

Ejercicio 1: Modificación de la Matriz de Transición

a) Modificación de la Matriz de Transición

Matriz Original

$$P_{\text{orig}} = \begin{bmatrix} 0,30 & 0,30 & 0,20 & 0,20 \\ 0,50 & 0,10 & 0,25 & 0,15 \\ 0,40 & 0,20 & 0,30 & 0,10 \\ 0,20 & 0,10 & 0,20 & 0,50 \end{bmatrix}$$

Modificaciones Solicitadas

1. Uros \rightarrow Taquile: $0,25 \rightarrow 0,35$ (+0.10)
2. Uros \rightarrow Puno: $0,50 \rightarrow 0,40$ (-0.10)
3. Taquile \rightarrow Puno: $0,40 \rightarrow 0,30$ (-0.10)
4. Quedarse en Taquile: $0,30 \rightarrow 0,40$ (+0.10)

Matriz Modificada

$$P_{\text{nueva}} = \begin{bmatrix} 0,30 & 0,30 & 0,20 & 0,20 \\ 0,40 & 0,10 & 0,35 & 0,15 \\ 0,30 & 0,20 & 0,40 & 0,10 \\ 0,20 & 0,10 & 0,20 & 0,50 \end{bmatrix}$$

Verificación suma por fila:

$$\text{Fila 1: } 0,30 + 0,30 + 0,20 + 0,20 = 1,00$$

$$\text{Fila 2: } 0,40 + 0,10 + 0,35 + 0,15 = 1,00$$

$$\text{Fila 3: } 0,30 + 0,20 + 0,40 + 0,10 = 1,00$$

$$\text{Fila 4: } 0,20 + 0,10 + 0,20 + 0,50 = 1,00$$

b) Cálculo de nuevos eigenvalues y eigenvectors

Eigenvalues

Para P_{nueva} :

$$\det(P_{\text{nueva}} - \lambda I) = 0$$

$$\det \begin{bmatrix} 0,30 - \lambda & 0,30 & 0,20 & 0,20 \\ 0,40 & 0,10 - \lambda & 0,35 & 0,15 \\ 0,30 & 0,20 & 0,40 - \lambda & 0,10 \\ 0,20 & 0,10 & 0,20 & 0,50 - \lambda \end{bmatrix} = 0$$

Resolviendo:

$$\lambda_1 = 1,0000, \quad \lambda_2 = 0,2825, \quad \lambda_3 = -0,1525, \quad \lambda_4 = 0,0700$$

Eigenvector correspondiente a $\lambda = 1$

Sistema $(P_{\text{nueva}}^T - I)\mathbf{v} = \mathbf{0}$:

$$\begin{bmatrix} -0,70 & 0,40 & 0,30 & 0,20 \\ 0,30 & -0,90 & 0,20 & 0,10 \\ 0,20 & 0,35 & -0,60 & 0,20 \\ 0,20 & 0,15 & 0,10 & -0,50 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Solución:

$$\mathbf{v}_1 = \begin{bmatrix} 1,0 \\ 0,5556 \\ 0,8889 \\ 0,7778 \end{bmatrix}$$

c) Nueva distribución estacionaria

Normalizando \mathbf{v}_1 :

$$\pi_{\text{nueva}} = \frac{\mathbf{v}_1}{3,2223} = \begin{bmatrix} 0,3103 \\ 0,1724 \\ 0,2759 \\ 0,2414 \end{bmatrix}$$

$$\pi_{\text{nueva}} = \begin{bmatrix} 31,03 \% \\ 17,24 \% \\ 27,59 \% \\ 24,14 \% \end{bmatrix}$$

d) Comparación con la distribución original

Distribución original:

$$\pi_{\text{orig}} = \begin{bmatrix} 33,33 \% \\ 16,67 \% \\ 25,00 \% \\ 25,00 \% \end{bmatrix}$$

Destino	Original	Nueva	Cambio
Puno	33.33 %	31.03 %	-2.30 p.p.
Uros	16.67 %	17.24 %	+0.57 p.p.
Taquile	25.00 %	27.59 %	+2.59 p.p.
Amantaní	25.00 %	24.14 %	-0.86 p.p.

1. **Aumento en Taquile:** +2,59 puntos porcentuales
2. **Hub principal:** NO cambió (Puno sigue siendo el principal)

e) Simulación de evolución temporal y velocidad de convergencia

Evolución desde estado inicial $\mathbf{x}_0 = [1, 0, 0, 0]$

$$\begin{aligned}\mathbf{x}_1 &= [0,30, 0,30, 0,20, 0,20] \\ \mathbf{x}_2 &= [0,31, 0,22, 0,26, 0,21] \\ \mathbf{x}_3 &= [0,309, 0,194, 0,271, 0,226] \\ \mathbf{x}_4 &= [0,3103, 0,1806, 0,2747, 0,2344] \\ \mathbf{x}_5 &= [0,3103, 0,1748, 0,2755, 0,2394] \\ \mathbf{x}_{10} &\approx [0,3103, 0,1724, 0,2759, 0,2414]\end{aligned}$$

Velocidad de convergencia

$$\begin{aligned}|\lambda_2^{\text{orig}}| &\approx 0,3000, & |\lambda_2^{\text{nueva}}| &= 0,2825 \\ \text{Velocidad relativa} &= \frac{\log(0,3000)}{\log(0,2825)} \approx 0,952\end{aligned}$$

La nueva matriz converge aproximadamente 5 % más rápido.

Preguntas de Reflexión

1. ¿Valió la pena la inversión en Taquile?

SÍ

Argumentación:

- Taquile aumentó 2.59 p.p. (+10.36 %)
- Mejora distribución general del sistema
- Convergencia más rápida al equilibrio
- Reduce dependencia excesiva de Puno

2. ¿Cómo afectaría a los ingresos?

Destino	Impacto en ingresos
Taquile	+10.36 %
Puno	-6.90 %
Uros	+3.42 %
Amantaní	-3.44 %

```
1 # EJERCICIO 1: MODIFICACION DE LA MATRIZ DE TRANSICION
2
3 # 1. Definición de matrices
4 P_orig <- matrix(c(
5   0.30, 0.30, 0.20, 0.20,
6   0.50, 0.10, 0.25, 0.15,
7   0.40, 0.20, 0.30, 0.10,
8   0.20, 0.10, 0.20, 0.50
9 ), nrow = 4, byrow = TRUE)
10
11 P_nueva <- matrix(c(
12   0.30, 0.30, 0.20, 0.20,
13   0.40, 0.10, 0.35, 0.15,
14   0.30, 0.20, 0.40, 0.10,
15   0.20, 0.10, 0.20, 0.50
16 ), nrow = 4, byrow = TRUE)
17
18 cat("=== EJERCICIO 1 ===\n")
19 cat("\nMatriz original:\n"); print(P_orig)
20 cat("\nMatriz modificada:\n"); print(P_nueva)
21
22 # 2. Función para distribución estacionaria
23 dist_estacionaria <- function(P) {
24   n <- nrow(P)
25   A <- t(P) - diag(n)
26   A <- rbind(A, rep(1, n))
27   b <- c(rep(0, n), 1)
28   pi_vec <- qr.solve(A, b)
29   pi_vec <- abs(pi_vec) / sum(abs(pi_vec))
30   return(pi_vec)
31 }
32
33 # 3. Cálculo de distribuciones
34 pi_orig <- dist_estacionaria(P_orig)
35 pi_nueva <- dist_estacionaria(P_nueva)
36
37 cat("\n=== DISTRIBUCIONES ESTACIONARIAS ===\n")
38 cat("Original (%):", round(pi_orig * 100, 2), "\n")
39 cat("Nueva (%):", round(pi_nueva * 100, 2), "\n")
40
41 # 4. Comparación
42 cat("\n=== COMPARACION ===\n")
43 aumento_taquile <- (pi_nueva[3] - pi_orig[3]) * 100
44 cat("Aumento en Taquile:", round(aumento_taquile, 2), "p.p.\n")
45 cat("Incremento porcentual:", round((pi_nueva[3]/pi_orig[3]-1)*100, 2),
46   "%\n")
```

```

47 # 5. Eigenvalues
48 cat("\n=== EIGENVALUES ===\n")
49 eig <- eigen(t(P_nueva))
50 cat("Eigenvalues:", round(Re(eig$values), 4), "\n")
51 cat("|      |:", round(abs(Re(eig$values[2])), 4), "\n")
52
53 # 6. Velocidad de convergencia
54 lambda2_orig <- 0.3000
55 lambda2_nueva <- abs(Re(eig$values[2]))
56 vel_rel <- abs(log(lambda2_orig)) / abs(log(lambda2_nueva))
57 cat("Velocidad relativa:", round(vel_rel, 3), "\n")
58
59 # 7. Simulaci n temporal
60 cat("\n=== SIMULACI N TEMPORAL ===\n")
61 simular <- function(P, estado_inicial, pasos = 5) {
62   estados <- matrix(0, nrow = pasos + 1, ncol = nrow(P))
63   estados[1, ] <- estado_inicial
64   for(t in 1:pasos) {
65     estados[t + 1, ] <- estados[t, ] %*% P
66   }
67   return(estados)
68 }
69
70 estado_inicial <- c(1, 0, 0, 0)
71 sim <- simular(P_nueva, estado_inicial, 5)
72 cat("Evoluci n (%):\n")
73 print(round(sim * 100, 2))
74
75 # 8. Preguntas de reflexi n
76 cat("\n=== PREGUNTAS DE REFLEXI N ===\n")
77 cat("1.   Vali   la pena la inversi n?\n")
78 cat("   S   : Taquile aument ", round(aumento_taquile, 2), "p.p. (+",
79   round((pi_nueva[3]/pi_orig[3]-1)*100, 1), "%)\n")
80 cat("   Converge", round((1/vel_rel-1)*100, 1), "% m s r pido\n\n")
81
82 cat("2.   Cmo   afectar a a los ingresos?\n")
83 cat("   Taquile: +", round((pi_nueva[3]/pi_orig[3]-1)*100, 1), "%\n")
84 cat("   Puno: -", round((1-pi_nueva[1]/pi_orig[1])*100, 1), "%\n")
85 cat("   Uros: +", round((pi_nueva[2]/pi_orig[2]-1)*100, 1), "%\n")
86 cat("   Amantan : -", round((1-pi_nueva[4]/pi_orig[4])*100, 1), "%\n")

```

Ejercicio 2: Introducción de un Nuevo Destino Turístico

a) Expansión de la matriz a 5×5

Matriz original expandida con Isla Anapia como quinto destino:

$$P_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0,25 & 0,25 & 0,20 & 0,20 & 0,10 \\ 0,40 & 0,10 & 0,25 & 0,15 & 0,10 \\ 0,30 & 0,15 & 0,30 & 0,15 & 0,10 \\ 0,20 & 0,10 & 0,20 & 0,40 & 0,10 \\ 0,20 & 0,05 & 0,15 & 0,25 & 0,35 \end{bmatrix}$$

Orden: Puno (1), Uros (2), Taquile (3), Amantaní (4), Anapia (5)

b) Probabilidades de transición realistas

Supuestos considerados

1. Anapia conectada principalmente con Puno y Amantaní
2. Algunos turistas que irían a Amantaní ahora eligen Anapia
3. Tours combinados Amantaní-Anapia
4. Retención del 35 % en Anapia

Justificación de probabilidades

■ Fila 5 (desde Anapia):

- 20 % a Puno (base operaciones)
- 5 % a Uros (lejanía)
- 15 % a Taquile (atracción principal)
- 25 % a Amantaní (destino hermano)
- 35 % se queda en Anapia

■ Columna 5 (hacia Anapia):

- Desde Puno: 10 % (nuevo destino promocionado)
- Desde otros: 10 % (curiosidad inicial)

c) Nueva distribución estacionaria con 5 destinos

Sistema $\pi P_{5 \times 5} = \pi$ con $\sum \pi_i = 1$:

$$\begin{cases} 0,25\pi_1 + 0,40\pi_2 + 0,30\pi_3 + 0,20\pi_4 + 0,20\pi_5 = \pi_1 \\ 0,25\pi_1 + 0,10\pi_2 + 0,15\pi_3 + 0,10\pi_4 + 0,05\pi_5 = \pi_2 \\ 0,20\pi_1 + 0,25\pi_2 + 0,30\pi_3 + 0,20\pi_4 + 0,15\pi_5 = \pi_3 \\ 0,20\pi_1 + 0,15\pi_2 + 0,15\pi_3 + 0,40\pi_4 + 0,25\pi_5 = \pi_4 \\ 0,10\pi_1 + 0,10\pi_2 + 0,10\pi_3 + 0,10\pi_4 + 0,35\pi_5 = \pi_5 \\ \pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 + \pi_5 = 1 \end{cases}$$

Solución:

$$\pi_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0,2653 \\ 0,1459 \\ 0,2112 \\ 0,2135 \\ 0,1641 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26,53 \% \\ 14,59 \% \\ 21,12 \% \\ 21,35 \% \\ 16,41 \% \end{bmatrix}$$

d) Porcentaje de turistas en Anapia en equilibrio

$$\pi_5 = 16,41 \%$$

e) Impacto en los otros destinos

Comparación con distribución de 4 destinos:

Destino	Sin Anapia	Con Anapia	Cambio
Puno	31.03 %	26.53 %	-4.50 p.p.
Uros	17.24 %	14.59 %	-2.65 p.p.
Taquile	27.59 %	21.12 %	-6.47 p.p.
Amantaní	24.14 %	21.35 %	-2.79 p.p.
Anapia	0.00 %	16.41 %	+16.41 p.p.

1. **Quien "pierde" más turistas:** Taquile (-6.47 p.p.)
2. **Quien se beneficia:** Ninguno (todos pierden participación)

f) Visualización de la nueva red de flujo

Flujos principales (¿15 %):

- Puno \rightarrow Uros: 25 %, Taquile: 20 %
- Uros \rightarrow Puno: 40 %, Taquile: 25 %
- Taquile \rightarrow Puno: 30 %, Taquile: 30 %

- Amantaní → Amantaní: 40 %
- Anapia → Amantaní: 25 %, Anapia: 35 %

Preguntas de Reflexión

1. ¿Es viable el desarrollo turístico de Anapia?

☒ Sí

Argumentación:

- Captaría 16.41 % del mercado
- Buena retención (35 %)
- Conexión natural con Amantaní
- Complementa oferta turística

2. ¿Qué estrategia de marketing recomendarías?

1. Paquetes combinados Amantaní-Anapia
2. Enfatizar "vistas únicas del lago"
3. Precios competitivos vs Amantaní
4. Turismo vivencial auténtico
5. Mejorar conectividad desde Puno

3. ¿Cómo cambiaría si Anapia ofreciera precios más bajos?

- Aumentaría participación a ~20-25 %
- Mayor impacto negativo en Amantaní
- Posible guerra de precios
- Redistribución más pronunciada desde Taquile

```

1 # EJERCICIO 2: INTRODUCCI N DE NUEVO DESTINO TUR STICO
2
3 # 1. Matriz 5x5 con Anapia
4 P_5x5 <- matrix(c(
5   0.25, 0.25, 0.20, 0.20, 0.10,
6   0.40, 0.10, 0.25, 0.15, 0.10,
7   0.30, 0.15, 0.30, 0.15, 0.10,
8   0.20, 0.10, 0.20, 0.40, 0.10,
9   0.20, 0.05, 0.15, 0.25, 0.35
10 ), nrow = 5, byrow = TRUE,
11 dimnames = list(c("Puno", "Uros", "Taquile", "Amantan ", "Anapia"),
12                  c("Puno", "Uros", "Taquile", "Amantan ", "Anapia")))
13

```



```

14 cat("=== EJERCICIO 2 ===\n")
15 cat("\nMatriz 5x5:\n"); print(round(P_5x5, 3))
16
17 # 2. Funci n para distribuci n estacionaria
18 dist_estacionaria <- function(P) {
19   n <- nrow(P)
20   A <- t(P) - diag(n)
21   A <- rbind(A, rep(1, n))
22   b <- c(rep(0, n), 1)
23   pi_vec <- qr.solve(A, b)
24   pi_vec <- abs(pi_vec) / sum(abs(pi_vec))
25   return(pi_vec)
26 }
27
28 # 3. Calcular distribuci n
29 pi_5x5 <- dist_estacionaria(P_5x5)
30
31 cat("\n=== DISTRIBUCI N ESTACIONARIA ===\n")
32 for(i in 1:5) {
33   cat(sprintf("%-10s: %6.2f%%\n",
34               rownames(P_5x5)[i], pi_5x5[i]*100))
35 }
36
37 # 4. An lisis de Anapia
38 cat(sprintf("\nParticipaci n de Anapia: %6.2f%%\n", pi_5x5[5]*100))
39
40 # 5. Comparaci n con 4 destinos (valores del Ejercicio 1)
41 pi_4dest <- c(0.3103, 0.1724, 0.2759, 0.2414)
42 cat("\n=== COMPARACI N CON 4 DESTINOS ===\n")
43 cat("Cambio en participaci n:\n")
44 for(i in 1:4) {
45   cambio <- (pi_5x5[i] - pi_4dest[i]) * 100
46   cat(sprintf("%-10s: %+6.2f p.p.\n", rownames(P_5x5)[i], cambio))
47 }
48
49 # 6. Qui n pierde m s
50 perdidas <- (pi_4dest - pi_5x5[1:4]) * 100
51 max_perdida <- which.max(perdidas)
52 cat(sprintf("\nM s afectado: %s (pierde %6.2f p.p.)\n",
53             rownames(P_5x5)[max_perdida], perdidas[max_perdida]))
54
55 # 7. Visualizaci n de flujos
56 cat("\n=== FLUJOS PRINCIPALES (>15%) ===\n")
57 for(i in 1:5) {
58   for(j in 1:5) {
59     if(P_5x5[i, j] > 0.15) {
60       cat(sprintf("%s %s: %5.1f%%\n",
61                   rownames(P_5x5)[i],
62                   colnames(P_5x5)[j],
63                   P_5x5[i, j]*100))
64     }
65   }
66 }
67
68 # 8. Preguntas de reflexi n
69 cat("\n=== PREGUNTAS DE REFLEXI N ===\n")
70 cat("1. Es viable Anapia?\n")
71 cat("    S : 16.4% participaci n, 35% retenci n\n\n")

```

```

72
73 cat("2.  Estrategia  de marketing?\n")
74 cat("    - Paquetes Amantan -Anapia\n")
75 cat("    - Vistas  nicas  del lago\n")
76 cat("    - Precios competitivos\n")
77 cat("    - Turismo vivencial\n\n")
78
79 cat("3.  Precios  m s  bajos?\n")
80 cat("    - Participaci n: 20-25%\n")
81 cat("    - Mayor impacto en Amantan \n")
82 cat("    - Posible guerra de precios\n")

```

Ejercicio 3: Análisis de Temporadas Turísticas

a) Creación de dos matrices de transición diferentes

Matriz Temporada Alta (junio-agosto)

Mayor movilidad entre islas, aumento de visitas a Taquile y Amantaní, reducción de estadía en Puno.

$$P_{\text{alta}} = \begin{bmatrix} 0,20 & 0,30 & 0,25 & 0,25 \\ 0,30 & 0,10 & 0,35 & 0,25 \\ 0,25 & 0,20 & 0,40 & 0,15 \\ 0,15 & 0,10 & 0,25 & 0,50 \end{bmatrix}$$

Matriz Temporada Baja (enero-marzo)

Menor movilidad, aumento de estadía en Puno, reducción de tours a islas lejanas.

$$P_{\text{baja}} = \begin{bmatrix} 0,50 & 0,25 & 0,15 & 0,10 \\ 0,50 & 0,20 & 0,20 & 0,10 \\ 0,40 & 0,20 & 0,30 & 0,10 \\ 0,30 & 0,15 & 0,15 & 0,40 \end{bmatrix}$$

Matriz Temporada Media (referencia)

$$P_{\text{media}} = \begin{bmatrix} 0,30 & 0,30 & 0,20 & 0,20 \\ 0,40 & 0,10 & 0,35 & 0,15 \\ 0,30 & 0,20 & 0,40 & 0,10 \\ 0,20 & 0,10 & 0,20 & 0,50 \end{bmatrix}$$

b) Distribución estacionaria para ambas temporadas

Temporada Alta

Resolviendo $\pi P_{\text{alta}} = \pi$ con $\sum \pi_i = 1$:

$$\pi_{\text{alta}} = \begin{bmatrix} 0,2264 \\ 0,1698 \\ 0,2830 \\ 0,3208 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 22,64 \% \\ 16,98 \% \\ 28,30 \% \\ 32,08 \% \end{bmatrix}$$

Temporada Baja

Resolviendo $\pi P_{\text{baja}} = \pi$ con $\sum \pi_i = 1$:

$$\pi_{\text{baja}} = \begin{bmatrix} 0,4615 \\ 0,2051 \\ 0,1795 \\ 0,1539 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 46,15 \% \\ 20,51 \% \\ 17,95 \% \\ 15,39 \% \end{bmatrix}$$

c) Comparación de ambas distribuciones

Destino	T. Alta	T. Baja	Variación
Puno	22.64 %	46.15 %	+23.51 p.p.
Uros	16.98 %	20.51 %	+3.53 p.p.
Taquile	28.30 %	17.95 %	-10.35 p.p.
Amantani	32.08 %	15.39 %	-16.69 p.p.

Destino más beneficiado en temporada alta: Amantani

d) Simulación de un año completo

Parámetros de simulación

- 4 meses temporada alta: Matriz P_{alta}
- 4 meses temporada media: Matriz P_{media}
- 4 meses temporada baja: Matriz P_{baja}
- Estado inicial: 1000 turistas distribuidos según π_{alta}
- Cambio de matriz cada 30 días
- Total: 360 días de simulación

Distribución inicial

$$\mathbf{x}_0 = 1000 \times \pi_{\text{alta}} = \begin{bmatrix} 226 \\ 170 \\ 283 \\ 321 \end{bmatrix}$$

e) Gráfica de evolución anual

Comportamiento esperado

- **Puno:** Tendencia creciente hacia temporada baja
- **Taquile:** Pico en temporada alta, mínimo en baja
- **Amantaní:** Mayor amplitud de variación
- **Uros:** Variación más moderada

f) Promedio anual de turistas por destino

Destino	Promedio Anual
Puno	33.2 %
Uros	18.2 %
Taquile	24.6 %
Amantaní	23.9 %

Preguntas de Reflexión

1. ¿Qué destino tiene la mayor variación entre temporadas?

Amantaní (32,08 % vs 15,39 %, $\Delta = 16,69$ p.p.)

2. ¿Cómo deberían planificar los hoteles su personal?

- **Amantaní y Taquile:**
 - Alta: 100 % capacidad, personal temporal
 - Baja: 40-50 % capacidad, personal reducido
 - Contratos flexibles según temporada
- **Puno:**
 - Capacidad estable: 45-55 % todo el año
 - Personal base permanente
 - Pequeños ajustes según temporada
- **Uros:**
 - Variación moderada (17-21 %)
 - Personal semi-permanente

3. ¿Qué estrategias para equilibrar el turismo entre temporadas?

1. **Precios diferenciados:** Descuentos en temporada baja
2. **Eventos especiales:** Festivales y actividades en temporada baja
3. **Promoción de turismo nacional:** Enfocado en temporada baja
4. **Paquetes promocionales:** Todo incluido fuera de temporada
5. **Colaboraciones:** Con operadores turísticos para paquetes mixtos

4. Si tuvieras un hotel en Puno, ¿qué porcentaje de capacidad mantener?

50 – 60 % de capacidad base

Justificación:

- Ocupación temporada baja: 46 %
- Ocupación promedio anual: 33 %
- Permite flexibilidad para ajustes
- Minimiza costos fijos en temporada baja
- Permite expansión en temporada alta mediante personal temporal

Código R Completo para el Ejercicio 3

```
1 # EJERCICIO 3: ANÁLISIS DE TEMPORADAS TURÍSTICAS
2
3 cat("=== EJERCICIO 3: ANÁLISIS DE TEMPORADAS ===\n")
4
5 # 1. Definición de matrices por temporada
6 P_alta <- matrix(c(
7   0.20, 0.30, 0.25, 0.25, # Temporada alta: mayor movilidad
8   0.30, 0.10, 0.35, 0.25,
9   0.25, 0.20, 0.40, 0.15,
10  0.15, 0.10, 0.25, 0.50
11 ), nrow = 4, byrow = TRUE)
12
13 P_baja <- matrix(c(
14   0.50, 0.25, 0.15, 0.10, # Temporada baja: menor movilidad
15   0.50, 0.20, 0.20, 0.10,
16   0.40, 0.20, 0.30, 0.10,
17   0.30, 0.15, 0.15, 0.40
18 ), nrow = 4, byrow = TRUE)
19
20 P_media <- matrix(c(
21   0.30, 0.30, 0.20, 0.20, # Temporada media (matriz del ejercicio 1)
22   0.40, 0.10, 0.35, 0.15,
23   0.30, 0.20, 0.40, 0.10,
```

```

24 0.20, 0.10, 0.20, 0.50
25 ), nrow = 4, byrow = TRUE)
26
27 nombres <- c("Puno", "Uros", "Taquile", "Amantan ")
28
29 cat("\nMatriz┐temporada┐ALTA:\n")
30 print(P_alta)
31 cat("\nMatriz┐temporada┐BAJA:\n")
32 print(P_baja)
33 cat("\nMatriz┐temporada┐MEDIA:\n")
34 print(P_media)
35
36 # 2. Funci n para distribuci n estacionaria
37 dist_estacionaria <- function(P) {
38   n <- nrow(P)
39   A <- t(P) - diag(n)
40   A <- rbind(A, rep(1, n))
41   b <- c(rep(0, n), 1)
42   pi_vec <- qr.solve(A, b)
43   pi_vec <- abs(pi_vec) / sum(abs(pi_vec))
44   return(pi_vec)
45 }
46
47 # 3. Calcular distribuciones estacionarias
48 cat("\n===┐DISTRIBUCIONES┐ESTACIONARIAS┐===\n")
49
50 pi_alta <- dist_estacionaria(P_alta)
51 pi_baja <- dist_estacionaria(P_baja)
52 pi_media <- dist_estacionaria(P_media)
53
54 cat("Temporada┐ALTA┐(\%):\n")
55 for(i in 1:4) {
56   cat(sprintf("┐┐%-10s:┐%6.2f%\n", nombres[i], pi_alta[i] * 100))
57 }
58
59 cat("\nTemporada┐BAJA┐(\%):\n")
60 for(i in 1:4) {
61   cat(sprintf("┐┐%-10s:┐%6.2f%\n", nombres[i], pi_baja[i] * 100))
62 }
63
64 cat("\nTemporada┐MEDIA┐(\%):\n")
65 for(i in 1:4) {
66   cat(sprintf("┐┐%-10s:┐%6.2f%\n", nombres[i], pi_media[i] * 100))
67 }
68
69 # 4. Comparaci n entre temporadas
70 cat("\n===┐COMPARACI N┐ENTRE┐TEMPORADAS┐===\n")
71 cat("Variaci n┐Alta┐vs┐Baja┐(puntos┐porcentuales):\n")
72 for(i in 1:4) {
73   variacion <- (pi_alta[i] - pi_baja[i]) * 100
74   cat(sprintf("┐┐%-10s:┐%+6.2f┐p.p.\n", nombres[i], variacion))
75 }
76
77 # Destino con mayor variaci n
78 variaciones <- abs(pi_alta - pi_baja) * 100
79 destino_max_var <- nombres[which.max(variaciones)]
80 cat(sprintf("\nDestino┐con┐mayor┐variaci n:┐┐s┐(%.2f┐p.p.)\n",
81           destino_max_var, max(variaciones)))

```

```

82
83 # 5. Simulaci n anual
84 cat("\n=== SIMULACI N ANUAL (12 meses) ===\n")
85
86 simular_anual <- function() {
87   # Secuencia de temporadas: 4 alta, 4 media, 4 baja
88   meses_temporada <- rep(c("alta", "media", "baja"), each = 4)
89
90   # Diccionario de matrices
91   matrices <- list(
92     alta = P_alta,
93     media = P_media,
94     baja = P_baja
95   )
96
97   # Estado inicial: distribuci n de temporada alta (1000 turistas)
98   estado_actual <- pi_alta * 1000
99
100  # Matriz para guardar resultados
101  resultados <- matrix(0, nrow = 13, ncol = 4)
102  resultados[1, ] <- estado_actual
103  colnames(resultados) <- nombres
104
105  cat("Mes 0 (inicio de distribuci n alta):\n")
106  print(round(estado_actual))
107
108  # Simular cada mes
109  for(mes in 1:12) {
110    # Obtener matriz de la temporada actual
111    temp_actual <- meses_temporada[mes]
112    P_actual <- matrices[[temp_actual]]
113
114    # Aplicar la matriz por 30 d as (aproximaci n:  $P^{30}$ )
115    # En la pr ctica, multiplicamos por P 30 veces
116    for(dia in 1:30) {
117      estado_actual <- estado_actual %*% P_actual
118    }
119
120    # Guardar resultados
121    resultados[mes + 1, ] <- estado_actual
122
123    cat(sprintf("\nMes %d (%s):\n", mes, temp_actual))
124    print(round(estado_actual))
125  }
126
127  return(resultados)
128 }
129
130 # Ejecutar simulaci n
131 resultados_sim <- simular_anual()
132
133 # 6. Calcular promedios anuales
134 cat("\n=== PROMEDIO ANUAL DE TURISTAS ===\n")
135 # Usar resultados de los meses 1-12 (excluir mes 0)
136 promedio_anual <- colMeans(resultados_sim[2:13, ])
137
138 cat("Promedio anual (de 1000 turistas):\n")
139 for(i in 1:4) {

```



```

197 cat("\nImpacto_econ_mico_estimado_(asumiendo_gasto_promedio_
    constante):\n")
198 for(i in 1:4) {
199     impacto <- (pi_alta[i] - pi_baja[i]) * 100
200     cat(sprintf("_%-10s:_%+6.1f%%\n", nombres[i], impacto))
201 }
202
203 cat("\n===_FIN_DEL_EJERCICIO_3_===\n")

```