

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 → Taquile: 0,25 → 0,35 (+0,10)
2. Uros → Puno: 0,50 → 0,40 (-0,10)
3. Taquile → Puno: 0,40 → 0,30 (-0,10)
4. Quedarse en Taquile: 0,30 → 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:

$$\begin{aligned} \text{Fila 1: } & 0,30 + 0,30 + 0,20 + 0,20 = 1,00 \\ \text{Fila 2: } & 0,40 + 0,10 + 0,35 + 0,15 = 1,00 \\ \text{Fila 3: } & 0,30 + 0,20 + 0,40 + 0,10 = 1,00 \\ \text{Fila 4: } & 0,20 + 0,10 + 0,20 + 0,50 = 1,00 \end{aligned}$$

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. Hub principal: (Puno sigue siendo el principal)

e) Simulación de evolución temporal y velocidad de convergencia

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

$$\mathbf{x}_1 = [0,30, 0,30, 0,20, 0,20]$$

$$\mathbf{x}_2 = [0,31, 0,22, 0,26, 0,21]$$

$$\mathbf{x}_3 = [0,309, 0,194, 0,271, 0,226]$$

$$\mathbf{x}_4 = [0,3103, 0,1806, 0,2747, 0,2344]$$

$$\mathbf{x}_5 = [0,3103, 0,1748, 0,2755, 0,2394]$$

$$\mathbf{x}_{10} \approx [0,3103, 0,1724, 0,2759, 0,2414]$$

Velocidad de convergencia

$$|\lambda_2^{\text{orig}}| \approx 0,3000, \quad |\lambda_2^{\text{nueva}}| = 0,2825$$

$$\text{Velocidad relativa} = \frac{\log(0,3000)}{\log(0,2825)} \approx 0,952$$

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. Definicion 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. Funcion para distribucion 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. Calculo 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. Comparacion
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$values), 4), "\n")
51 cat("|\n|   |:", round(abs(Re(eig$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 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

$$\boxed{\pi_5 = 16,41 \%}$$

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: Taqüile (-6.47 p.p.)

2. Quien se beneficia: Ninguno (todos pierden participación)

f) Visualización de la nueva red de flujo

Flujos principales (>15 %):

- Puno → Uros: 25 %, Taquile: 20 %
- Uros → Puno: 40 %, Taquile: 25 %
- Taquile → 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: INTRODUCCIÓN DE NUEVO DESTINO TURÍSTICO
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", "Amantaní", "Anapia"),
12                 c("Puno", "Uros", "Taquile", "Amantaní", "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: %.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 %.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. u Estrategia udeumarketing?\n")
74 cat("uuu-uPaquetesuAmantan -Anapia\n")
75 cat("uuu-uVistasu nicas udelulago\n")
76 cat("uuu-uPreciosucompetitivos\n")
77 cat("uuu-uTurismouvivencial\n\n")
78
79 cat("3.u Precios um s ubajos?\n")
80 cat("uuu-uParticipaci on:u20-25%\n")
81 cat("uuu-uMayoruimpactouenuAmantan \n")
82 cat("uuu-uPosibleuguerroudeuprecios\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.
Amantaní	32.08 %	15.39 %	-16.69 p.p.

Destino más beneficiado en temporada alta: Amantaní

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: ANALISIS DE TEMPORADAS TURISTICAS
2
3 cat("==EJERCICIO 3: ANALISIS DE TEMPORADAS==\n")
4
5 # 1. Definicion 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. Funcion para distribucion 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. Comparacion entre temporadas
70 cat("\n====_COMPARACION_ENTRE_TEMPORADAS_===\n")
71 cat("Variacion_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 variacion
78 variaciones <- abs(pi_alta - pi_baja) * 100
79 destino_max_var <- nombres[which.max(variaciones)]
80 cat(sprintf("\nDestino con mayor variacion: %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 - 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) {

```

```

140 cat(sprintf("  %-10s: %6.1f turistas (%5.1f%%)\n",
141         nombres[i],
142         promedio_anual[i],
143         promedio_anual[i]/10))
144 }
145
146 # 7. An lisis para planificaci n hotelera
147 cat("\n== AN LISIS PARA PLANIFICACI N HOTELERA ==\n")
148
149 # Capacidad recomendada por destino
150 cat("Capacidad hotelera recomendada (%):\n")
151 cat(" Puno: 50-60% (estable todo el a o)\n")
152 cat(" Uros: 45-50% (variaci n moderada)\n")
153 cat(" Taquile: 40% base, expandible a 100% en temporada alta\n")
154 cat(" Amantan : 40% base, expandible a 100% en temporada alta\n")
155
156 # 8. Preguntas de reflexi n
157 cat("\n== RESPUESTAS A PREGUNTAS DE REFLEXI N ==\n")
158
159 cat("1. Qu destino tiene mayor variaci n entre temporadas?\n")
160 cat(sprintf(" RESPUESTA: %s (%.1f puntos porcentuales)\n\n",
161         destino_max_var, max(variaciones)))
162
163 cat("2. Cmo deber an planificar los hoteles su personal?\n")
164 cat(" RECOMENDACIONES:\n")
165 cat(" - Amantan / Taquile: Personal temporal para temporada alta\n")
166 cat(" - Puno: Personal estable permanente\n")
167 cat(" - Uros: Personal semi-permanente\n")
168 cat(" - Capacidad base seg n lisis anterior\n\n")
169
170 cat("3. Qu estrategias para equilibrar el turismo?\n")
171 cat(" ESTRATEGIAS:\n")
172 cat(" 1. Descuentos en temporada baja\n")
173 cat(" 2. Eventos especiales fuera de temporada\n")
174 cat(" 3. Promoci n de turismo nacional en baja\n")
175 cat(" 4. Paquetes todo incluido\n")
176 cat(" 5. Colaboraciones con operadores tur sticos\n\n")
177
178 cat("4. Si tuvieras un hotel en Puno, qu capacidad mantener?\n")
179 cat(" RECOMENDACI N: 50-60% de capacidad base\n")
180 cat(" Justificaci n:\n")
181 cat(" - Ocupaci n baja: 46%\n")
182 cat(" - Promedio anual: 33%\n")
183 cat(" - Flexibilidad operativa\n")
184 cat(" - Minimiza costos fijos\n")
185
186 # 9. Clculos adicionales (opcional)
187 cat("\n== C LCULOS ADICIONALES ==\n")
188
189 # Factor de estacionalidad por destino
190 cat("Factor de estacionalidad (Alta/Baja):\n")
191 for(i in 1:4) {
192   factor <- pi_alta[i] / pi_baja[i]
193   cat(sprintf("  %-10s: %.2f\n", nombres[i], factor))
194 }
195
196 # Impacto econ mico estimado

```

```
197 cat("\nImpacto con 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")
```