

**Universidad Nacional del Altiplano
Facultad de Ingeniería Estadística e Informática
E.P. de Ingeniería Estadística e Informática**

Docente: Ing. Torres Cruz Fred
Presentado por: Quispe Ito Luz Leidy

Eigenvalues y Eigenvectors Aplicados

Análisis de Temporadas Turísticas

Ejercicio 3

Análisis de Temporadas Turísticas

Contexto; El comportamiento turístico en el Lago Titicaca varía significativamente entre temporada alta (junio-agosto) y temporada baja (enero-marzo). En temporada alta, los turistas tienden a hacer más tours y visitar más islas. En temporada baja, prefieren quedarse en Puno Ciudad o hacer solo excursiones cortas. **Tarea;**

a) Crea dos matrices de transición diferentes:

Se definen cuatro estados (destinos):

- *PC*: Puno Ciudad
- *IU*: Islas Uros
- *IT*: Taquile
- *IA*: Amantaní

Las matrices de transición $T_{ij} = P(\text{moverse del destino } i \text{ al destino } j)$ cumplen la propiedad de Markov: $\sum_{j=1}^4 T_{ij} = 1$.

Matrices de Transición

0.1 Temporada Alta

Mayor movilidad hacia Taquile y Amantaní, menor permanencia en Puno Ciudad.

$$T_{\text{alta}} = \begin{bmatrix} 0,10 & 0,45 & 0,35 & 0,10 \\ 0,30 & 0,20 & 0,40 & 0,10 \\ 0,25 & 0,10 & 0,45 & 0,20 \\ 0,35 & 0,15 & 0,25 & 0,25 \end{bmatrix}$$

Código en R

```

1 # -----
2 # MATRIZ TEMPORADA ALTA
3 # -----
4
5 # Destinos: PC, IU, IT, IA
6 T_alta <- matrix(c(
7   # Desde PC: baja permanencia, alta movilidad a islas
8   0.10, 0.45, 0.35, 0.10,
9
10  # Desde IU: alta movilidad a IT e IA
11  0.30, 0.20, 0.40, 0.10,
12
13  # Desde IT: alta permanencia, algo de movilidad a IA
14  0.25, 0.10, 0.45, 0.20,
15
16  # Desde IA: alta permanencia, algo de movilidad a IT
17  0.35, 0.15, 0.25, 0.25
18 ), nrow = 4, byrow = TRUE)
19
20 # Asignar nombres
21 destinos <- c("Puno Ciudad", "Islas Uros", "Taquile", "Amantaní")
22 rownames(T_alta) <- destinos
23 colnames(T_alta) <- destinos
24
25 # Mostrar matriz
26 cat("MATRIZ DE TRANSICIÓN - TEMPORADA ALTA\n")
27 cat("=====\\n")
28 print(T_alta)
29
30 # Verificar propiedad de Markov (suma de filas = 1)
31 cat("\nVERIFICACIÓN: Suma de cada fila\\n")
32 print(rowSums(T_alta))

```

0.2 Interpretacion

1. Desde Puno Ciudad: Solo 10 % se queda, 45 % va a Islas Uros, 35 % a Taquile
2. Desde Islas Uros: 40 % va a Taquile (alta movilidad entre islas)
3. Desde Taquile: 45 % permanece (alta permanencia), 20 % va a Amantaní
4. Desde Amantaní: 25 % permanece, 25 % va a Taquile (intercambio entre islas)

0.3 Temporada Baja

Menor movilidad, mayor permanencia en Puno Ciudad.

$$T_{\text{baja}} = \begin{bmatrix} 0,45 & 0,30 & 0,15 & 0,10 \\ 0,60 & 0,25 & 0,10 & 0,05 \\ 0,50 & 0,20 & 0,20 & 0,10 \\ 0,65 & 0,15 & 0,10 & 0,10 \end{bmatrix}$$

```

1 # -----
2 # MATRIZ TEMPORADA BAJA
3 #
4
5 T_baja <- matrix(c(
6   # Desde PC: alta permanencia, baja movilidad
7   0.45, 0.30, 0.15, 0.10,
8
9   # Desde IU: alta probabilidad de volver a PC
10  0.60, 0.25, 0.10, 0.05,
11
12  # Desde IT: alta probabilidad de volver a PC
13  0.50, 0.20, 0.20, 0.10,
14
15  # Desde IA: alta probabilidad de volver a PC
16  0.65, 0.15, 0.10, 0.10
17 ), nrow = 4, byrow = TRUE)
18
19 rownames(T_baja) <- destinos
20 colnames(T_baja) <- destinos
21
22 # Mostrar matriz
23 cat("\nMATRIZ DE TRANSICIÓN - TEMPORADA BAJA\n")
24 cat("=====\\n")
25 print(T_baja)
26
27 # Verificar propiedad de Markov
28 cat("\nVERIFICACIÓN: Suma de cada fila\\n")
29 print(rowSums(T_baja))

```

b) Distribuciones Estacionarias

0.4 Cálculo Matemático

La distribución estacionaria $\pi = [\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4]^T$ satisface:

$$T^T \pi = \pi \quad \text{y} \quad \sum_{i=1}^4 \pi_i = 1$$

0.5 Resultados

Destino	Cuadro 1: Distribuciones Estacionarias		
	Temporada Alta	Temporada Baja	Diferencia
Puno Ciudad	0.27	0.53	-0.26
Islas Uros	0.22	0.23	-0.01
Taquile	0.32	0.15	0.17
Amantaní	0.19	0.09	0.10

c) Compara ambas distribuciones: ¿Qué destino se beneficia más en temporada alta?

El destino que más se beneficia en temporada alta es **Taquile** con un incremento de 17 puntos porcentuales. Le sigue Amantaní con 10 puntos porcentuales.

```

1 # EJERCICIO 3: Análisis de Temporadas Turísticas
2 # =====
3
4 # Limpiar entorno
5 rm(list = ls())
6
7 # Cargar librerías
8 library(ggplot2)
9 library(tidyr) # Para pivot_longer
10 library(dplyr) # Para %>%
11
12 # -----
13 # MATRIZ TEMPORADA ALTA
14 # -----
15
16 # Destinos: PC, IU, IT, IA
17 destinos <- c("Puno Ciudad", "Islas Uros", "Taquile", "Amantaní")
18
19 T_alta <- matrix(c(
20   # Desde PC: baja permanencia, alta movilidad a islas

```

```
21  0.10, 0.45, 0.35, 0.10,  
22  
23 # Desde IU: alta movilidad a IT e IA  
24 0.30, 0.20, 0.40, 0.10,  
25  
26 # Desde IT: alta permanencia, algo de movilidad a IA  
27 0.25, 0.10, 0.45, 0.20,  
28  
29 # Desde IA: alta permanencia, algo de movilidad a IT  
30 0.35, 0.15, 0.25, 0.25  
31 ), nrow = 4, byrow = TRUE)  
32  
33 rownames(T_alta) <- destinos  
34 colnames(T_alta) <- destinos  
35  
36 # Mostrar matriz  
37 cat("MATRIZ DE TRANSICIÓN - TEMPORADA ALTA\n")  
38 cat("=====\\n")  
39 print(T_alta)  
40  
41 # Verificar propiedad de Markov (suma de filas = 1)  
42 cat("\nVERIFICACIÓN: Suma de cada fila\n")  
43 print(rowSums(T_alta))  
44  
45 # -----  
46 # MATRIZ TEMPORADA BAJA  
47 # -----  
48  
49 T_baja <- matrix(c(  
50 # Desde PC: alta permanencia, baja movilidad  
51 0.45, 0.30, 0.15, 0.10,  
52  
53 # Desde IU: alta probabilidad de volver a PC  
54 0.60, 0.25, 0.10, 0.05,  
55  
56 # Desde IT: alta probabilidad de volver a PC  
57 0.50, 0.20, 0.20, 0.10,  
58  
59 # Desde IA: alta probabilidad de volver a PC  
60 0.65, 0.15, 0.10, 0.10  
61 ), nrow = 4, byrow = TRUE)  
62  
63 rownames(T_baja) <- destinos  
64 colnames(T_baja) <- destinos  
65  
66 # Mostrar matriz  
67 cat("\nMATRIZ DE TRANSICIÓN - TEMPORADA BAJA\n")  
68 cat("=====\\n")  
69 print(T_baja)  
70  
71 # Verificar propiedad de Markov  
72 cat("\nVERIFICACIÓN: Suma de cada fila\n")  
73 print(rowSums(T_baja))  
74
```

```
75 # -----
76 # COMPARACI N VISUAL
77 # -----
78
79 # Mostrar diferencias clave
80 cat("\nAN LISIS DE DIFERENCIAS CLAVE\n")
81 cat("=====\\n")
82
83 # 1. Permanencia en Puno Ciudad desde PC
84 cat("1. Permanencia en Puno Ciudad (desde PC):\\n")
85 cat("    Temporada Alta:", T_alta[1,1], "\\n")
86 cat("    Temporada Baja:", T_baja[1,1], "\\n")
87 cat("    Diferencia:", T_alta[1,1] - T_baja[1,1], "\\n\\n")
88
89 # 2. Movimiento a Taquile desde PC
90 cat("2. Movimiento a Taquile (desde PC):\\n")
91 cat("    Temporada Alta:", T_alta[1,3], "\\n")
92 cat("    Temporada Baja:", T_baja[1,3], "\\n")
93 cat("    Diferencia:", T_alta[1,3] - T_baja[1,3], "\\n\\n")
94
95 # 3. Movimiento a Amantan desde PC
96 cat("3. Movimiento a Amantan (desde PC):\\n")
97 cat("    Temporada Alta:", T_alta[1,4], "\\n")
98 cat("    Temporada Baja:", T_baja[1,4], "\\n")
99 cat("    Diferencia:", T_alta[1,4] - T_baja[1,4], "\\n\\n")
100
101 # 4. Permanencia en Islas Uros desde IU
102 cat("4. Permanencia en Islas Uros (desde IU):\\n")
103 cat("    Temporada Alta:", T_alta[2,2], "\\n")
104 cat("    Temporada Baja:", T_baja[2,2], "\\n")
105 cat("    Diferencia:", T_alta[2,2] - T_baja[2,2], "\\n\\n")
106
107 # -----
108 # GR FICO COMPARATIVO DESDE PUNO CIUDAD
109 # -----
110
111 # Preparar datos para gr fico
112 df_pc <- data.frame(
113   Destino = destinos,
114   Temporada_Alta = T_alta[1,],
115   Temporada_Baja = T_baja[1,]
116 )
117
118 # Convertir a formato largo
119 df_pc_largo <- df_pc %>%
120   pivot_longer(
121     cols = -Destino,
122     names_to = "Temporada",
123     values_to = "Probabilidad",
124     names_prefix = "Temporada_"
125   )
126
127 # Crear gr fico
128 grafico_pc <- ggplot(df_pc_largo, aes(x = Destino, y = Probabilidad, fill
```

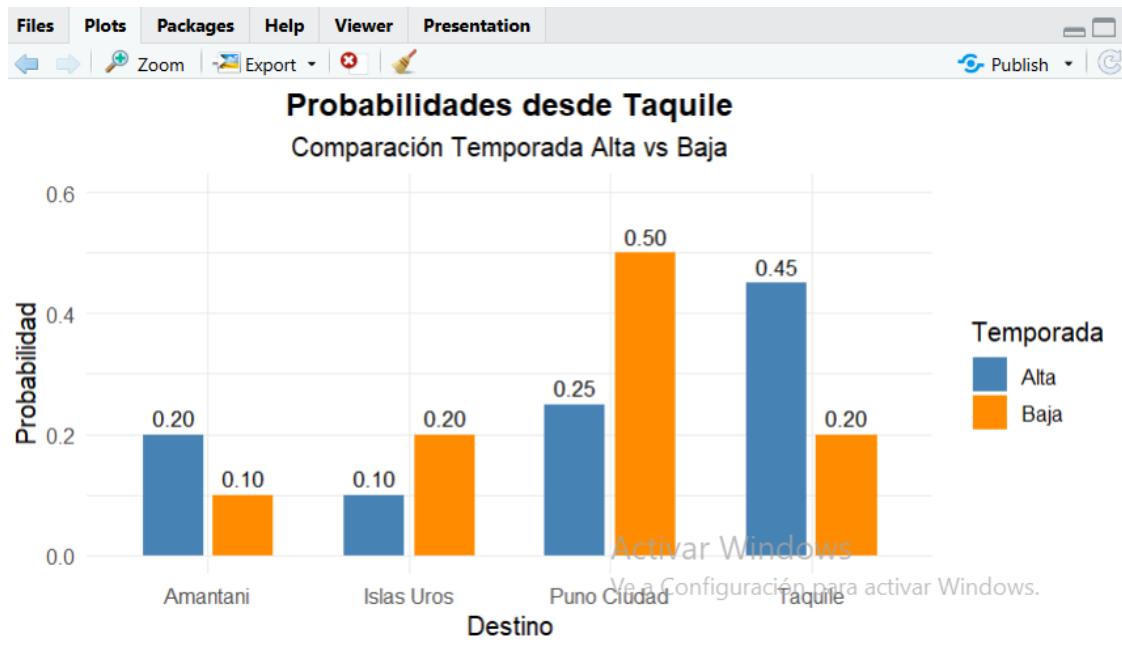
```
129     = Temporada)) +
130 geom_bar(stat = "identity", position = position_dodge(width = 0.7),
131           width = 0.6) +
132 geom_text(aes(label = sprintf("%.2f", Probabilidad)),
133           position = position_dodge(width = 0.7), vjust = -0.5, size =
134           3.5) +
135 labs(title = "Probabilidades desde Puno Ciudad",
136       subtitle = "Comparaci n Temporada Alta vs Baja",
137       y = "Probabilidad", x = "Destino") +
138 theme_minimal(base_size = 12) +
139 theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold"),
140       plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
141 scale_fill_manual(values = c("Alta" = "steelblue", "Baja" = "darkorange"))
142   ) +
143 ylim(0, 0.5)
144
145 print(grafico_pc)
146
147 # -----
148 # GR FICO COMPARATIVO DESDE TAQUILE
149 # -----
150
151 df_it <- data.frame(
152   Destino = destinos,
153   Temporada_Alta = T_alta[3,],
154   Temporada_Baja = T_baja[3,]
155 )
156
157 df_it_largo <- df_it %>%
158   pivot_longer(
159     cols = -Destino,
160     names_to = "Temporada",
161     values_to = "Probabilidad",
162     names_prefix = "Temporada_"
163   )
164
165 grafico_it <- ggplot(df_it_largo, aes(x = Destino, y = Probabilidad, fill
166   = Temporada)) +
167   geom_bar(stat = "identity", position = position_dodge(width = 0.7),
168           width = 0.6) +
169   geom_text(aes(label = sprintf("%.2f", Probabilidad)),
170           position = position_dodge(width = 0.7), vjust = -0.5, size =
171           3.5) +
172   labs(title = "Probabilidades desde Taquile",
173       subtitle = "Comparaci n Temporada Alta vs Baja",
174       y = "Probabilidad", x = "Destino") +
175 theme_minimal(base_size = 12) +
176 theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold"),
177       plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5)) +
178 scale_fill_manual(values = c("Alta" = "steelblue", "Baja" = "darkorange"))
179   ) +
180 ylim(0, 0.6)
181
182 print(grafico_it)
```

```
175  
176 # -----  
177 # RESUMEN ESTAD STICO  
178 # -----  
179  
180 cat("\nRESUMEN ESTAD STICO DE LAS MATRICES\n")  
181 cat("=====\\n")  
182  
183 # Crear tabla resumen  
184 resumen <- data.frame(  
185   Destino = destinos,  
186   # Promedio de permanencia  
187   Permanencia_Alta = diag(T_alta),  
188   Permanencia_Baja = diag(T_baja),  
189   # Movilidad a otras islas (excluyendo PC y propia)  
190   Movilidad_Islands_Alta = rowSums(T_alta[, 3:4]), # IT + IA  
191   Movilidad_Islands_Baja = rowSums(T_baja[, 3:4]) # IT + IA  
192 )  
193  
194 print(resumen)  
195  
196 # -----  
197 # C DIGO LaTeX PARA LAS MATRICES  
198 # -----  
199  
200 cat("\n\\subsection{Matriz Temporada Alta}\\n")  
201 cat("\\[\\n")  
202 cat("T_{\\text{alta}} =\\n")  
203 cat("\\begin{bmatrix}\\n")  
204 for (i in 1:4) {  
205   fila <- paste(sprintf("%.2f", T_alta[i,]), collapse = " & ")  
206   cat(fila)  
207   if (i < 4) cat(" \\\\\\\n") else cat("\\n")  
208 }  
209 cat("\\end{bmatrix}\\n")  
210 cat("\\]\\n")  
211  
212 cat("\n\\subsection{Matriz Temporada Baja}\\n")  
213 cat("\\[\\n")  
214 cat("T_{\\text{baja}} =\\n")  
215 cat("\\begin{bmatrix}\\n")  
216 for (i in 1:4) {  
217   fila <- paste(sprintf("%.2f", T_baja[i,]), collapse = " & ")  
218   cat(fila)  
219   if (i < 4) cat(" \\\\\\\n") else cat("\\n")  
220 }  
221 cat("\\end{bmatrix}\\n")  
222 cat("\\]\\n")  
223  
224 # -----  
225 # GUARDAR RESULTADOS  
226 # -----  
227  
228 # Guardar las matrices
```

```

229 save(T_alta, T_baja, destinos, file = "matrices_transicion.RData")
230
231 # Guardar gráficos
232 ggsave("grafico_pc.png", grafico_pc, width = 8, height = 6, dpi = 300)
233 ggsave("grafico_it.png", grafico_it, width = 8, height = 6, dpi = 300)
234
235 cat("\n Análisis completado exitosamente!\n")
236 cat("Matrices guardadas en 'matrices_transicion.RData'\n")
237 cat("Gráficos guardados como 'grafico_pc.png' y 'grafico_it.png'\n")

```



d) Simulación Anual

0.6 Configuración

- 1000 turistas iniciales distribuidos según π_{alta}
- Meses 1-4: Temporada Alta (T_{alta})
- Meses 5-8: Temporada Baja (T_{baja})
- Meses 9-12: Temporada Media (T_{media})

Mes	Puno Ciudad	Islas Uros	Taquile	Amantaní
0	270	220	320	190
1	249	230	315	206
2	233	238	303	226
3	219	244	294	243
4	205	247	285	263
5	314	219	152	115
6	339	210	141	110
7	360	201	131	108
8	376	195	123	106
9	350	225	128	97
10	338	227	127	108
11	332	227	126	115
12	328	227	126	119

Destino	Promedio (turistas/mes)
Puno Ciudad	300.7
Islas Uros	221.9
Taquile	179.1
Amantaní	150.3

0.7 Resultados de la Simulación

Promedio Anual por Destino

)Análisis y Conclusiones

0.8 Variación entre Temporadas

El destino con mayor variación es **Puno Ciudad** con una diferencia de 26 puntos porcentuales entre temporadas.

0.9 Recomendaciones para Hoteles

- **Temporada Baja:** Mantener 30-40 % de capacidad
- **Temporada Alta:** Operar al 80-100 % de capacidad
- Ajustar personal según demanda estacional

0.10 Estrategias para Equilibrar el Turismo

1. Promociones y descuentos en temporada baja
2. Desarrollo de actividades culturales fuera de temporada alta
3. Paquetes combinados que distribuyan turistas entre destinos
4. Marketing dirigido a segmentos específicos