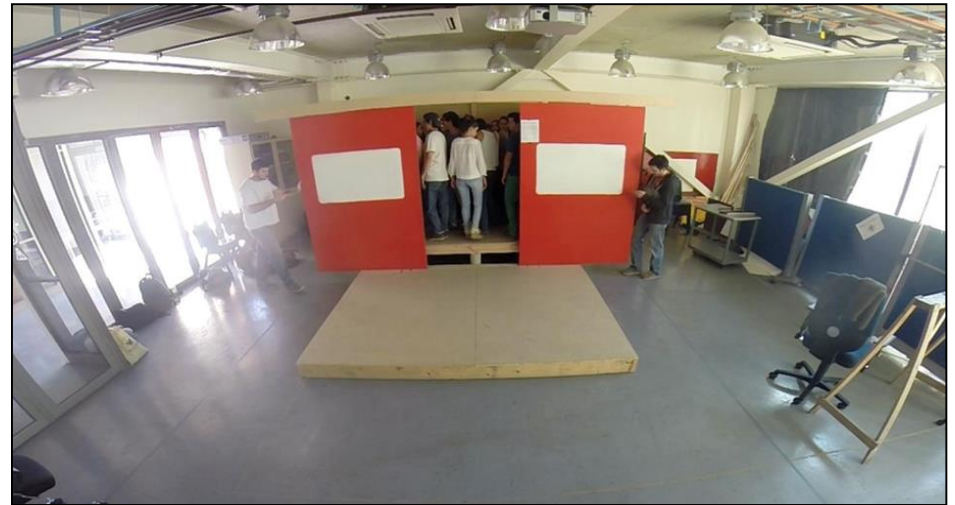
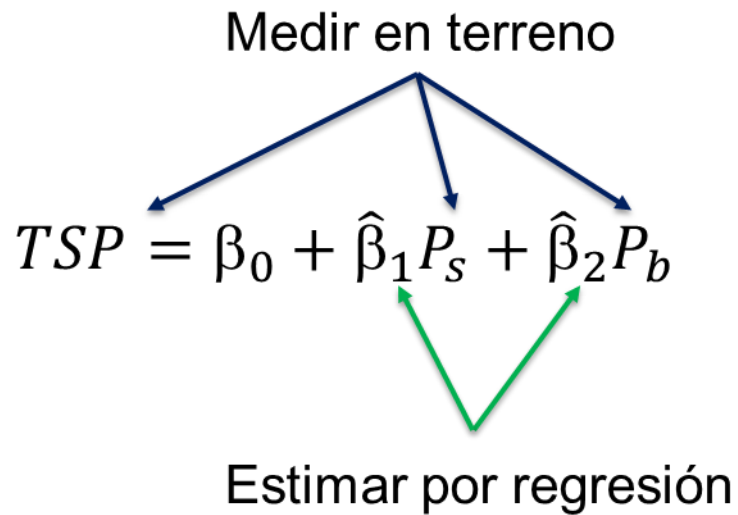
Privado



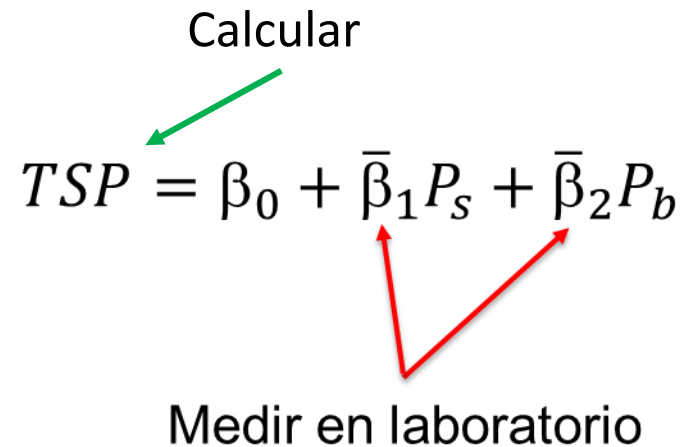
“...revenue depends on the time passenger take to board and alight trains in stations” (Tyler, 2015)



Método tradicional



Método experimental del LDH



Densidad de pasajeros en tiempos de carga/descarga transporte público

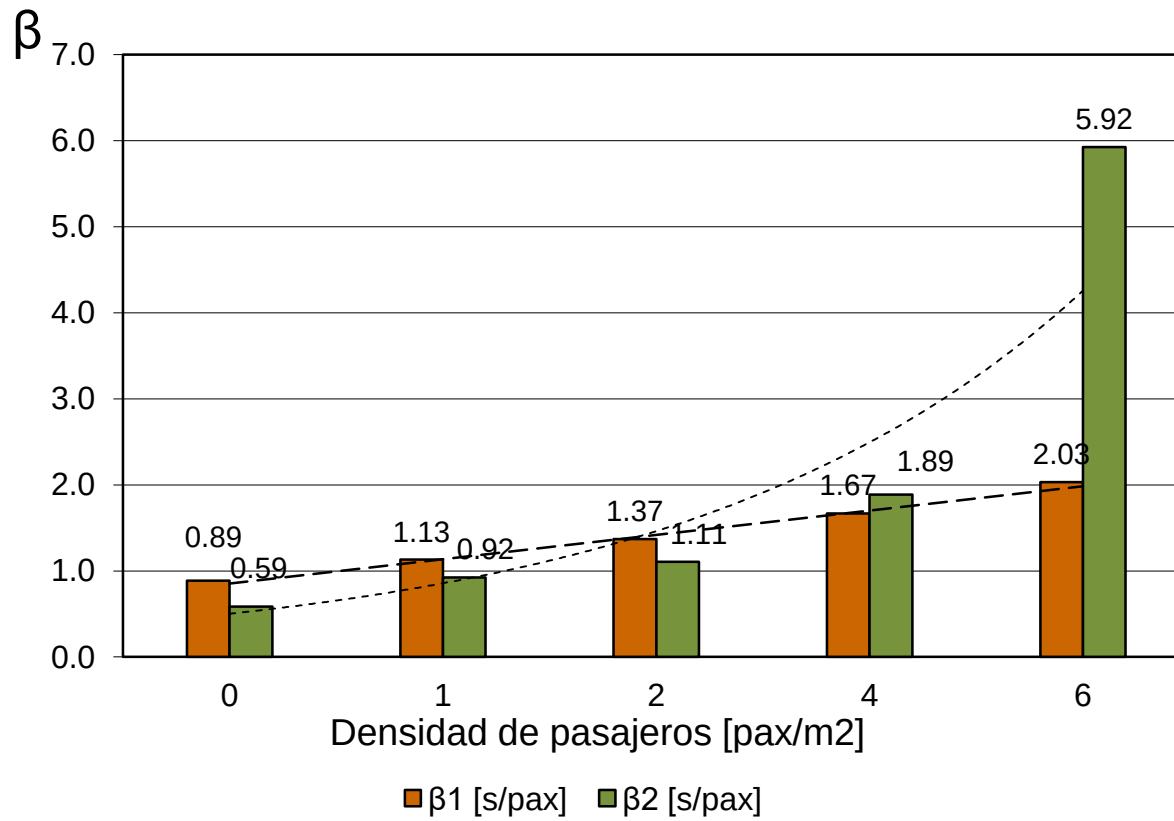
Trabajo previo



UCL (2009)
Pedestrian
Accessibility and
Movement
Environment
Laboratory

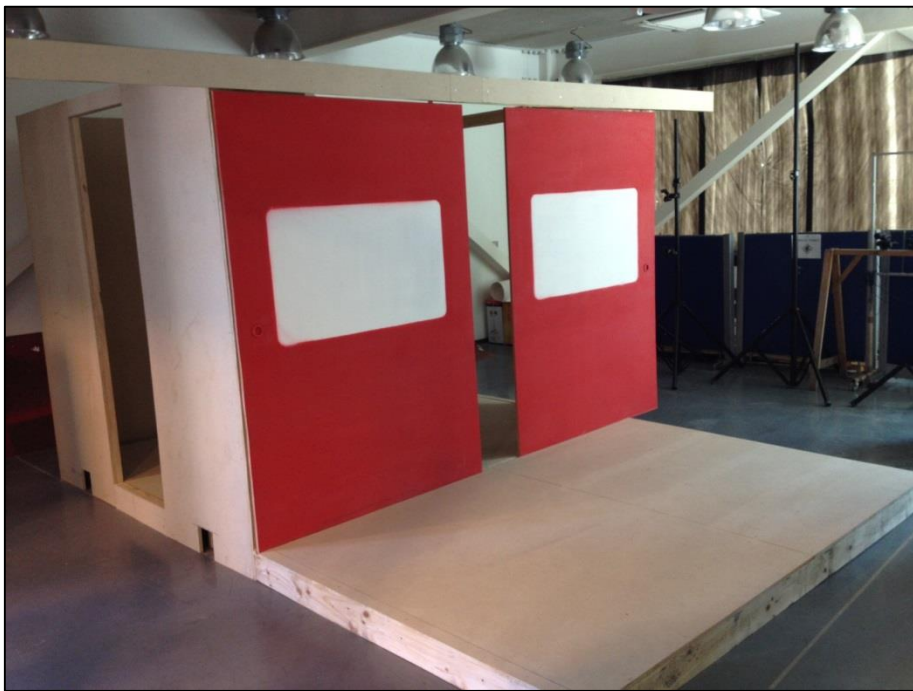


0-2-4-6 pass/m²



Densidad de pasajeros en tiempos de carga/descarga transporte público

Experimentos

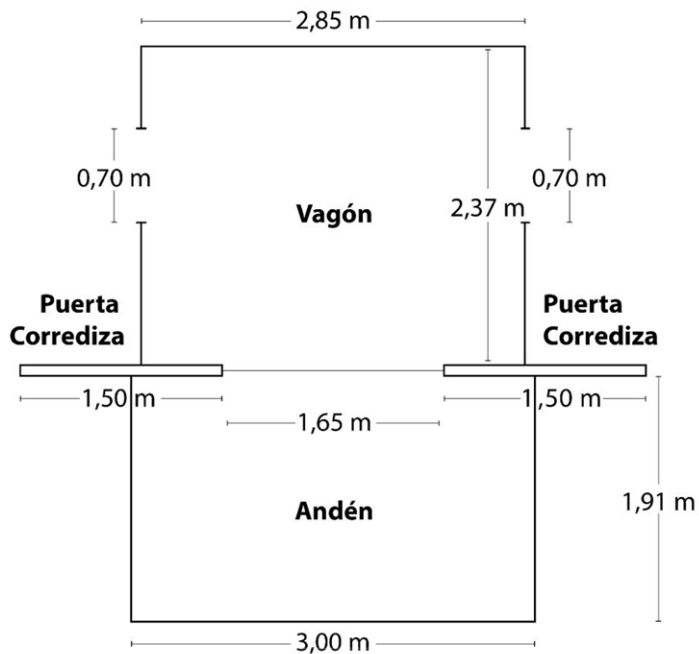


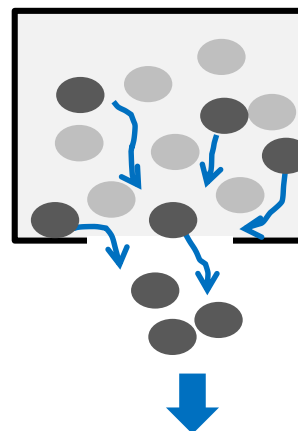
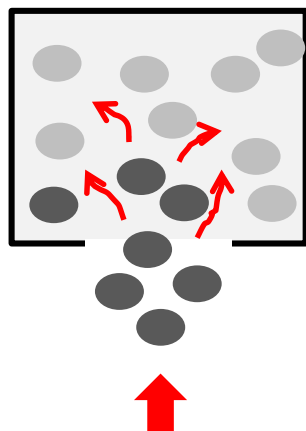
UANDES (2016)

Laboratorio de

Dinámica

Humana





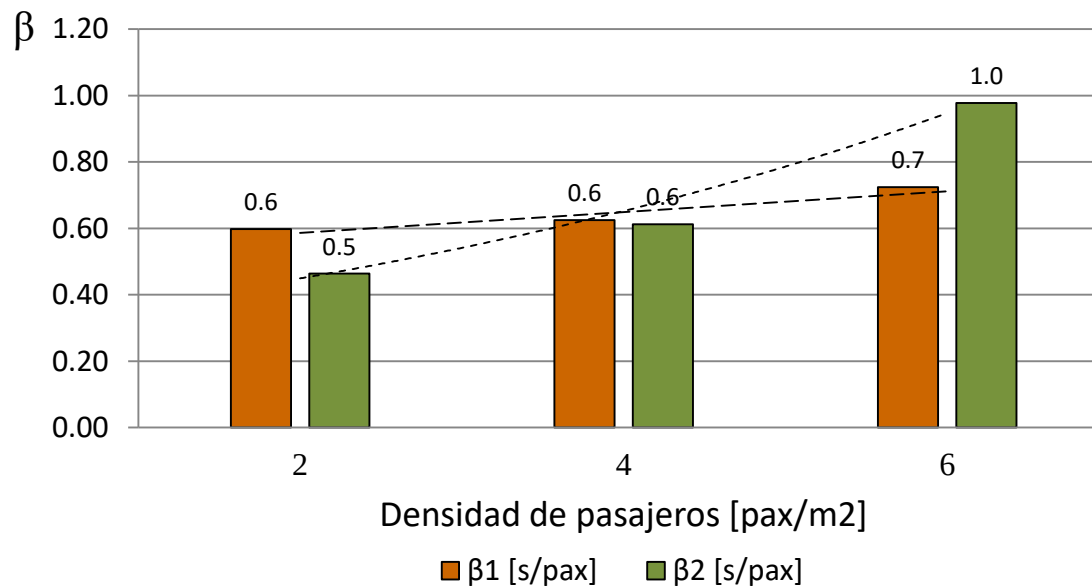
Repetición	Pax sube	Tiempo subida (s)	Pax baja	Tiempo bajada (s)	Tiempo marginal subida (s/pas)	Tiempo marginal bajada (s/pas)
1						
2						
i	Ps_i	Ts_i	Pb_i	Tb_i	$\beta 1_i = Ts_i / Ps_i$	$\beta 2_i = Tb_i / Pb_i$
...						
n						
Promedio	Ps	Ts	Pb	Tb	$\beta 1 = \Sigma_i \beta 1_i / n$	$\beta 2 = \Sigma_i \beta 2_i / n$

Densidad de pasajeros en tiempos de carga/descarga transporte público

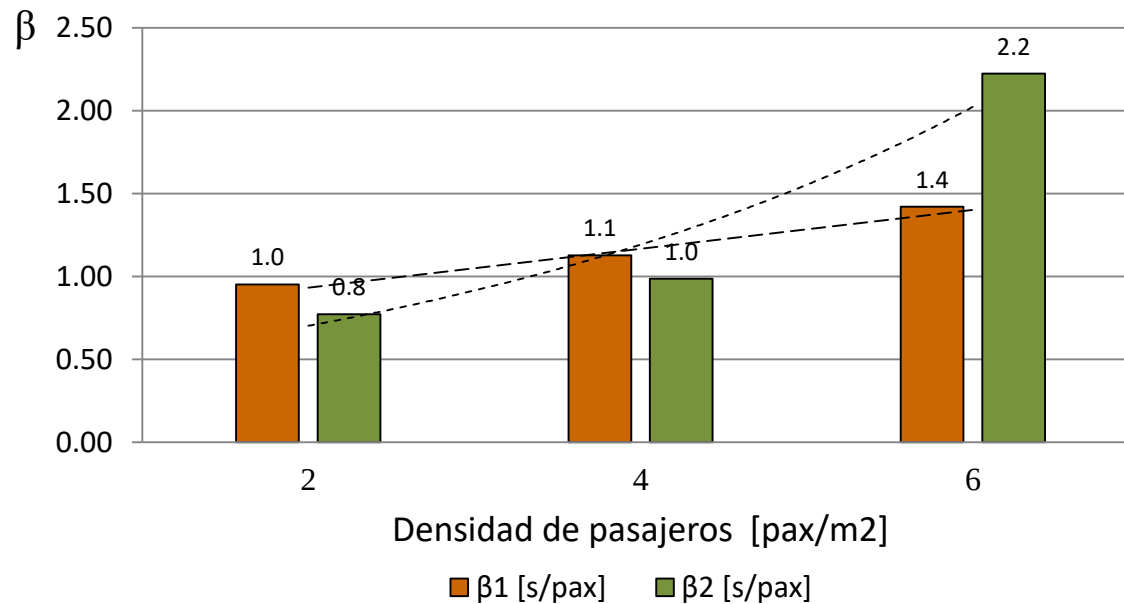
Resultados

Densidad [pax/m ²]	Pasajeros que suben	Pasajeros en el vehículo	Tiempo subida [s]	β_1 [s/pax]
2	35	14	20,9	0,6
4	22	22	13,8	0,6
6	8	41	5,8	0,7

Densidad [pax/m ²]	Pasajeros que bajan	Pasajeros en el vehículo	Tiempo bajada [s]	β_2 [s/pax]
2	35	14	16,2	0,5
4	22	22	13,5	0,6
6	8	41	7,8	1,0



	Nombre del paradero	Código Transantiago	Período
1	Parada 2 – Plaza Italia	PC 1147	07:27 – 08:17
2	Parada 7 – Metro Tobalaba	PC 1220	07:56 – 08:33
3	Parada 8 – Metro Escuela Militar	PC 57	19:34 – 20:06
4	Parada 3 – Metro Francisco Bilbao	PC 475	08:30 – 09:21
5	Parada 9 – Metro Pedro de Valdivia	PC 3	19:06 – 19:57
6	Parada 6 – Metro Pedro de Valdivia	PC 349	18:39 – 19:31
7	Parada 1 – Metro Francisco Bilbao	PC 618	08:09 – 08:55
8	Parada 5 – Metro Escuela Militar	PC 876	09:07 – 10:00
9	Parada 4 – Metro Manquehue	PC 1066	07:56 – 08:36



Densidad [pax/m ²]	β1 [s/pax]		Diferencia	β2 [s/pax]		Diferencia
	Observado	Laboratorio		Observado	Laboratorio	
2	1,0	0,6	60%	0,8	0,5	63%
4	1,1	0,6	55%	1,0	0,6	60%
6	1,4	0,7	50%	2,2	1,0	46%

Densidad de pasajeros en tiempos de carga/descarga transporte público

Conclusiones

Generales

Ventaja experimentos LDH → 1 variable ceteris paribus

Vías, vehículos, andenes NO existentes ¿Puertas 2,50 m?

Pax que NO usan T. Público ¿Necesidades diferentes?

Específicas

Pax/m² → aumenta β_1 β_2 → ¡Obvio! ¿Cuánto?

Valor absoluto β_1 β_2 distinto reales → ¡Obvio! ¿Cuán distinto?

Tendencia consistente PAMELA – LDH – ZP

β_1 → lineal β_2 → exponencial ≥ 4 pax/m² (Vuchic, 1981)

β_1 → empujan β_2 → buscan ruta puerta

Limitaciones → sujetos homogéneos: estudiantes

$$t_{obt} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n-1)*S_1^2 + (m-1)*S_2^2}{n+m-2}} * \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}}$$

$$gl = (n - 1) + (m - 1)$$

Tabla 8. Análisis estadísticos de tiempos marginales de carga.

Caso	Simulaciones	gl	X	Y	S_1^2	S_2^2	tobt	tcrit	Test Hipótesis
2-4 [pax/m2]	30	58	0,598	0,625	0,003	0,005	1,637	1,674	Se acepta Ho
4-6 [pax/m2]	30	58	0,625	0,724	0,005	0,009	4,583	1,674	Se rechaza Ho

Tabla 9. Análisis estadísticos de tiempos marginales de descarga.

Caso	Simulaciones	gl	X	Y	S_1^2	S_1^2	tobt	tcrit	Test Hipótesis
2-4 [pax/m2]	30	30	0,464	0,612	0,004	0,009	7,012	1,674	Se rechaza Ho
4-6 [pax/m2]	30	30	0,612	0,978	0,009	0,049	8,293	1,674	Se rechaza Ho