



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

ICT-2904 Ingeniería de Sistemas de Transporte

Profesores: Felipe Delgado – Ricardo Giesen – Patricia Galilea –

Ricardo Hurtubia – Juan de Dios Ortúzar – Juan Carlos Herrera –

Homero Larraín – Juan Carlos Muñoz – Luis Rizzi

Segundo Semestre 2016

Examen

Tiempo total: 2 horas 45 minutos.

INSTRUCCIONES

- Se recomienda leer cuidadosamente toda la prueba antes de comenzar.
- Se debe poner el número de alumno en cada una de las hojas del cuadernillo
- Sólo se permite el uso de calculadoras no programables. No se permite tener dispositivos que permitan almacenar información ni comunicación con terceros.
- La prueba tiene 70 puntos en total y los puntajes de cada pregunta están indicados al comienzo de cada una.
- Las preguntas deben agruparse de la siguiente manera: 1 y 2 juntas, 3 y 4 juntas, 5 y 6 juntas, 7 y 8 juntas, 9 y 10 juntas y 11 sola.

PREGUNTAS:

1) (8 Puntos en Total) De acuerdo a la lectura “*Transantiago: Historia de dos ciudades*” conteste:

- a. (4 Puntos) Explique por qué en el diseño de la licitación original se buscaba que el riesgo de demanda para los operadores se mantuviera bajo. ¿Qué medidas se adoptaron para lograr esto?
- b. (4 Puntos) ¿Cómo debiera, según los autores, cambiar el riesgo asociado a la de demanda en la operación futura del sistema? ¿Cómo debería variar este riesgo por tipo de servicio y por qué?

2) (6 Puntos en Total) Debido a la escasez de terrenos y al sostenido crecimiento de la población en Santiago, se tienen en carpeta dos proyectos:

- Cambiar el plan regulador permitiendo la construcción de viviendas en la periferia de la ciudad aumentando el área habitable de la región.
- Aumentar la densificación en la zona céntrica y ejes principales de la ciudad.

Ocupando sus conocimientos adquiridos en el curso

- a. (4 Puntos) Explique para cada proyecto cómo cada una de estas medidas impactará el sistema de Transporte tanto público como privado, el sistema de Actividades y la estructura de flujos. Diferencie los efectos tanto en el corto como en el largo plazo.
- b. (2 Puntos) Mencione para cada proyecto dos medidas concretas y atingentes que permitan atacar los problemas de congestión que posiblemente se producirán a futuro.

- 3) **(10 Puntos en Total)** Se dispone de información acerca de un corredor de transporte en que operan autos (A), buses (B) y metro (M). Se ha estimado un modelo Logit Multinomial que entrega las siguientes utilidades representativas: $V_A = -1$; $V_B = -1,5$ y $V_M = -2$.
- (6 puntos) Calcule en cuánto debiera mejorar la utilidad representativa del metro para lograr un 20% de la partición modal. Considere sólo cambios en este modo de transporte.
 - (4 puntos) Escriba una ecuación que represente el conjunto de mejoras posibles para los modos metro y bus, de manera que se logre reducir la actual partición modal del auto en 10%.
- 4) **(6 puntos)** Usted, como alcalde de su ciudad, ha encargado a cinco consultores la estimación de un modelo de generación de viajes diarios por hogar. Los modelos entregados son los siguientes:

Consultor A)	$V_h = 0,3 + 0,5 \cdot Autos_h + 0,7 \cdot Pers_h + 0,0009 \cdot I_h$
Consultor B)	$V_h = 0,2 + 0,4 \cdot Autos_h + 0,6 \cdot Pers_h + 0,0005 \cdot I_h + 0,1 \cdot K_h$
Consultor C)	$V_h = 0,4 + 0,9 \cdot Autos_h + 1,7 \cdot Pers_h - 0,0011 \cdot I_h$
Consultor D)	$V_h = 7,5 - 0,5 \cdot Autos_h - 0,3 \cdot Pers_h$
Consultor E)	$V_h = 3,4 + 0,6 \cdot Autos_h + 0,7 \cdot Pers_h$

Donde

- $Autos_h$ es el número de autos que posee el hogar h
- $Pers_h$ es el tamaño (número de personas) del hogar h
- I_h es el ingreso (en miles de pesos) del hogar h
- K_h es el rendimiento en carretera (km/lt) del vehículo perteneciente al hogar h

La siguiente tabla muestra el nivel de ajuste (R^2) de los modelos propuestos por cada consultor

Consultor	R^2
A	0.82
B	0.80
C	0.93
D	0.98
E	0.82

¿Qué modelo(s) elegiría para modelar la generación de viajes en su ciudad? Justifique

- 5) **(5 puntos)** En una vía circulan autos a 50 km/h y buses a 20 km/h. Durante una hora se contaron 1000 autos y 200 buses. Determine la velocidad media espacial y temporal del flujo total.
- 6) **(5 puntos en Total)** En una “pista sólo bus” la relación entre la velocidad y la concentración está dada por la siguiente expresión: $v(k) = 50 - \frac{5k}{7}$.
- (3 puntos) Asumiendo que cada bus tiene capacidad de 60 pasajeros, determine el flujo máximo de pasajeros que pueden pasar por un punto de esa pista sólo bus.
 - (2 puntos) Determine la función que representa el costo de recorrer 5 km de esta vía en función de la densidad, asumiendo que sólo el tiempo de viaje impacta en ese costo. ¿Cómo cambia esa función si se desea agregar el costo del pasaje?

- 7) **(5 puntos)** Demuestre que la ecuación fundamental del tráfico basada en la continuidad de los vehículos: $Flujo = Densidad * Velocidad$

Es equivalente a la expresión propia de una línea de transporte público que indica:

$$Tamaño\ de\ la\ flota = Velocidad\ operacional * Tiempo\ de\ ciclo.$$

- 8) **(8 puntos)** Considere un servicio de buses en que los intervalos entre buses consecutivos son una variable aleatoria i.i.d. de acuerdo a la siguiente función de probabilidad: cada intervalo será exactamente 1, 5 ó 9 minutos con igual probabilidad. Determine la esperanza del tiempo de espera de un usuario que llega al paradero en un instante cualquiera (todos los instantes tienen igual probabilidad de que el usuario llegue). Compare este valor con la esperanza del tiempo de espera si los intervalos fuesen siempre idénticos (manteniendo la misma frecuencia de buses en el paradero).

- 9) **(6 puntos en Total)** Suponga una función de demanda perfectamente elástica por realizar viajes en un par O-D específico. Suponga por otro lado que la curva de costo medio percibido de viaje tiene pendiente positiva.

- (2 puntos) Grafique esta situación e identifique el par (cantidad de viajes - costo de viaje) que representa el equilibrio de mercado.
- (2 puntos) Suponga un proyecto de transporte que incrementa la capacidad vial. En su gráfico anterior, grafique la nueva curva de costos medios percibidos de viaje y señale en nuevo equilibrio (cantidad de viajes - costo de viaje).
- (2 puntos) En el gráfico anterior, señale el área que entrega los beneficios del proyecto de transporte. En su respuesta, explique cómo se reparte tal beneficio entre excedente del consumidor y excedente del productor.

- 10) **(5 puntos)** Recordando la clase de tarificación dinámica, ¿por qué este tipo de tarificación debiera tener una mayor aceptación social que la tarificación estática?

- 11) **(6 puntos)** Considere un semáforo peatonal al que llegan peatones a una tasa constante de λ personas por minuto, y que cuando está en verde tiene una tasa de saturación (capacidad máxima de descarga) de μ personas por minuto, donde $\mu \geq \lambda$. ¿Cuál es la proporción mínima de verde, α , que permitiría no tener cola remanente de un ciclo a otro?

Para efectos de su análisis asuma que el semáforo puede estar solo en verde o rojo, y no existen pérdidas al cambiar de color, es decir, cuando se pone verde se puede descargar inmediatamente a tasa μ , y cuando se pone rojo inmediatamente dejan de pasar personas.