PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ICT 2213 – Modelos de Demanda de Transporte
Profesor: Sebastián Raveau

Guía Capítulo 3

1- Responda de manera breve y concisa (i.e. en no más de par de líneas) las siguientes preguntas sobre calibración y validación de modelos de distribución de viajes:

a) ¿Por qué Lagrange y Hyman debiesen entregar el mismo valor de β?
b) ¿Por qué no es necesario realizar todas las comparaciones posibles entre parejas de destinos al aplicar Berkson-Theil a un modelo simplemente acotado a orígenes?
c) ¿Por qué pudiese no ser conveniente hacer un test Chi-Cuadrado de histogramas de costo al comparar un modelo triproporcional con uno doblemente acotado a orígenes y destinos?
d) ¿Por qué es conveniente analizar gráficos de dispersión en vez de simplemente calcular correlaciones entre los viajes observados y modelados?

R:
a) Referirse al rol que cumple β y su relación con los costos de la matriz.
b) Referirse a la información que aportan las distintas comparaciones y a su potencial colinealidad.
c) Referirse a las restricciones que se imponen a un modelo triproporcional y que por construcción no cumple un modelo doblemente acotado.
d) Referirse a la información adicional que provee un adecuado análisis de datos.

2- A continuación, se presentan cinco aseveraciones. Indique si son verdaderas o falsas.

a) En un modelo triproporcional el orden de balanceo (entre orígenes, destinos y costos) es irrelevante pues la matriz resultante siempre será exactamente la misma.
b) Los ceros estructurales de una matriz de viajes obtenida a partir de una encuesta de movilidad (como la EOD) se deben corregir sembrando semillas.
c) En un modelo gravitacional doblemente acotado, mientras mayor sea el parámetro β, menor será el costo total de la matriz de viajes resultante.

d) Si se desea obtener una matriz de viajes a partir de conteos de tráfico, siempre será conveniente tener la mayor cantidad de conteos posible, de modo de contar con más información.

e) Como un modelo triproporcional posee más parámetros que un modelo gravitacional con una función de costo exponencial negativa, siempre tendrá una capacidad predictiva igual o superior.

R: 2.a) F / 2.b) F / 2.c) V / 2.d) F / 2.e) F

3- ¿Cuánto es la entropía (real, sin aproximaciones ni transformaciones) de la siguiente matriz de viajes?

	C	D
A	0	2
B	3	1

R: 60

4- Usted sabe que existen distintas aproximaciones para $\ln(T_{ij}!)$. En particular, considere las siguientes tres:

Stirling de primer orden: $\ln(T_{ij}!) \approx T_{ij} \cdot \ln T_{ij} - T_{ij}$

Stirling de segundo orden: $\ln(T_{ij}!) \approx \left(T_{ij} + 1/2\right) \cdot \ln T_{ij} - T_{ij}$

Burnside: $\ln(T_{ij}!) \approx \left(T_{ij} + 1/2\right) \cdot \ln\left(T_{ij} + 1/2\right) - \left(T_{ij} + 1/2\right)$

Indique ventajas y desventajas de utilizar cada una de estas aproximaciones en el contexto de modelos entrópicos de distribución de viajes.

R: Una respuesta correcta debe referirse a la calidad de la aproximación realizada y a la facilidad de implementación y uso del modelo de distribución de viajes resultante en cada caso.

5- Considere el siguiente modelo de distribución de viajes:

$$T_{ij} = t_{ij} \cdot D_j \cdot \frac{C_{ij}^{-\rho}}{\sum_{i'} C_{i'j}^{-\rho}}$$

¿Cuáles de las siguientes componentes posee el problema de optimización de maximización de entropía que da lugar a este modelo?

a) Una matriz a priori que modifica la función objetivo tradicional
b) Una restricción que acota a orígenes
c) Una restricción que acota a destinos
d) Una restricción lineal de costos
e) Una restricción logarítmica de costos

R: 5.a) V / 5.b) F / 5.c) V / 5.d) F / 5.e) V

6- Usted sabe que existen dos fuentes principales de datos para modelar distribución de viajes: encuestas de movilidad y conteos de tráfico. Realice un análisis comparativo, indicando ventajas y desventajas, de utilizar cada fuente de datos.

R: Una respuesta correcta debe referirse al nivel de detalle y al volumen de la información obtenida en cada caso.

7- En el contexto de modelos de distribución de viaje: ¿Qué efecto pueden tener los ceros en una matriz a priori t_{ij} utilizada para la obtención de una matriz T_{ij}? ¿Cómo puede diferenciar y corregir en la práctica los distintos tipos de ceros de la matriz *a priori*?

R: Una respuesta correcta debe referirse al impacto de los ceros en la matriz modelada, caracterizando brevemente los dos tipos de ceros, indicando cómo se podría intentar distinguirlos y cuál de ellos debe corregirse.

8- Usted posee la siguiente matriz observada de viajes:

t_{ij}	C	D
A	6	11
B	10	7

Usted calibró cuatro modelos alternativos de distribución de viajes, acotados a destinos. La función de impedancia es la multiplicación de una función exponencial negativa y una función de potencia. Los resultados de los modelos se muestran a continuación. ¿Cuál modelo elegiría usted?

Modelo 1

β = 0,378 (t = 2,55)

ρ = 0,091 (t = 2,32)

T_{ij}	C	D
A	8	9
B	8	9

Modelo 2

β = -0,102 (t = -3,78)

ρ = 0,254 (t = 2,47)

T_{ij}	C	D
A	7	10
B	9	8

Modelo 3

β = 0,421 (t = 2,76)

ρ = 0,121 (t = 1,97)

T_{ij}	C	D
A	2	15
B	14	3

Modelo 4

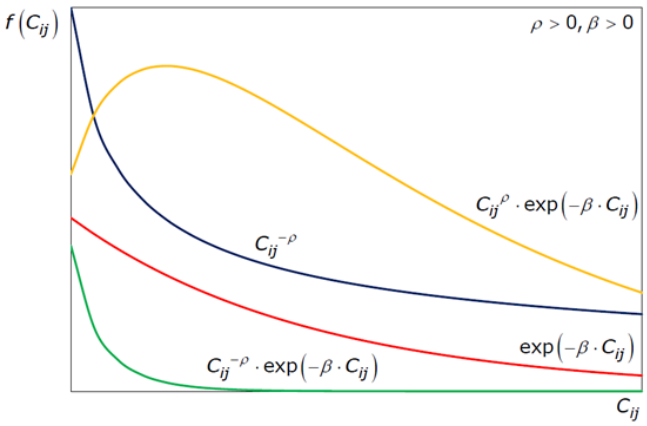
β = 0,265 (t = 3,11)

ρ = -0,231 (t = -3,87)

T_{ij}	C	D
A	5	12
B	11	6

R: Se descarta el Modelo 2 por los signos (la función resulta creciente). Se descarta el Modelo 3 al aplicar un test χ^2. Tanto el Modelo 1 como el Modelo 4 pasan el test χ^2. El Modelo 4 posee mejores indicadores de significancia y ajuste que el Modelo 1. Elegimos el Modelo 4.

9- Usted sabe que la función de costo o impedancia de un modelo de distribución de viajes puede tener muchas formas. Por ejemplo, las cuatro funciones vistas en clases que se indican en la siguiente figura:



Indique claramente cómo debe ser la formulación de un problema de maximización de entropía para obtener cada una de las cuatro funciones anteriores. Explique además por qué podría tener sentido que la función de costo del modelo no sea estrictamente decreciente, como la función amarilla

R: Para cada función se deben indicar las restricciones de costo a incluir en el problema de maximización de entropía y, cuando corresponda, el signo de los multiplicadores de Lagrange de dichas restricciones. Finalmente, se debe explicar la potencial ventaja de usar una función como la amarilla.

10- Usted desea aplicar un modelo triproporcional de distribución de viajes para la ciudad de Chillán, la cual está dividida en 310 zonas, para el año 2035. Actualmente cuenta con:

- Información de viajes de una EOD de 2020
- Predicciones de generación y atracción de viajes por zona para 2035
- Información de costos de viaje para cada par de zonas (se espera que no cambien significativamente entre 2020 y 2035)

Lo único que le falta es definir los intervalos de costo (su cantidad, su composición y su cantidad de viajes para 2035) para aplicar el modelo. Explique claramente cómo obtendría dichos intervalos de costo.

R: Una respuesta completa debe explicar el procedimiento, considerando la obtención de un histograma observado para 2020 (explicando su construcción en detalle) y la obtención de las variables S_k para 2035.

11- Usted desea predecir los viajes desde tres orígenes (O1, O2 y O3) a dos destinos (D1 y D2). Se sabe que en la zona O1 se generan dos viajes, en la zona O2 se genera 1 viaje y en la zona O3 se generan tres viajes. Asimismo, la zona D1 atrae dos viajes y la zona D2 atrae cuatro viajes.

a) Indique los posibles estados Meso asociados al estado Macro descrito. ¿Cuál de ellos es el más probable?

R: Hay 5 estados meso. El más probable tiene entropía $W = 360$

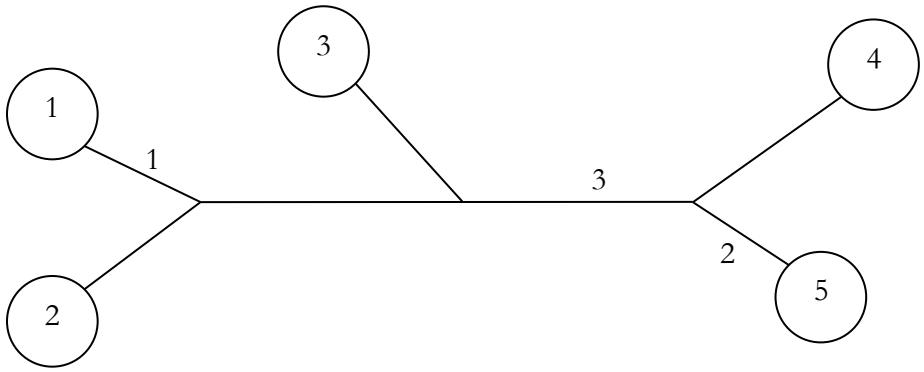
	1	2	O_i
1	1	1	2
2	0	1	1
3	1	2	3
D_j	2	4	6

b) Suponga ahora que se sabe en particular que dos viajeros (v1 y v2) tienen como origen O1, un viajero (v3) tiene como origen O2 y tres viajeros (v4, v5 y v6) tienen como origen O3. Indique los posibles estados Micro asociados al estado Meso más probable encontrado en 2.a).

R: Hay 6 estados micro. Por ejemplo, uno de ellos es:

	1	2	O_i
1	v2	v1	2
2	0	v3	1
3	v4	v5 v6	3
D_j	2	4	6

12- Considere la siguiente red vial, donde se han realizado conteos de tráfico en algunos arcos. Existen tres orígenes (1, 2 y 3) y dos destinos (4 y 5). Obtenga la matriz de viajes enteros más probable.



R Existen dos matrices con entropía 3, donde dos celdas poseen viajes (dos viajes en una celda y un viaje en la otra). Por ejemplo, una de ellas es:

$$\begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Existen otras cinco matrices enteras con entropía 6, donde tres celdas poseen viajes (un viaje en cada una). Cualquiera de ellas es la más probable. Por ejemplo, una de ellas es:

$$\begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 4 & 5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

13- En clases usted aprendió cinco métodos distintos para calibrar modelos gravitacionales de distribución de viajes. Indique y explique brevemente…

a) …cuáles métodos siempre entregarán el mismo valor del parámetro β.
b) …cuáles métodos sólo pueden aplicarse a modelos simplemente acotados.
c) …a cuáles métodos se les puede aplicar inferencia estadística.

R: Una adecuada respuesta debe demostrar dominio de los diferentes métodos, su funcionamiento y sus propiedades.

14- Realice una iteración completa del algoritmo de Furness para ajustar la siguiente matriz a priori triproporcionalmente (i.e. acotando a orígenes, destinos e intervalos de costo, en ese orden):

Matriz a priori

	C	D	E
A	1	5	0
B	4	2	3

Matriz de costos

	C	D	E
A	3	8	3
B	6	4	2

Valores futuros: $O_A = 20$ $O_B = 40$

$D_C = 30$ $D_D = 20$ $D_E = 10$

$S_1 = 30$ (costos entre 1 y 5) $S_2 = 30$ (costos entre 6 y 10)

R:

	C	D	E
A	3,33	16,67	0
B	17,78	8,89	13,33

	C	D	E
A	4,47	13,04	0
B	25,26	6,96	10

	C	D	E
A	6,55	10,22	0
B	19,78	9,62	13,83

15- Usted desea estimar una matriz de viajes a partir de conteos de tráfico. Para esto realiza conteos en distintos arcos a de la red, obteniendo su flujo circulante F_a. Además, cuenta con variables p_{ij}^a y una matriz a priori t_{ij} para formular un modelo de máxima entropía.

a) ¿Qué son y como se obtienen las variables p_{ij}^a?

b) ¿Por qué los modelos vistos en clases para obtener matrices de viaje a partir de conteos de tráfico no consideran costos C_{ij}?

R: La respuesta a esta pregunta debe explicar qué representan las proporciones p_{ij}^a y su obtención a partir de modelos de elección de ruta o asignación de viajes. De igual manera, debe indicar cómo dichas proporciones incorporan información de costos y niveles de servicio.

16- Hyman, Furness, Stirling, Lam, Huang, Berkson, Theil y Lagrange entran a un bar. Cada uno de ellos ordena algo para tomar. En el bar sirven cinco tipos de bebidas: cerveza ($3.000), vino ($4.500), sidra ($3.500), ron ($2.500) y agua mineral ($1.000).

a) En total, el grupo pide tres cervezas, dos copas de vino, dos sidras y un agua mineral. ¿De cuántas formas diferentes podrían haberse hecho los pedidos de este grupo a nivel individual?
b) Suponga que no conoce el pedido, pero sabe que la cuenta salió $23.500 y que cada persona pidió una bebida. Plantee un problema que le permita obtener el pedido más probable.

R: a) 1.680

b) Plantear un modelo de maximización de entropía acotado a la cantidad de bebidas pedidas (8) y con una restricción de costo total del pedido ($23.500).

17- En el contexto de modelos de distribución de viajes, responda brevemente las siguientes preguntas (basta con 2 o 3 líneas de respuesta concisa):

a) ¿En qué condiciones la aplicación del método de balanceo de Furness a un modelo doblemente acotado podría no converger?
b) Si desea aplicar un modelo Triproporcional, ¿cómo determinaría las variables S_k?
c) ¿Qué representa la entropía de una matriz de viajes?

R: a) Caracterizar claramente el único caso donde Furness puede no converger.

b) Referirse brevemente la información requerida y los pasos seguidos para su obtención.

c) Explicar qué es y cómo se obtiene la entropía de una matriz de viajes.